

Informe PAIS

Edición 2025

ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE
Y DEL PATRIMONIO NATURAL

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

Informe PAIS Edición 2025

ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE Y DEL PATRIMONIO NATURAL

RESUMEN PARA TOMADORES DE DECISIONES

Santiago de Chile, **Diciembre 2025**

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES:

A las siguientes instituciones que contribuyeron al financiamiento de una o más versiones del informe a lo largo de estos 25 años:

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Naciones Unidas
Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM), Chile
Fundación Heinrich Böll, Cono Sur.
Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA), Chile.
Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Chile
Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)- Programa GEO
Ministerio del Medio Ambiente, Chile

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

A los siguientes académicos y funcionarios, que a través de sus autorías y colaboraciones han contribuido a perfeccionar las metodologías utilizadas para posibilitar el análisis de la evolución del medio ambiente chileno.

A Osvaldo Sunkel, Sebastián Miller, Camilo Lagos y Nicolo Gligo. Autor 2025: Gustavo Orrego-Méndez.

SEGUNDA PARTE

Cap. Aire. A Pablo Ulricksen, Hugo Sandoval, Manuel Merino, Gerardo Alvarado y Eugenio Figueroa. Autores 2025: Héctor Anabalón Zurita. Asistencia 2025: Daniel Olivares.

Cap. Aguas Continentales A Roberto Pizarro, Carlos Salazar, César Bravo, Jorge Caro, Pedro Bravo, Patricio Carrasco, Manuel Soto, César Farías, Cristián Guzmán, Jorge Vargas, Carolina Morales, Leonardo Román, José Vargas, Paola Godoy, Francisco Balocchi, Claudia Sangüesa, César Morales y Reinaldo Ruiz. Autores 2025: César Morales y Reinaldo Ruiz.

SANTIAGO DE CHILE 2025

Cap. Bosques Nativos A Antonio Lara , Marcos Cortés, Cristián Echeverría, René Reyes, Rocío Urrutia, Mauro González, Alejandro Miranda, Adison Altamirano y Carlos Zamorano. **Autores 2025: Mauro E. González, Alejandro Miranda, Rocío Urrutia-Jalabert, Carlos Zamorano-Elgueta, Cecilia Ibarra, Beatriz Pogorelow y Antonio Lara.**

Cap. Biodiversidad A Javier Simonetti (por su dirección de este capítulo en los Informes 1999, 2002 y 2005), Jorge Mella, Pablo Villarroel, Claudia Sepúlveda, Alberto Tacón, Agustín Iriarte, Nicolo Gligo, Fabián M. Jaksic y Daniella Mella. **Autores 2025: Fabián M. Jaksic y Sergio A. Castro.**

Cap. Suelos (Desertificación y Degradación de las Tierras) A Fernando Santibáñez, René Saa, Alejandro García, José M. Uribe, Alejandro Royo, Andrés de la Fuente, Rodrigo Fuster, Pablo Roa, Paula Santibáñez, Carolina Fuentes, Marco Pfeiffer, Jorge Pérez y Mauricio González. **Autor 2025: César Morales.**

Cap. Ecosistemas Marinos y del Borde Costero A Carlos Moreno, Aldo Fedele, René Saa, Ricardo Bravo, Humberto Díaz, Manuel Herrera y Erika López. **Autores 2025: Ricardo Bravo Méndez, Humberto Díaz Oviedo, Mario Herrera Araya y Karina Vega Arcos.**

Cap. Minerales e Hidrocarburos A Gustavo Lagos (por su dirección en 7 Informes), David Peter, Marcelo Andia, José I. Guzmán, Macarena Yazigi y José J. Jara. **Autores 2025: Sergio Galilea Ocón y Héctor Anabalón Zurita. Asistencia 2025: Lorena Astor**ga.

Cap. Asentamientos Humanos A René Saa, Hernán Durán, Federico Arenas y Rodrigo Hidalgo. **Autor 2025: Renee Saa Vidal. Asistencia 2025: Fernando Jorquera.**

Cap. Energía A Alfredo Muñoz, Daslav Ursic, Paz Araya, Carla Lanyon, Sebastián Álvarez y José Leal. **Autores 2025: Sergio Galilea Ocón y Héctor Anabalón Zurita. Asistencia 2025: Matías Miranda.**

Cap. Cambio Climático y Desastres Socionaturales
A Sergio Galilea y Leandro Espíndola. **Autores 2025: Leandro Espíndola-Vergara y Beatriz Pogorelow Morales. Asistencia 2025: Guillermo Vásquez Pedreros.**

TERCERA PARTE

Cap. Institucionalidad y Gestión Medioambiental A Gustavo Orrego y Fernando Dougnac. **Autores 2025: Sergio Galilea Ocón y Héctor Anabalón Zurita. Asistencia 2025: Benjamín Bustamante y Pablo Francisco Fierro.**

Cap. Evolución Legislativa en Materia Ambiental (2022–2025) En su primera versión, a Sergio Galilea Ocón y Héctor Anabalón Zurita. Asistencia 2025: Daniel Olivares.

Cap. Plan Nacional de Infraestructura Resiliente (MOP) En su primera versión, a Sergio Galilea Ocón y Héctor Anabalón Zurita.

CUARTA PARTE

A todas y todos los autores del Informe, y a la asistencia de Daniel Olivares, Agustín Aránguiz y Camila Rocco.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

A Francisco Brzović (Q.E.P.D.),
A Jimena Orellana Torres (Q.E.P.D.).

SANTIAGO DE CHILE 2025

RECONOCIMIENTOS:

Además de las colaboraciones significativas señaladas en las autorías del presente informe, contribuyeron a la elaboración de las 9 versiones del “Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile” destacados investigadores y facultades y/o unidades de esta universidad de las que se obtuvieron antecedentes y/o recibieron aportes intelectuales. Entre ellas: Facultad de Ciencias Agronómicas, Facultad de Ciencias, Departamento de Geografía de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Departamento de Salud Pública de la Facultad de Medicina, Centro de Derecho Ambiental de la Facultad de Leyes, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Departamento de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Facultad de Medicina Veterinaria y Ciencias Pecuarias, Facultad de Química y Farmacia, Facultad de Ciencias Sociales, y Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA). Además de los aportes señalados, contribuyeron importantes investigadores de: Universidad Austral de Chile, Pontificia Universidad Católica, Universidad de Talca, Universidad de Concepción, Universidad de Magallanes, Universidad de La Serena y Universidad de Valparaíso.

Hubo colaboraciones de numerosos organismos del Estado, entre los que se puede destacar: Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Pública, Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) y Ministerio del Medio Ambiente, Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Dirección General del Territorio Marítimo y de la Marina Mercante (DIRECTEMAR), de la Armada, Subsecretaría de Pesca del Ministerio de Economía, Oficina de Estudios y Planeación Agrícola (ODEPA) del Ministerio de Agricultura, Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Ministerio de Salud, Instituto Forestal (IFOP), Corporación Nacional Forestal (CONAF) del Ministerio de Agricultura, División de Conservación de Recursos Naturales del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) del Ministerio de Agricultura, Superintendencia de Servicios Sanitarios, Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas, Corporación Nacional del Cobre (CODELCO), y Servicio Nacional de Geología y Minas (SERNAGEOMIN).

También contribuyeron organismos no gubernamentales ambientales, como Instituto de Ecología Política (IEP), Programa Chile Sustentable, Greenpeace Pacífico Sur, Fundación Terram, Fiscalía del Medio Ambiente (FIMA), Comité de Defensa de la Fauna y de la Flora (CODEF), e Iniciativa de Defensa Eco



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

PRESENTACIÓN

La Universidad de Chile, a través del Centro de Análisis de Políticas Públicas del Instituto de Asuntos Públicos —actual Facultad de Gobierno—, elaboró el primer Informe País: Estado del Medio Ambiente en 1999. Desde entonces, se han sucedido las versiones de 2002, 2005, 2008, 2012, 2015, 2018 y 2022, hasta llegar a la novena edición correspondiente a 2025, que hoy se presenta. En todos estos informes se ha mantenido como sello académico la aplicación de la metodología del Panorama Global del Medio Ambiente (Global Environmental Outlook, GEO) del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), que permite analizar la situación ambiental en distintos niveles: global, regional latinoamericano, nacional, local y temático.

El enfoque metodológico, basado en el esquema Presión-Estado-Respuesta (PER), ha privilegiado consistentemente la comprensión de la relación sociedad-naturaleza, reconociendo tanto los recursos naturales en uso como los bienes de la naturaleza que permanecen fuera de los circuitos económicos. Esta aproximación, sostenida durante más de 25 años, ha permitido otorgar continuidad, comparabilidad y rigurosidad a cada versión del Informe.

La objetividad y solidez de este trabajo ha sido reconocida por el PNUMA, que en varias oportunidades ha acreditado al Informe País como GEO-Chile, destacando además las contribuciones de académicos de la Universidad de Chile en la elaboración de informes GEO-América Latina y GEO-Mundial.

La estructura del Informe País se mantiene fiel a su tradición metodológica, organizada en cuatro partes articuladas y complementarias. La Primera Parte desarrolla el análisis de las macropresiones ambientales, examinando las tensiones globales, regionales y nacionales —incluyendo crisis hídrica, pérdida de biodiversidad, cambio climático, degradación de suelos, presiones productivas y desigualdad territorial— que condicionan el estado ambiental de Chile. La Segunda Parte, que constituye el cuerpo central del Informe, presenta el estado del medio ambiente en el país mediante capítulos dedicados al aire, aguas continentales, bosques nativos, biodiversidad, ecosistemas marinos y costeros, minería e hidrocarburos, asentamientos humanos, degradación de tierras, energía y un capítulo especial sobre Desastres Socionaturales, que cuantifica su ocurrencia y evidencia su vínculo estructural con el cambio climático. La Tercera Parte aborda la institucionalidad y gestión ambiental, evaluando la evolución legislativa, los instrumentos de política pública y las capacidades del Estado en sus niveles nacional, regional y local para enfrentar presiones crecientes. Finalmente, la Cuarta Parte presenta un conjunto integrado de propuestas estratégicas de política pública, articuladas a partir de los hallazgos de las secciones previas y orientadas a impulsar transformaciones estructurales del modelo de desarrollo hacia la sostenibilidad, la resiliencia climática y la justicia ambiental.

En esta novena versión (2025), el Informe incorpora un énfasis reforzado en la dimensión propositiva, ampliando su alcance desde un diagnóstico exhaustivo hacia una hoja de ruta estratégica para la acción pública. Este enfoque fortalece su valor como instrumento para tomadores de decisión, al ofrecer evidencia robusta, criterios de priorización y orientaciones coherentes para el diseño de políticas ambientales, territoriales y climáticas.

DIRECCIÓN: SERGIO GALILEA OCÓN Y HÉCTOR ANABALÓN ZURITA.



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

INTRODUCCIÓN

En este 2025 se cumplen exactamente 25 años de la elaboración del Primer Informe País, que como Universidad de Chile, a través del Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), llevamos a cabo. Dicho Informe contó con la dirección de Nicolo Gligo, la participación de Osvaldo Sunkel y de destacados investigadores y profesionales de la temática medioambiental chilena.

El Informe, en sus periódicas y sistemáticas versiones de cada tres años, ha buscado siempre entregar una visión integral y fundamentada, independiente y sistemática de la compleja y diversa temática ambiental chilena. En la práctica, hemos levantado información significativa sobre las principales tendencias de la problemática ambiental. Temas como la contaminación, las aguas, la biodiversidad, el ordenamiento territorial, la energía y la minería, el bosque nativo, los suelos, la sequía y la compleja realidad de nuestro borde costero han estado presentes de manera rigurosa en las diferentes y sucesivas versiones del Informe País.

Con el tiempo, y especialmente en las últimas entregas, hemos puesto un énfasis mayor en las políticas ambientales y en su institucionalidad, considerando la necesidad de avanzar más decididamente en la acción ambiental, más que en la mera reiteración de la problemática. Ello ha enriquecido significativamente la naturaleza de cada Informe País, puesto que se hace cargo de las controversias inherentes a la cuestión ambiental, de los avances y limitaciones, así como de los éxitos parciales de las políticas propuestas.

El Informe País constituye un esfuerzo académico, universitario e independiente. Se desarrolla con la colaboración de especialistas destacados en cada temática, provenientes de diversas universidades chilenas, y coordinados por el CAPP de la actual Facultad de Gobierno de la Universidad de Chile.

En estos extensos y desafiantes 25 años, la problemática ambiental ha cambiado, haciéndose más compleja y difícil, ya que se han incrementado las tendencias graves y crecientes en numerosos ámbitos de la actividad ambiental. El calentamiento global ha contribuido de manera decisiva a este agravamiento. Asimismo, las carencias propias de un modelo de desarrollo insuficientemente sostenible y de políticas públicas de alcance limitado han profundizado la situación. En los hechos, durante estas décadas hemos observado una sucesión cada vez más continua y compleja de desastres naturales —o socionaturales, si se prefiere—, que en la última década han alcanzado en Chile una gravedad y entidad de relevancia incluso mundial.

El CAPP ha analizado, paralelamente a este Informe, diversas investigaciones dirigidas por Sergio Galilea sobre desastres y políticas públicas requeridas, las cuales deben entenderse como anexos necesarios de este esfuerzo del Informe País.

Han aumentado significativamente las instancias e instituciones académicas y no gubernamentales vinculadas a la cuestión ambiental. Esto ha ocurrido especialmente en el ámbito universitario. Son especialmente valorables aquellas iniciativas que, de manera transversal e interdisciplinaria, han buscado —y buscan— interpretar los fenómenos ambientales y los márgenes de acción de las políticas públicas y/o privadas al respecto. Puede afirmarse, y así lo hacemos, que hoy el conocimiento ambiental chileno es mayor, tanto por el número como por la calidad de los profesionales involucrados, así como por los currículums formativos de pre y posgrado, que constituyen realidades consolidadas que han permitido "dimensionar problemas y auscultar soluciones". Aunque el funcionamiento en red de todas estas instancias sigue siendo un pendiente importante, cada vez se realizan más seminarios, encuentros y conversatorios sobre materias ambientales específicas. En ocasiones, aunque de manera aún escasa, se aborda la problemática ambiental de forma integrada, incluyendo un análisis crítico de las políticas públicas y/o privadas en ejecución, y del modo en que la asociatividad público-privada enfrenta la cuestión ambiental.

Este Informe País busca avanzar en esa línea, aportando una contribución adicional a investigadores y profesionales del ámbito público y privado, al sistema universitario en su conjunto, al empresariado crecientemente comprometido en estas materias, y también al mundo de la comunicación y la opinión pública, que ha aumentado su interés por lo ambiental.

El análisis ambiental no es sencillo, y resulta muy complejo precisar políticas públicas que sean rigurosas y cuenten con respaldo en recursos y capacidades institucionales. Sin embargo, resulta prometedor el creciente compromiso hacia una mayor cooperación público-privada en materia ambiental. Aun así, nuestros análisis y nuestras acciones —gubernamentales, privadas y académicas— siguen estando lejos de responder al agravamiento de los diagnósticos que se acumulan. Estamos al debe en conocimiento, en recoger innovaciones internacionales y en la comprensión precisa del complejo agravamiento del calentamiento global. Más aún, esperamos contar con acciones decididas y eficaces en esta materia.

La institucionalidad ambiental de Chile se ha ido robusteciendo en estos años. Aunque la experiencia anterior de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) y sus Coremas en cada región constituyó en su momento una innovación institucional de relevancia, se ha evolucionado hacia el actual Ministerio del Medio Ambiente. Es muy valorable en esta nueva institucionalidad la existencia de equipos profesionales más numerosos, integrados y especializados. Asimismo, se ha avanzado en mejorar e independizar el propio Sistema de Evaluación Ambiental y en fortalecer la labor fiscalizadora de la Superintendencia del Medio Ambiente. Los Tribunales Ambientales, por su parte, han contribuido a relevar la importancia y particularidad de las controversias ambientales, así como sus formas específicas de resolución.

Esta expansión institucional ambiental en Chile reviste gran importancia, ya que adicionalmente existen instancias y mecanismos que preservan e incluso acentúan las dinámicas interinstitucionales que corresponden a la cuestión ambiental, la cual, por su amplitud, requiere un abordaje interdisciplinario.

Con sus particularidades, el sector empresarial también ha ido comprendiendo la magnitud y los riesgos ambientales inherentes a la actividad productiva. De manera progresiva se desarrolla una cultura empresarial —todavía incipiente— en la que la sostenibilidad ambiental se reconoce como un requisito esencial para el desarrollo futuro.

La cuestión ambiental es, necesariamente, una problemática planetaria. Chile realiza una contribución mínima a la emisión de gases de efecto invernadero a nivel mundial. El Acuerdo de París, firmado hace diez años, comprometía los esfuerzos de todos los países para no sobrepasar la temida barrera de 1,5 grados Celsius adicionales antes de fines de siglo. Sin embargo, ese guarismo meta ya ha sido superado, de acuerdo con recientes mediciones. En la práctica, solo durante dos meses —en el peak de la pandemia del COVID-19— se registró una leve baja en la emisión de gases de origen carbónico y, en consecuencia, de la temperatura media sobre la Tierra. La existencia, hoy en día, de discursos negacionistas del cambio climático, como los de Trump y Bolsonaro en su momento, ha generado una acción internacional cada vez más limitada y estéril frente a la cuestión ambiental. Una ola de pesimismo se anticipa ante la próxima COP de Belém.

Vivimos, en consecuencia, tiempos ambientales de alta complejidad. En la práctica, observamos fenómenos recurrentes de megaincendios en el sur de Europa, en Canadá y en territorios no habituales para estos eventos. Se ha intensificado la amenaza oceánica en países isleños y de amplio litoral, con fenómenos de creciente complejidad. Al mismo tiempo, un planeta enfrentado a la guerra de Ucrania y a la guerra de Gaza —con muerte y desolación ambiental total— explica también el agravamiento de las tendencias más dramáticas en materia ambiental a nivel global.

Con todo, es justo reconocer —y este Informe lo hace— los avances ambientales de Chile, que no son menores en el último tiempo. Cada día progresa más el compromiso de diversificación de nuestra matriz energética, en favor de lo eólico y lo solar. Aun cuando persisten pendientes en materia de transmisión eléctrica y en la operación del Sistema Nacional Unificado —que ha provocado incidentes relevantes en la gestión—, la producción neta registrada de energía eólica y solar supera el 50%. Aunque ello aún no se refleja de manera sostenida en una disminución de los costos y precios para empresas y familias, constituye un fenómeno largamente anhelado, con avances significativos. Prácticamente en todas las regiones del país existen anteproyectos o proyectos en ejecución en estas áreas, junto con la adaptación de marcos normativos y evaluativos en la dirección adecuada. El cierre programado de termoeléctricas avanza a paso sostenido y, en ocasiones, más rápido de lo previsto. Este avance energético-ambiental en Chile es de gran significación y con notable proyección.

Asimismo, se progresa —aunque todavía a nivel de anteproyectos y evaluaciones preliminares— en iniciativas para promover el hidrógeno verde, establecido como el combustible de las próximas décadas. El acceso a agua, los extensos litorales adecuados para la exportación, los desarrollos en plantas oceánicas de producción y, sobre todo, el impulso estratégico de la energía eólica en el sur y solar en el norte configuran un panorama ambientalmente optimista. Debe reconocerse, sin embargo, que aún se trata de avances preliminares y de plantas prototipo en la práctica actual.

En los casos de la transición energética y del hidrógeno verde, resulta destacable la existencia de una política pública firme y clara, una fuerte asociatividad público-privada y una apertura a colaboraciones con productores tecnológicamente avanzados a nivel internacional.

En varios sectores productivos se observan innovaciones ambientales favorables, aunque todavía insuficientes. Se habla con demasiada superficialidad de minería verde, agricultura verde e industrias sostenibles, más allá de registros donde los avances puedan comprobarse fehacientemente. Aun así, existen esperanzas en mejoras relativas a la utilización del agua, la adecuación de instalaciones industriales bajo normas ambientales más rigurosas y el perfeccionamiento del uso del suelo agrícola. Por lo menos, se encuentra trazado un cambio hacia la innovación productiva ambiental en prácticamente el conjunto de los sectores productivos.

Persisten, sin embargo, rubros críticos. En la salmonicultura continúan modalidades productivas poco rigurosas ambientalmente. Existen todavía numerosos relaves mineros desactivados sin acciones de remediación, así como múltiples formas inadecuadas de utilización del escaso recurso hídrico en faenas agrícolas.

Chile enfrenta, además, una amenaza grave en materia de biodiversidad, como ya lo señalaba el profesor Fabian Jaksic desde inicios de los 2000 en sucesivos informes. La pérdida total de especies de fauna y vegetación viva, así como las especies en riesgo, es cada vez más alarmante. Aunque hoy contamos con una institucionalidad pública dedicada al tema, la deuda acumulada en acciones es significativa y en muchos casos irreversible. Se hace necesario priorizar ecosistemas específicos en cada región, a fin de impulsar esfuerzos coordinados con los gobiernos regionales para profundizar el conocimiento de esta problemática y avanzar en soluciones de largo plazo.

Es evidente que existe una dimensión territorial muy diferenciada en la problemática de la cuestión ambiental. Desafortunadamente, los avances institucionales en materia de descentralización en nuestro país son enteramente insuficientes, como hemos señalado en textos específicos del CAPP y en un libro reciente y actualizado. Los gobiernos regionales son claves en estos esfuerzos ambientales, tal como lo fueron en el pasado las intendencias regionales al presidir las Comisiones Regionales del Medio Ambiente (COREMAS).

Lo mismo ocurre con los municipios, instancias vitales para la acción ambiental específica y para la participación y gestión ciudadana. Si bien contamos con una variedad destacable de iniciativas en el ámbito local, la deuda ambiental acumulada de los municipios es enorme. Incluso en materias de responsabilidad directa, como la recolección y el tratamiento de residuos sólidos, en la mayoría de ciudades y localidades los problemas se han agudizado. La anticipada y visionaria política metropolitana de inicios de los 2000 en la Región Metropolitana no ha tenido réplicas significativas en el resto del país. En su momento, costó mucho consolidar un mercado de oferentes competitivos y tecnológicamente avanzados en la recolección y tratamiento de residuos domiciliarios, lo que demuestra la necesidad de políticas de largo aliento con perspectivas estratégicas coherentes y sostenidas.

Seguimos siendo un país con un déficit acumulado y creciente de pasivos ambientales urbanos, que se abordan de manera precaria con los actuales instrumentos de ordenamiento territorial. Ciudades y localidades extendidas, numerosos sitios eriazos, sistemas de transporte insuficientes y la ausencia de un sentido de construcción barrial de calidad son algunas de las dificultades ambientales que enfrentan nuestras ciudades, donde la contaminación en sus distintas expresiones ha tendido a aumentar. Entre los avances positivos, se pueden destacar la expansión del Metro en Santiago y la importante innovación del Plan de Emergencia Habitacional del MINVU, con la construcción de 260.000 viviendas en todo Chile. Más del 90% de estas viviendas se ha materializado en la última administración al interior de ciudades y localidades, avanzando hacia un urbanismo que apuesta por el desarrollo urbano interior y la construcción de barrios. Este esfuerzo se ve reforzado en el Gran Santiago con un Metro cada vez más radial y cuya gestión es altamente destacada a nivel internacional.

La actual administración ha priorizado formas de acción interministerial en temas ambientalmente relevantes. Esa misma lógica de acción pública concertada se observa en algunos gobiernos regionales, como en la Región Metropolitana, en Magallanes y en Los Ríos. Esto ha favorecido la acción asociativa con agentes privados y con la gran variedad de organizaciones sociales directamente comprometidas con los esfuerzos ambientales. Estos deben entenderse como “puntos de partida” para una acción ambiental más sostenida y con mayor respaldo ciudadano.

Aquí se exponen abundante información y realidades, múltiples propuestas y una visión crítica pero constructiva sobre lo avanzado en políticas públicas. Que este Informe País, a sus 25 años, continúe siendo un material útil, de uso cada vez más extendido, y que contribuya a los acuerdos nacionales, cada vez más imprescindibles, en la cuestión ambiental.




FACULTAD DE
GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS
DE POLÍTICAS
PÚBLICAS

INFORME PAÍS 2025: NATURALEZA, SENTIDO, LECCIONES Y PROPUESTAS



SERGIO GALILEA OCÓN
DIRECTOR CAPP
UNIVERSIDAD DE CHILE

A 25 años de su primera elaboración, el Informe País constituye una aproximación académica e independiente orientada a examinar la evolución dinámica de la problemática ambiental chilena. El informe analiza el alcance de las políticas públicas ambientales, el grado de avance en la coordinación entre los mundos público, privado y social, y las conclusiones que pueden extraerse frente a un futuro complejo, incierto y de creciente gravedad.

La Universidad de Chile, a través del Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP) de la actual Facultad de Gobierno —antes Instituto de Asuntos Públicos— ha desarrollado este esfuerzo sistemático de investigación en ocho versiones, bajo la conducción inicial del destacado investigador ambiental Nicolo Gligo V. Este trabajo constituye una elaboración colectiva de no menos de veinte investigadoras e investigadores, enmarcado en una problemática ambiental que exhibe crecientes dificultades y desafíos.

LA COMPLEJIDAD DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

La situación ambiental chilena presenta rasgos cada vez más complejos:

- La biodiversidad se ha visto peligrosamente restringida.
- Diversos ecosistemas naturales enfrentan dificultades críticas.
- El calentamiento global ha incidido de manera especialmente grave en la frecuencia y magnitud de desastres hidro-naturales de distinta naturaleza.

Persisten importantes déficits en los esfuerzos orientados hacia un modelo de desarrollo verdaderamente sostenible. De hecho, las propias características de dicho modelo explican buena parte de la complejidad ambiental que se observa.

Nuestros recursos naturales han estado sometidos a un "estrés" particularmente riesgoso durante estos 25 años. Ello se manifiesta con especial severidad en los Bosques Nativos; en la sustentabilidad del recurso suelo para la agricultura; en ecosistemas crecientemente condicionados por la disponibilidad de agua; y en las prácticas extractivistas predominantes en la producción minera, acuícola, agrícola e industrial.

La sequía estructural que ha marcado este periodo ha disminuido sustantivamente la productividad de múltiples ecosistemas, profundizando un proceso de desertificación progresiva de norte a sur. Lo mismo puede apreciarse en los recursos marinos, cuyos stocks han disminuido y cuya explotación presenta crecientes cuestionamientos.

Todo ello ha configurado un relato ambiental de mayor complejidad y gravedad, generando demandas sostenidas por políticas públicas más consistentes, tanto para enfrentar las problemáticas críticas como para avanzar hacia una institucionalidad ambiental más cabal y eficiente.

INSTITUCIONALIDAD Y EVALUACIÓN AMBIENTAL

Chile cuenta, desde inicios de los años 2000, con un sistema perfectible de calificación ambiental de inversiones públicas y privadas, mediante Declaraciones y Estudios de Impacto Ambiental, así como procesos de Evaluación Ambiental Estratégica. Este sistema ha configurado una tensión permanente entre desarrollismo productivo y equilibrio ecosistémico, aunque ha permitido transitar hacia una lógica de "condicionamiento ambiental" cada vez más significativa.

En términos institucionales, se ha evolucionado desde la antigua Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) y sus COREMA regionales, hacia un Ministerio del Medio Ambiente con mayor capacidad técnica y profesional. Sin embargo, persisten déficits relevantes en el trabajo intersectorial y en el tratamiento de las especificidades territoriales.

El Informe País aborda, en diferentes capítulos, un amplio espectro de políticas públicas ambientales: la actividad minera; la producción y distribución energética; la tierra y la producción agropecuaria; el transporte; la acuicultura; la infraestructura; y, en general, las transformaciones tecnológicas y productivas que afectan directamente los ecosistemas.

BALANCE Y PROYECCIONES

Realizar un balance sistemático de la situación ambiental chilena es complejo. Aunque se observa una acumulación de problemas y dificultades, también se registran avances relevantes, como la transformación de la matriz energética nacional con el despliegue de energías solar y eólica.

Se evidencia además un "aprendizaje ambiental" destacable, especialmente en sectores como el forestal exportador, donde nuevas tecnologías y modalidades productivas han comenzado a consolidarse.

Como en muchos países, las problemáticas ambientales se manifiestan con especial intensidad en territorios donde predominan la pobreza y las formas de subsistencia productiva. Esto genera la necesidad urgente de políticas públicas coherentes, integradas y territorialmente pertinentes.

El sector privado, en su heterogeneidad, también ha evolucionado hacia una mayor valoración de la sustentabilidad productiva, constituyéndose en un actor ambientalmente relevante y activo.

El Informe País ha seguido de cerca la evolución de las definiciones ambientales a nivel planetario. Desde Río 1992, las "Conferencias de las Partes" (COP) han permitido avanzar en diagnósticos y acciones de cooperación internacional. La COP30 en Belém, Brasil, dio cuenta de un escenario global preocupante, reconociendo que el planeta ya ha superado el compromiso de mantener el aumento de temperatura bajo 1,5°C asumido en París 2015. Chile ha cumplido roles significativos en estos espacios, aunque la acción latinoamericana continúa siendo insuficiente.

Esta introducción busca alentar una lectura informada de la nueva versión del Informe País, que incorpora con mayor detalle las tensiones de la infraestructura, los desafíos de la institucionalidad ambiental y la insuficiencia de la acción colaborativa entre sectores públicos y privados.

Se reafirma así el compromiso permanente de la Universidad de Chile, que contribuye desde sus diversas Facultades con un espíritu crítico e independiente, orientado a iluminar la comprensión de la evolución ambiental del país y apoyar la formulación de políticas públicas y estrategias de cooperación que deben implementarse con urgencia.


FACULTAD DE
GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS
DE POLÍTICAS
PÚBLICAS

25 AÑOS DEL ESTUDIO DEL ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE EN CHILE

NICOLO GLIGO
EX DIRECTOR CAPP
UNIVERSIDAD DE CHILE



Han transcurrido veinticinco años desde la publicación del primer “Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile” elaborado por la Universidad de Chile a través del Centro de Análisis de Políticas Públicas del entonces Instituto de Asuntos Públicos, hoy Facultad de Gobierno. Son veinticinco años de estudio y seguimiento sobre el estado de nuestro medio ambiente.

Siempre ha sido complejo conseguir los recursos económicos para concretar este esfuerzo. A lo largo del tiempo, ha sido necesario superar la ceguera respecto a su importancia, el cortoplacismo, la falta de visión política. Estos obstáculos tuvieron que ser superados por la colaboración de instituciones y personas conscientes de su relevancia, provenientes de distintos orígenes tanto del país como de organismos internacionales.

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

Es evidente que los distintos informes no habrían sido posibles sin la generosidad de numerosos académicos y de personas vinculadas al mundo de las Organizaciones No Gubernamentales (ONG). Todos ellos colaboraron, en su mayoría de manera casi desinteresada, convencidos de que sus aportes eran fundamentales para dar forma a los distintos capítulos. A todos ellos, que son muchos, va nuestro más sincero reconocimiento, pues su compromiso hizo posible mantener una periodicidad trienal a lo largo de estos 25 años.

Es importante destacar que los distintos informes han seguido el enfoque metodológico de "estado, causas y efectos". Es decir, se trata de visiones ambientales integradoras que articulan conocimientos de las ciencias naturales con las ciencias sociales y políticas. Este enfoque constituye, probablemente, uno de los aportes conceptuales más relevantes, especialmente considerando que en el país suele confundirse la investigación específica en ciencias naturales con los estudios e investigaciones propiamente ambientales. Desde sus primeras versiones, nuestros informes fueron categóricos en este aspecto: su metodología estableció claramente la necesidad de identificar las causas, determinantes y condicionantes del estado de los bienes naturales, así como de analizar las respuestas implementadas para enfrentar problemáticas como el sobreuso, el deterioro y la extinción de estos recursos, evaluando además su eficiencia y eficacia. Aunque estos informes no tienen un carácter propositivo, en varias secciones se han incluido recomendaciones de políticas públicas y líneas de acción. En la última versión, incluso, se incorporaron subcapítulos específicos dedicados a estas propuestas.

Los distintos informes siempre se refirieron a los recursos naturales y se amplificaron a los bienes de la naturaleza. Los recursos naturales para nosotros tienen una concepción de intervención humana. Ellos usan, transforman, modifican los bienes de la naturaleza. Estos constituyen el patrimonio o acervo natural. Nunca utilizamos el equivocado término de “capital natural”, pues a través de los distintos estudios necesarios para integrarlos en el Informe, nos dimos cuenta de que este término constituía una trampa anti ambiental, al hacer sustitutivo el patrimonio natural con el capital económico.

Al comienzo, pensamos que el Informe se circunscribiría únicamente a los recursos naturales, es decir, a aquellos bienes que el país utiliza para su crecimiento económico y para el asentamiento de su población. Sin embargo, pronto comprendimos que la naturaleza, en su conjunto, es indivisible y que no existe una frontera clara entre recursos y bienes naturales. Muchos de los llamados recursos pueden dejar de ser utilizados como tales y reintegrarse al entorno natural, mientras que diversos bienes de la naturaleza, según el contexto y el momento histórico, pueden adquirir el carácter de recursos. Además, los impactos derivados del uso de los recursos se extienden y afectan directamente a los bienes de la naturaleza.

Conscientes de las indefiniciones y vacíos existentes en distintos ámbitos, incluida la academia, y considerando que nuestro estudio corresponde a un informe sobre medio ambiente, fue necesario adoptar una definición operativa de "Medio Ambiente" que nos sirviera para construir la estructura y la metodología del trabajo. Optamos por definir el medio ambiente como "la dimensión que aborda los conflictos y armonías de la naturaleza con su entorno, analizada desde los principales bienes de la naturaleza y sus interrelaciones ecosistémicas". Esta definición influyó para que los análisis se realizaran desde cada recurso. No obstante, la importancia de temas ambientales mediáticos nos hizo agregar algunos capítulos y subcapítulos, a saber: energía, cambio climático, asentamientos humanos y desarrollo regional.

Cabe destacar la participación de investigadores no solo de la Universidad de Chile, sino también de otras casas de estudio del país, como la Pontificia Universidad Católica, la Universidad Austral, la Universidad de Talca, la Universidad de Valparaíso y la Universidad de Concepción.

En la Universidad de Chile, contribuyeron especialistas de diversas unidades académicas: Facultad de Ciencias Agronómicas, Facultad de Ciencias, Departamento de Geografía de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Departamento de Salud Pública de la Facultad de Medicina, Centro de Derecho Ambiental de la Facultad de Derecho, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Departamento de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Facultad de Medicina Veterinaria y Ciencias Pecuarias, Facultad de Química y Farmacia, Facultad de Ciencias Sociales, y el Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA).

Asimismo, los Informes contaron con la colaboración de diversos organismos públicos, entre ellos: la Dirección de Aguas del Ministerio de Obras Públicas, el Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias del Ministerio de Agricultura (ODEPA), el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR), el Instituto Forestal (INFOR), el Ministerio de Salud, la Superintendencia de Servicios Sanitarios, la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP, la Corporación Nacional del Cobre (CODELCO), el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) y el Ministerio del Medio Ambiente.

También aportaron organizaciones no gubernamentales, como Fundación Terram, Programa Chile Sustentable, Greenpeace Pacífico Sur, el Comité de Defensa de la Flora y Fauna (CODEFF) y la Iniciativa de Defensa Ecológica Austral (IDEA).

A lo largo de los 25 años transcurridos desde el primer informe en 1999, uno de los aspectos más relevantes ha sido la credibilidad alcanzada por cada edición. Esta no solo se sustenta en el prestigio de la Universidad de Chile, sino también en la destacada participación de investigadores con altas calificaciones y reconocimiento nacional. Es importante destacar que muchos estudios realizados por organismos públicos enfrentan cuestionamientos debido a su origen institucional y a su tendencia a evitar conflictos. Esta situación es aún más crítica en el caso de informes producidos por consultoras contratadas para evaluar impactos ambientales, cuya independencia suele estar en entredicho.

Después de 25 años, la evaluación del estado de medio ambiente y del patrimonio natural ha permitido entender muy bien cuáles son las principales prioridades para gestar el medio ambiente nacional. Sin embargo, al analizar las políticas ambientales —particularmente las públicas— que se impulsan en el país, es común observar que muchas de ellas replican prioridades propias de los países desarrollados. Estas se enfocan principalmente en la mitigación del cambio climático, relegando a un segundo plano los esfuerzos de adaptación. Nuestro país solo genera un 0,26% de CO2 que se proyecta a la atmósfera. Todo esfuerzo será mínimo frente a los grandes desafíos mundiales.

Los datos revelados por los Informes confirmaron nuestras hipótesis iniciales: el principal problema ambiental de Chile es la conservación de los recursos naturales y de la naturaleza. Si las políticas ambientales orientadas a la conservación generan beneficios en la disminución de la contaminación de la atmósfera, bien recibidas sea.

Durante los últimos 25 años, los sucesivos gobiernos han priorizado el cambio climático como eje de sus políticas ambientales, mientras se ha producido una constante y progresiva pérdida de los bienes naturales. Observamos esfuerzos relevantes en la reducción de la contaminación del aire, como la promoción de la electromovilidad, el desarrollo de energías renovables no convencionales, y ciertas restricciones a la contaminación industrial y minera. Sin embargo, mientras se implementaban estas medidas, el país se iba achicando: menos suelo, menos agua, menos bosques, menos biodiversidad, menos alteraciones y atributos ecosistémicos. Reconocemos que los esfuerzos por reducir la contaminación atmosférica son necesarios, pero advertimos que muchos de ellos se han canalizado principalmente a través del mercado, como ha ocurrido con la expansión de la energía eólica y solar.

Uno de los aprendizajes más importantes de estas dos décadas y media es que la definición de prioridades ambientales ha estado fuertemente determinada por la institucionalidad pública. Pese a la creación del Ministerio del Medio Ambiente, y al fortalecimiento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, el medio ambiente siempre ha tenido un lugar marginal en los distintos gobiernos. Incluso para algunos gobiernos el medio ambiente ha sido un tema incómodo que influye en frenar las inversiones y la sobre utilización de bienes.

Llegamos a la conclusión que las respuestas de la sociedad y de las estructuras públicas siempre han sido parciales y sectoriales. Afirmamos la idea que el medio ambiente, para ser realmente relevante en un gobierno debería ser super estructural e impregnar toda la sociedad y los distintos sectores del aparato público. Verificamos que los progresos han sido solo marginales. Las políticas públicas implícitas en cada sector de la economía, como las de agricultura, obras públicas, transporte, han tenido en el país mucha más importancia que las políticas explicitas, normalmente derivadas del Ministerio del Medio Ambiente, y en ciertas ocasiones, del Ministerio de Bienes Nacionales. Esto nos llevó en los distintos informes a indagar en profundidad las políticas implícitas para analizar causa y efecto de las transformaciones ambientales.

Estos informes han tenido el reconocimiento nacional porque a través de su metodología, amén de mostrar el estado del medio ambiente lo más cuantitativamente posible, se ha podido analizarlas las presiones que hay sobre los bienes de la naturaleza y las respuestas que se generan de la sociedad, especialmente del Estado para contribuir a una mejor gestión ambiental. Además, hay que destacar su reconocida objetividad y ausencia total de autocensura, frecuentes en otros informes nacionales.

En el plano internacional, estos informes han sido reconocidos por organismos como la Comisión para América Latina y el Caribe (CEPAL), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), y específicamente, por el Panorama Mundial del Medio Ambiente (GEO, Global Environmental Outlook). En las ediciones de 2002, 2005 y 2008, realizamos evaluaciones del impacto de los Informes, siendo la de 2008 la más completa. Estas evaluaciones concluyeron que los Informes han sido de gran utilidad para distintos actores sociales, contribuyendo a una comprensión más profunda y crítica del medio ambiente en Chile.

El "Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile", ha servido de apoyo a los investigadores de diversas universidades del país. Las evaluaciones han evidenciado que los investigadores beneficiados por este informe provenían de distintas especialidades: agronomía, biología, economía, sociología, administración pública, ciencias políticas, química, ingenierías civiles, antropología y medicina. Las consultas se han centrado no solo en los datos cuantitativos sobre el estado de un determinado recurso, sino sobre las causas y las respuestas.

Adicionalmente, los Informes han sido una herramienta útil para complementar la información disponible en el sector público. En diversas ocasiones, la información generada por los informes fue muy diferente a la de las instituciones públicas, las cuales tienden a destacar los avances logrados, pero omiten con frecuencia las acciones no ejecutadas o los problemas no resueltos.

Los Informes también han sido de utilidad para las organizaciones no gubernamentales (ONG), las cuales suelen enfocarse en los casos que generan mayor preocupación en la ciudadanía. En este sentido, existe una complementariedad natural entre ambos enfoques: mientras las ONG profundizan en situaciones puntuales y de alta visibilidad pública, los Informes han optado por abstenerse de abordar casos específicos o coyunturales, manteniéndose en una perspectiva estructural y de largo plazo.

Asimismo, "Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile" ha sido una fuente de referencia para numerosas consultoras, que requieren respaldar sus estudios con información técnica y objetiva.

Una de las principales fortalezas de estos Informes ha sido la consistencia metodológica y estructural mantenida a lo largo de sus 25 años de existencia. Esto ha permitido perfeccionar gradualmente su contenido, facilitar la comparación entre ediciones sucesivas y consolidar una línea de análisis robusta y confiable en el tiempo.

Respecto al estado del medio ambiente de cada bien y proceso, en estos 25 años de estudios, reuniones, colaboraciones, concluimos lo siguiente:

Con relación a las macro presiones: Es necesario señalar que el crecimiento económico de Chile, en el contexto de la estructura sostenida en los últimos 25 años, es un factor muy importante de presiones sobre el medio ambiente. Los impactos ambientales del crecimiento económico han sido evidentes. Por un lado, una mayor presión sobre los recursos naturales, convertidos estos nuevamente en el motor de la inserción internacional de la economía, y por otro lado, una pérdida del rol de Estado como fiscalizador.

La economía chilena ha seguido orientada en los últimos decenios a los mercados externos, en particular a los mercados de los países desarrollados y de las nuevas potencias económicas (China e India). El comercio internacional se ha convertido en el motor de crecimiento. Ha contribuido a ello la revolución tecnológica que ha experimentado la humanidad en las recientes décadas.

Hemos aprendido en esos decenios que el crecimiento económico, en el contexto estructural que nos guía, tiene una correlación alta con del deterioro ambiental. La influencia de los cambios tecnológicos sigue siendo marginal. No ha habido desacoplamientos entre el crecimiento económico y el deterioro ambiental. Para Chile, y la experiencia así lo dice: crecer es deteriorar.

Por otra parte, el desarrollo social también constituye una macro presión sobre el medio ambiente. La integración de diferentes fuerzas en el ámbito social, la población, la distribución espacial, la equidad, y la gobernabilidad, crean amenazas y oportunidades en la sociedad chilena que incide en la situación ambiental. Es evidente que las presiones se han intensificado en función del crecimiento de la población. Factor fundamental han sido las masivas migraciones, que han influido en la proliferación de poblaciones marginales caracterizadas por su deterioro ambiente humano.

La tercera macro presión es física y se refiere al cambio climático. En los últimos 25 años la contaminación atmosférica como proceso global mundial ha seguido subiendo y, por lo tanto, esta presión intensifica los disturbios ecosistémicos.

Con relación al Aire: Desde 1999 a la fecha, se han registrado avances significativos en el control de la contaminación atmosférica, especialmente en centros urbanos y zonas mineras del país. La evolución durante estos 25 años ha sido en parte positiva, aunque persisten importantes brechas entre ciudades y regiones.

Uno de los factores clave en este progreso ha sido la elaboración de los Inventarios de Contaminantes Atmosféricos, que permitieron intensificar el diseño e implementación de Planes de Descontaminación en áreas urbanas y centros de producción minera. Con el tiempo, se incorporaron también inventarios de otros contaminantes relevantes, destacando el material particulado fino (MP2,5).

Estos avances han contribuido, en términos generales, a una reducción de la contaminación del aire. Las tendencias de largo plazo muestran una disminución en la cantidad de días con episodios críticos —alerta, preemergencia y emergencia ambiental—. Sin embargo, a pesar de estos logros, los desafíos siguen siendo considerables.

En la zona norte, el principal problema continúa siendo el incumplimiento de la norma anual de MP10, con varias localidades que aún presentan condiciones de latencia o superación del estándar. En aquellas zonas donde se monitorea MP2,5, se constata el cumplimiento tanto de la norma diaria como anual.

En la zona central, la Región Metropolitana de Santiago mantiene su condición de saturación respecto a los contaminantes MP10 y MP2,5 (tanto normas diaria como anual), así como para el ozono (norma de 8 horas). Factores estructurales como el excesivo centralismo, el crecimiento desregulado del parque automotriz, la expansión urbana inorgánica y el aumento en el uso de leña para calefacción residencial han contrarrestado parcialmente los efectos de las medidas contempladas en los Planes de Descontaminación Atmosférica (PDA), vigentes desde 1997.

En las regiones de O'Higgins y del Maule, se observa una tendencia a la baja en las concentraciones de MP10. En cuanto al MP2,5, la evolución es neutra respecto a la norma horaria. Desde la Región del Biobío hasta Aysén, las tendencias son en su mayoría neutras o al alza en los niveles de MP10 y MP2,5, tanto en sus normas diaria como anual. En estos casos, las medidas incluidas en los PDAs parecen ser insuficientes para alcanzar los objetivos dentro de los plazos establecidos.

Llegamos a la conclusión que para que los Planes de Descontaminación Atmosférica logren su finalidad, es decir, cumplir con las normas primarias de calidad de aire en los plazos establecidos y proteger la salud de la población, se requiere implementar medidas más eficientes, exigentes y que sean adecuadamente fiscalizadas.

Acerca de las aguas continentales: La evolución del estado de las aguas continentales de Chile en los últimos 25 años ha estado notoriamente influido por el cambio climático. El país ha sufrido los efectos de una prolongada sequía, cuyos efectos perduran, pese al mejoramiento de la pluviometría de los últimos años. En estos 25 años hemos constatado como han disminuido los caudales de los ríos de Chile, en especial en las zonas Centro-Norte, Centro y Centro-Sur. Notoria es la disminución de los ventisqueros, cuya velocidad de retroceso se pueden constatar en un lapso tan corto como 25 años. En estos años, la contaminación y el deterioro de la calidad de las aguas se han incrementado principalmente por el incremento de la población y la baja fiscalización de RILES.

La revisión de estudios sobre disponibilidad y contaminación hídricas de los últimos 25 años llevan a concluir sobre la necesidad urgente de intensificar las investigaciones sobre este bien de la naturaleza. La evolución del estudio de los caudales de los principales ríos del país ha seguido perfeccionándose. Hay temáticas que necesitan reforzarse como los estudios de la contaminación de las aguas continentales, la evolución de los volúmenes de hielo de los glaciales, y el manejo de cuencas hídricas, enfocado éste en forma integral, social económica y ambiental. Además, se debe también abordar el impacto de los patrones de circulación meteorológica imperantes en el Pacífico Sur y el cambio climático, sobre todo en un contexto de aumento de presión por el uso del recurso. Un tema muy relevante es la necesidad de políticas que aborden la privatización y asignación de los derechos de agua y del aprovechamiento consuntivo de las aguas subterráneas.

En consecuencia, para avanzar en el tema hídrico se reconoce que cada vez es más importante la influencia del uso de suelo y las prácticas de manejo de este sobre la disponibilidad de recursos y la sustentabilidad de los ecosistemas.

Se deduce de la experiencia de los últimos decenios que es necesario resolver con urgencia la elevada dispersión institucional involucrada en materia de gestión del agua, y dotar de recursos, tanto a la Dirección General de Aguas como al Ministerio del Medio Ambiente, para continuar proporcionando información confiable y oportuna, aprovechando los importantes cambios observados en el período en materia de tecnológica, para el monitoreo del estado, presión y respuesta de las aguas continentales.

Sobre los bosques nativos: La evolución de los últimos 25 años ha seguido una tendencia constante de pérdida de bienes naturales, particularmente bosques nativos. Uno de los principales desafíos ha sido contar con cifras confiables sobre el deterioro y la pérdida de estos ecosistemas. Muchas de las estadísticas no son comparables entre sí debido a cambios en las definiciones y clasificaciones aplicadas durante este período. Por ejemplo, en las últimas décadas se han incluido sabanas y ecosistemas altiplánicos como parte de la superficie de bosque nativo en las cifras oficiales, basándose en la proyección de la copa al suelo, lo que ha generado datos confusos e inadecuados para evaluar la pérdida real.

A partir de las investigaciones más confiables revisadas en todas las ediciones del Informe (que consideran tanto fuentes directas como estimaciones indirectas, como el consumo informal de leña) se ha estimado una pérdida anual de aproximadamente 30.000 hectáreas de bosque nativo. Esto implicaría una pérdida acumulada de cerca de 750.000 hectáreas en los últimos 25 años. Adicionalmente, se estima que al menos 2 millones de hectáreas de bosque nativo en pie presentan algún grado de deterioro.

Las causas de la pérdida se han mantenido constante a lo largo del tiempo, siendo las dos fundamentales: 1) la conversión de bosques a matorrales y praderas, en su mayoría como consecuencia de incendios, para ser utilizados en actividades ganaderas; 2) la sustitución de bosque nativo por plantaciones forestales. A ello se suma la habilitación de suelos para la agricultura, y la corta de bosque nativo para la producción de leña, combinado frecuentemente con pastoreo no regulado. Las respuestas del Estado, y de la sociedad en general, dado estos antecedentes, han sido evidentemente insuficientes. La nueva ley sobre bosque nativo ha tenido solo un efecto marginal.

Relativo a la Biodiversidad: Ha sido difícil elaborar un estado riguroso de la biodiversidad chilena. Después de 25 años se ha avanzado lentamente en la clasificación de especies, pasando de 28.875 a 36.200 Según estimaciones quedaría aún por identificar el 90% de las especies de flora y fauna silvestres. De las clasificadas solo 1.433 han sido validadas por el Reglamento de Clasificación de Especies. Las especies oficialmente amenazadas en el país ascienden a 882, es decir que el 62% de las especies validadas se encuentran En Peligro Crítico, En Peligro y Vulnerables.

No han variado mayormente las causas de la pérdida de la biodiversidad de especies. Ellas siguen presentes: Urbanización, agriculturización, forestación, fragmentación del hábitat, contaminación minera e industrial y especies exóticas invasoras. El cambio más positivo que se puede señalar en estos últimos años dice relación con las áreas protegidas, tanto públicas como privadas.

En estos 25 años se han reiterado los esfuerzos del sector público para establecer estrategias y políticas, diseñar un plan nacional y planes regionales; la gran mayoría de estos instrumentos no tiene ningún efecto práctico sobre la conservación de la biodiversidad. El problema fundamental es que los sectores públicos no tienen mayor influencia en las principales causas de pérdidas antes señaladas. Tampoco han tenido impacto los convenios internacionales.

Los reiterados problemas en la aplicación del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, las tergiversaciones legales en torno a este sistema, y la falta de jerarquización que se le da a la biodiversidad en los estudios de impacto ambiental, han sido también factores de pérdida de especies y deterioro de ecosistemas. Si bien ha existido voluntad política para revertir esta situación, dichos esfuerzos se ven debilitados por diagnósticos deficientes respecto a las causas del problema y la eficacia de los instrumentos disponibles. Como resultado, muchas de las iniciativas formuladas carecen de impacto real y terminan reduciéndose a meras declaraciones de buenas intenciones.

Con relación a los suelos: Hay un hecho irrefutable: Chile va perdiendo progresivamente su recurso suelo y ello influye significativamente en el incremento de las tierras degradadas del país. El suelo es uno de los bienes con rezagos muy significativos de investigación, reconociendo las complejidades derivadas de sus múltiples componentes y de la gran diversidad territorial de un bien como este.

Los informes de los 25 últimos años han evidenciado la pérdida progresiva de los suelos y el deterioro de muchos territorios debido principalmente a la erosión y la contaminación. La degradación física no-erosiva del suelo que involucra una amplia gama de problemas y procesos dentro de los cuales se puede mencionar el encostramiento, la reducción de permeabilidad, compactación, aireación pobre, subsidencia y pérdida de estructura, se presentan en el país. Sin embargo, no existen estudios globales que sinteticen la degradación física no-erosiva del suelo en Chile. No obstante, se han realizado una serie de trabajos que señalan la presencia de problemas de degradación física en diversas regiones del país, con énfasis en la zona central. En cuanto a la degradación química del suelo, procesos como la acidificación, la salinización y la contaminación están claramente presentes en el país, pero al igual que en el caso anterior, no se dispone de estudios nacionales que los sistematicen de manera integral.

Los Informes elaborados han mostrado la situación de los componentes bióticos del suelo, haciendo hincapié en su importancia de procesar los desechos orgánicos provenientes de plantas, animales y humanos, de regular el ciclo del carbono y del agua, de controlar poblaciones de organismos patógenos y de descontaminar desechos tóxicos. En Chile, el uso inadecuado del suelo ha alterado negativamente el ciclo del carbono, convirtiendo a los suelos en una fuente importante de emisiones que contaminan la atmósfera.

Uno de los temas más complejos que se ha debido abordar ha sido la erosión del suelo a nivel nacional. Las comparaciones históricas han sido difíciles debido a la falta de consistencia metodológica entre estudios. No obstante, mediante ajustes técnicos, se logró estimar la magnitud del problema: por ejemplo, en la Región de Coquimbo, el 84% del territorio presenta algún grado de erosión. A nivel nacional, se estima que la erosión severa y muy severa afecta al 9% y 15% del territorio respectivamente, mientras que apenas el 9% de los suelos se mantiene libre de erosión. El cambio climático ha exacerbado aún más esta situación, intensificando la vulnerabilidad del suelo.

Fue bastante difícil clarificar las causas dándole la dimensión correspondiente. El uso del suelo mayoritariamente corresponde al a actividad silvoagropecuaria. Nos sorprendió comprobar que no se le daba la relevancia adecuada a las formas de tenencias y a la racionalidad del productor.

Las respuestas del Estado que estudiamos en estos 25 años, dadas las cifras, han sido con certeza insuficientes. El problema reside en que al no incidir directamente en la racionalidad productiva. Los esfuerzos se han centrado en proyectos y líneas de acción que no apuntan a las causas señaladas, por lo que los efectos han sido muy limitados.

Acerca de los Ecosistemas marinos y zonas costeras: Una de las principales conclusiones derivadas del estudio de los ecosistemas marinos durante los últimos 25 años ha sido la gran dificultad para generar investigaciones confiables a nivel nacional. Factores como el cambio climático y los ciclos naturales de variación de la temperatura del mar —incluidos fenómenos como El Niño y La Niña— complejizan aún más el análisis y la interpretación de los procesos marinos.

A pesar de estas dificultades, se ha podido constatar un grave deterioro en los recursos marinos. Los datos sobre las pesquerías son categóricos: de las 28 unidades pesqueras del país, solo 3 están subexplotadas, 9 en plena explotación, 10 sobreexplotadas y 6 en estado de agotamiento o colapso. Adicionalmente, existen 13 recursos que constituyen pesquerías sin información suficiente, los cuales han sido clasificados como "en plena explotación", aunque se sospecha que varios de ellos podrían estar sobreexplotados. En resumen, entre el 57% y 60% de los recursos pesqueros del país estarían agotados o sobreexplotados.

En cuanto a la contaminación marina, la situación es variable. Respecto a los metales pesados, en general se observa una mantención o disminución de sus concentraciones en las aguas. Sin embargo, en la matriz sedimentaria, los niveles promedio de cadmio y plomo han disminuido recientemente, aunque aún persisten riesgos. Por otro lado, los niveles de nutrientes (como nitrógeno y fósforo total) y de materia orgánica han mostrado una tendencia al alza. Además, la acumulación de basura marina, especialmente plásticos, ha aumentado significativamente en las últimas décadas, agravando la presión sobre los ecosistemas marinos.

Durante este período también se ha evidenciado una creciente necesidad de conservar mejor los humedales del país. Chile cuenta con aproximadamente 40.000 humedales de diversos tipos, la mayoría asociados al borde costero. Estos ecosistemas cumplen un rol clave en la reproducción de la biodiversidad y en la mitigación del cambio climático. No obstante, y de forma paradójica, el propio cambio climático junto con las acciones antrópicas es uno de los principales factores que los amenaza.

En relación con la gobernanza costera, se han promulgado múltiples leyes y reglamentos orientados a mejorar la situación de los ecosistemas marinos. Sin embargo, su implementación ha sido débil y los mecanismos de fiscalización han resultado poco eficientes, lo que ha limitado significativamente su impacto.

Asentamientos humanos: Los estudios sobre el estado del medio ambiente, y las causas de su situación y además las respuestas institucionales y de la sociedad se han proyectado también hacia los asentamientos humanos, mostrando los graves problemas que presentan. Se reconoce una población que envejece, una disminución de la población en el medio rural, un crecimiento persistente de población residiendo en centros urbanos y un crecimiento acelerado de las áreas metropolitanas de Santiago, Gran Valparaíso y Gran Concepción.

El proceso urbanizador muestra que las ciudades al crecer incorporan asentamientos menores a su espacio territorial, extendiendo la mancha urbana de terreno pavimentado, limitando seriamente la percolación de las aguas de lluvia, afectando al medio ambiente rural, eliminando vegetación, utilizando suelo originalmente dedicado la producción de alimentos y otros fenómenos asociados.

El fenómeno de la migración internacional ha generado un impacto significativo en especial en los asentamientos irregulares, así como en el empleo, la pobreza, los servicios de salud y la educación. Hemos constatado en los últimos 15 años el aumento de campamentos, lo que ha acelerado el deterioro ambiental.

Desde el punto de vista climático las modificaciones climáticas asociada a la urbanización están el incremento de temperaturas y la disminución de la humedad y ventilación atmosférica, junto a la sustitución de uso y cobertura de suelos naturales por superficies urbanas, ha favorecido el establecimiento de islas de calor urbanas. Así, las ciudades tienden a ser más cálidas que su periferia.

Reflexión a 25 años: Esta rápida mirada a la situación de los principales bienes de la naturaleza, muchos de ellos recursos básicos y fundamentales para el crecimiento del país, nos muestra que en la actualidad Chile es más pequeño de lo que era en 1999. Los datos expuestos sobre el aire, las aguas continentales, la biodiversidad, los bosques nativos, los suelos y los ecosistemas marinos y del borde costero son categóricos y así lo demuestran.

Los esfuerzos para hacer una mejor gestión ambiental y disminuir los efectos negativos del crecimiento económico y del mejoramiento de la calidad de vida, en su gran mayoría han fracasado. En estos 25 últimos años se han creado organismos institucionales, elaborado leyes, reglamentos, normas y procedimientos para la protección, conservación y recuperación del medio ambiente en el país, pero no han tenido efectos positivos esperados. El problema fundamental radica que mucha de la burocracia institucional y legal creada versa sobre procesos de cambios y de deterioros cuyas acciones están en manos privadas que obedece a racionalidades tendientes a la maximización de las utilidades económicas a corto plazo y que poco tiene que ver con la conservación.

A esta situación se suma la escasez y las deficiencias en la información disponible para la elaboración de los informes. Ha prevalecido una lógica centrada en el estudio de los recursos naturales tradicionales del país, particularmente aquellos con mayor rentabilidad en su explotación. Esta tendencia se ve agravada por la falta de estudios integradores a nivel nacional. Las investigaciones suelen estar vinculadas a proyectos específicos de desarrollo con alcances territoriales y temporales limitados, lo que impide una visión sistémica y articulada del estado ambiental del país.

El problema básico que verificamos es que no hay un marco nacional que priorice y permita asignar recursos de investigación para la prospección de los bienes de la naturaleza. En algunas regiones, se han realizado estos marcos, pero no pasan de ser indicativos.

A nivel universitario, tampoco encontramos las respuestas que esperábamos. Aunque no se registran contribuciones institucionales de otras universidades en los Informes, sí se contó con la valiosa participación de científicos provenientes de diversas casas de estudio. Su selección no solo obedeció a su excelencia académica, sino también a su capacidad de trabajar desde enfoques transdisciplinarios e interdisciplinares.

A lo largo de este proceso, comprendimos que Chile enfrenta el desafío de adoptar enfoques epistemológicos verdaderamente eficaces, que permitan generar soluciones científicas a problemas complejos mediante la integración de múltiples disciplinas y saberes. Si bien existen esfuerzos serios para abordar estos desafíos mediante la articulación de diversas ciencias, en la mayoría de los casos estos intentos se limitan a enfoques aditivos o paralelos. Es urgente avanzar desde una lógica de multiciencia hacia una auténtica interciencia, donde la colaboración disciplinaria genere conocimiento integrado y transformador.

De esta forma ubicamos personalidades de gran solidez de su especialidad, pero con la capacidad para estableces enfoques complejos donde convergen las ciencias naturales, sociales y humanas, con el desarrollo de eslabones inter-científicos sólidos. Costó mucho avanzar en la integración, en especial profundizar las dimensiones políticas y sociales. De los déficits actuales surgieron necesidades de profundizar conocimientos, en temas como: racionalidad de actores sociales y productivos, condicionantes de uso, estructuras y formas de tenencia, horizontes de planificación, racionalidad de sobrevivencia, heterogeneidad de actores productivos, etc.

Como puede apreciarse a lo largo de la lectura de los informes, el tema del cambio climático ha estado presente, pero sin eclipsar el resto de cada informe. Deliberadamente evitamos replicar el enfoque dominante en los informes de países desarrollados, donde se privilegia casi exclusivamente la mitigación de la contaminación atmosférica. Nuestro problema no es ese, sino la conservación de nuestros bienes de la naturaleza de donde salen los recursos para nuestro crecimiento como país.

Desafortunadamente todos los gobiernos nacionales y la estructura ambiental de estos 25 años han mostrado una preocupación predominante por avanzar hacia la carbono neutralidad, relegando a un segundo plano los problemas de conservación de los bienes naturales. Esta situación se ve agravada por las limitadas competencias que el Ministerio del Medio Ambiente posee en materia de protección y conservación.

Funciones tan relevantes como la gestión de los bosques nativos han estado, hasta hace muy poco, fuera del control directo del Ministerio del Medio Ambiente. La situación es aún más compleja en el caso del agua, donde más de 30 instituciones comparten responsabilidades, lo que genera una fragmentación que dificulta su protección efectiva. En cuanto al suelo, su gestión recae principalmente en el Ministerio de Agricultura, mientras que el mar se encuentra aún más alejado de la órbita ambiental, al estar bajo la administración de la Subsecretaría de Pesca, el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) y la Armada de Chile, a través de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR), entre otros organismos.

La revisión de los antecedentes recopilados (especialmente durante la última década) permite concluir que las instituciones que más han contribuido a enfrentar los problemas ambientales del país han sido el Servicio de Evaluación de Ambiental (SEA), dependiente del propio Ministerio del Medio Ambiente, y la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), cuyo rol fiscalizador ha sido clave en la aplicación de la normativa ambiental vigente.

Llegamos a la conclusión que es de imperiosa necesidad una modificación profunda del Ministerio del Medio Ambiente, reforzando funciones y dependencia que le permitan planificar y gestar el uso de los ecosistemas y sus componentes, con especial mención en los amenazados. Ante las actuales proyecciones ambientales futuras esta modificación es imperiosa para sacar al Ministerio de su condición marginal. Por último, éste debería hacerse cargo de dos instrumentos que en nuestra experiencia, creemos fundamental para mejorar la gestión ambiental en Chile: La elaboración de Estudios de Línea Base, a nivel regional y subregional, y con ellos, realizar el Estudio Global de Ordenamiento Territorial, que sea por definición consustancialmente ambiental.

Informe PAIS

Edición 2025

ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE
Y DEL PATRIMONIO NATURAL



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

InformePaís2025

ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE
Y DEL PATRIMONIO NATURAL



Macropresiones del medioambiente

PRIMERA PARTE

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

PRIMERA PARTE
MACROPRESIONES DEL MEDIOAMBIENTE.



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

Autores:
Gustavo Orrego-Mendez (1)

Edición:
Héctor Anabalón Zurita (2)
Ángela María Larenas Libreros (3)

(1) Investigador, Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.
(2) Secretario ejecutivo e investigador, Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.
(3) Estudiante de Administración Pública, Semillerista Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.

1. INTRODUCCIÓN



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

1.1. EL CONTEXTO MUNDIAL, REGIONAL Y NACIONAL DE CRISIS AMBIENTAL Y CLIMÁTICA

A cinco años de iniciada la denominada “década decisiva” para enfrentar la crisis climática, la comunidad internacional se encuentra inmersa en un escenario de múltiples tensiones convergentes: 1) aceleración de los impactos del cambio climático, 2) una creciente inestabilidad geopolítica, 3) nuevas desigualdades socioeconómicas post-pandemia, y 4) una respuesta climática aún insuficiente en ambición y velocidad.

Lejos de consolidarse los compromisos climáticos, el retroceso de varios países clave (como Estados Unidos tras el cambio de administración a finales de 2024), y el debilitamiento de la gobernanza climática multilateral, han generado una sensación generalizada de estancamiento (CAPP, 2025). La COP28 no logró acuerdos vinculantes y la reciente COP29 llevada a cabo en Bakú, Azerbaiyán, si bien se planteó como una instancia con la prioridad de establecer un nuevo objetivo para el financiamiento climático, fortalecer los compromisos para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y generar comunidades resilientes a los impactos del cambio climático (Stehr, 2024), el evento culminó sin alcanzar los acuerdos esperados en torno a dichos objetivos. La posibilidad de mantener el aumento de la temperatura bajo 1,5ºC se aleja, pese a las advertencias reiteradas del IPCC. →

A nivel internacional, la guerra entre Rusia y Ucrania, lejos de haber concluido, ha evolucionado en un conflicto de largo aliento que ha desviado recursos, debilitado acuerdos climáticos globales y fortalecido alianzas energéticas basadas en combustibles fósiles. A esto se suma el impacto inflacionario global, que ha restado prioridad a la agenda ambiental.

En América Latina, el modelo de desarrollo sigue anclado en el extractivismo. A pesar de discursos en favor de la transición energética, la región ha intensificado la explotación de minerales críticos para abastecer la electrificación global. Las estadísticas a nivel de América Latina y el Caribe indican que el deterioro ambiental, producto de la pérdida de bienes naturales, sigue agravándose. Entre los problemas ambientales más destacados, se encuentra el aumento continuo de la deforestación, la expansión de la erosión y degradación del suelo y la disminución de la disponibilidad del agua. Además, la contaminación del suelo, el agua y el aire no evidencian signos de disminución (Gligo et al., 2024). Esto ha generado nuevas tensiones sociales, especialmente en territorios indígenas y zonas ecológicamente frágiles.

En Chile, los últimos tres años han estado marcados por eventos extremos de magnitud histórica. La mega-sequía ha cumplido 15 años consecutivos, los incendios forestales de 2023 y 2024 superaron récords anteriores, y las temperaturas extremas han generado alertas rojas en diversas regiones del país. La Ley Marco de Cambio Climático ha comenzado a implementarse, pero enfrenta problemas de articulación entre niveles de gobierno y una falta de financiamiento para el diseño de los instrumentos de acción comunal de cambio climático a nivel local.

Desde la última versión del Informe, Chile vivió un proceso político-institucional marcado por dos intentos fallidos de nueva Constitución, lo que generó incertidumbre normativa en áreas clave como el rol del Estado en la protección ambiental y en la conservación de la naturaleza. Si bien se han fortalecido alianzas público-privadas en algunos sectores, especialmente en energías renovables y economía circular, la escala de respuesta aún no se alinea con la magnitud de la crisis ecológica.

Las advertencias científicas sobre los límites planetarios, como las planteadas por Marquet et al. (2022) y actualizadas por el CAPP en 2024, sitúan a Chile como un país en el que nueve límites ambientales han sido transgredidos, que en orden decreciente corresponden a: la contaminación química, pesquerías, fósforo, pérdida en biodiversidad, cambio climático, nitrógeno, uso de agua dulce desde la macrozona norte a la macrozona centro, contaminación atmosférica y cambio de uso de suelo (a nivel de Chile central). Y respecto a los cuales únicamente tres están debajo del límite establecido como óptimo (agotamiento del ozono estratosférico, el uso de agua dulce desde la macrozona centro-sur a la austral y el cambio de uso de suelo a nivel nacional).

Frente a este escenario, la novena versión del Informe País publicada en el marco de sus 25 años de existencia, destaca que el tiempo de las declaraciones indicativas ha terminado. Es imprescindible avanzar hacia un enfoque de transición ecológica justa, que articule la protección ambiental con equidad territorial, participación ciudadana y sustentabilidad intergeneracional.

1.2. EL INFORME PAÍS 2022 Y SUS PRINCIPALES TENDENCIAS

Del último informe sobre el estado del medio ambiente en Chile publicado en 2022 se pueden reconocer preocupantes tendencias medioambientales (CAPP 2023):

Respecto al aire, se destaca la persistencia de contaminación por material particulado, especialmente en zonas urbanas del centro-sur del país, con impactos en la salud de las personas.

En cuanto a aguas continentales, se reconoce la gravedad de la prolongada sequía, sobreexplotación de acuíferos y conflictos por uso del agua, especialmente en zonas rurales y agrícolas.

En bosques nativos, se observa una pérdida sostenida de cobertura, degradación por incendios y presión de usos productivos. La biodiversidad, en tanto, sufre retrocesos acelerados por fragmentación de hábitats y especies amenazadas.

Por otra parte, los ecosistemas marinos y costeros presentan impactos acumulativos por sobrepesca, contaminación e impactos del cambio climático, con pérdida de biodiversidad bentónica y erosión costera.

La minería e hidrocarburos siguen siendo sectores de alta presión ecológica, por emisiones, consumo hídrico y generación de pasivos ambientales, con importantes desafíos en materia de innovación ambiental y climática.

Estas tendencias no sólo evidencian una presión creciente sobre los sistemas naturales, sino que también revelan las limitaciones estructurales del actual modelo de gestión ambiental. En este sentido, el abordaje de la crisis ecológica no puede limitarse a soluciones técnicas o sectoriales, sino que requiere de acuerdos políticos amplios, sostenidos y con base territorial que orienten las transformaciones necesarias.

1.3. LA RECONSTRUCCIÓN DE ACUERDOS POLÍTICOS AMBIENTALES

Esta nueva versión del Informe País, publicada en el marco de los 25 años desde su primera edición, busca ser un insumo estratégico para la construcción de consensos ambientales de largo aliento, indispensables frente a la creciente complejidad de la crisis climática y ecológica que enfrenta Chile y el mundo. El punto de partida es claro: la magnitud de los desafíos ambientales no puede enfrentarse sin acuerdos transversales que trasciendan ciclos políticos, y que se sustenten en políticas de Estado robustas, sustentables y socialmente legitimadas.

En esta tarea, los consensos deben ser dinámicos, realistas y exigentes. Dependen de varios factores interrelacionados: 1) una ciudadanía ambientalmente activa y diversa, en constante evolución; 2) una comunidad científica consolidada en diagnósticos y propuestas; 3) una institucionalidad pública capaz de operar con enfoque intersectorial y descentralizado; 4) un empresariado que asuma un rol transformador; y gobiernos regionales y locales empoderados para ejecutar planes de acción en el territorio. Si estas condiciones convergen, los consensos ambientales pueden no solo consolidarse, sino también transformarse en fuerza impulsora de un nuevo modelo de desarrollo.

En los últimos años, Chile ha evidenciado una creciente maduración del “sentido común ambiental”, el cual ha dejado de ser patrimonio exclusivo de movimientos de nicho para convertirse en una demanda transversal de la sociedad civil. Esta tendencia se ha reflejado en el fortalecimiento de alianzas público-privadas, en la institucionalización de la acción climática (con la Ley Marco de Cambio Climático), y en una mayor valoración social del rol estratégico que cumple la protección de la biodiversidad, la transición energética y la adaptación territorial a los impactos del cambio climático.

Sin embargo, estos avances coexisten con tensiones estructurales aún no resueltas: conflictos por el agua, desigualdad en la distribución de riesgos ambientales, procesos extractivos intensivos en zonas de sacrificio, fragmentación normativa y falta de voluntad política en algunas materias clave. A pesar de ello, uno de los espacios que ha logrado sostener niveles de acuerdo intergubernamental ha sido el energético. A lo largo de tres gobiernos consecutivos, se ha mantenido una línea de continuidad en la promoción de energías renovables, la descarbonización progresiva de la matriz, y el impulso a la industria del hidrógeno verde como polo de desarrollo estratégico.

Hoy, en abril de 2025, Chile se encuentra ante un escenario en el que los consensos ambientales ya no pueden postergarse ni quedar atrapados en debates políticos inconducentes. La evidencia científica, la presión de las comunidades y las crecientes crisis climáticas están dejando en claro que el país requiere acciones concretas, sostenidas y con visión de largo plazo.

Más allá de declaraciones o diagnósticos reiterados, lo ambiental debe instalarse como una dimensión transversal del quehacer público y privado, con marcos regulatorios eficaces, planificación territorial adaptativa y una institucionalidad capaz de coordinar actores diversos en todos los niveles.

El desafío ahora no es elaborar nuevas visiones, sino implementar con urgencia lo ya acordado, escalar las buenas prácticas y corregir las brechas estructurales que impiden avanzar a la velocidad que exige la crisis. Este Informe País 2025 se propone justamente contribuir a ese propósito: ofrecer evidencia clara, análisis crítico y propuestas viables para que la acción ambiental en Chile deje de ser reactiva y fragmentada, y se convierta en un eje estratégico de desarrollo con sentido de urgencia, responsabilidad y justicia territorial.

2. METODOLOGÍA



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

2.1. PRESIÓN-ESTADO-RESPUESTA

El modelo utilizado históricamente para el desarrollo del Informe País, se denomina Presión-Estado-Respuesta (PER). Este se basa en una lógica causal (Ver Figura 1), según la cual, las actividades humanas ejercen presiones sobre el medio ambiente (presión), que éste registra cambios en la cantidad y/o calidad de los recursos naturales y/o componentes de la naturaleza en función de ellas, lo que conlleva finalmente a que la sociedad responda mediante la adopción de políticas e instrumentos medioambientales, económicos y sectoriales que busquen mantener los equilibrios sociales y ecológicos que les parezcan pertinentes (respuesta) (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE], 1993):

Cuadro 1. Modelo Presión-Estado-Respuesta.



Fuente: Elaboración propia en base a Pandia (2016).

El modelo PER, fue desarrollado a partir del modelo de Presión-Respuesta formulado por Friends y Raport (1979). Ha sido ampliamente utilizado por la OCDE, siendo uno de los más aceptados a nivel internacional, producto de su simpleza y facilidad de aplicar en distintos niveles y escalas geográficas (Velasquez y D'Armas, 2013).

Para efectos del presente informe, se han considerado las siguientes definiciones conceptuales para cada uno de los elementos del modelo PER (Pandia, 2016):

Presión: Se refiere a los factores o fuerzas que influyen en el estado del medio ambiente y la naturaleza de forma individual o colectiva, incluyendo aquellas naturales o de origen antrópico. En el caso del presente informe se considerarán los principales factores o fuerzas, los que serán entendidos como "macropresiones", por ejemplo: crecimiento económico y el cambio climático.

Estado: Hace referencia a la condición actual y/o futura de recursos naturales, componentes de la naturaleza, ecosistemas y hábitats, condición que resulta de las presiones, y el deterioro que en ellos generan las diferentes actividades humanas. Es relevante resaltar que el estado del medio ambiente, incide en la salud humana, el bienestar, así como en el tejido socioeconómico de la sociedad. En esta ocasión, se consideró analizar el estado de: aire, aguas continentales, bosques nativos, biodiversidad, suelos (con énfasis en su desertificación y degradación), ecosistemas marinos y el borde costero, minerales e hidrocarburos, asentamientos humanos y energía.

Respuesta: Se definen como las medidas sociales, económicas, ambientales e institucionales que se adoptan para evitar y/o reducir el impacto que tienen las presiones sobre el medio ambiente. En el caso chileno, un ejemplo corresponde al "Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)", los planes de descontaminación y prevención, los planes de manejo de recursos naturales, la evaluación ambiental estratégica y otros instrumentos vigentes en la legislación.

Es importante resaltar que la metodología para la confección del presente Informe País contiene variaciones respecto a la utilizada para la formulación de los informes anteriores. Si bien, se mantiene el enfoque Presión-Estado-Respuesta, la tercera parte del informe, referida a las "respuestas" incorpora no solamente la "Institucionalidad y Gestión Ambiental", sino que también, se incluyen propuestas de políticas públicas ambientales y climáticas que apuntan a generar variaciones sustanciales en el modelo de desarrollo chileno. Las políticas propuestas, a su vez, se constituyen de lineamientos y acciones para cada uno de los recursos naturales y/o componentes de la naturaleza considerados en la segunda parte del informe.

Como segunda diferencia, la actual versión del Informe País, incluye un capítulo especial sobre "Cambio Climático y Desastres Socio Naturales", en el cual se exponen las catástrofes más significativas de la década reciente y se presentan fundamentos para una política de prevención y actuación frente a desastres. Dicho capítulo tiene como antecedentes trabajos que el CAPP ha efectuado en los últimos años.

Por último, se debe destacar que esta metodología de trabajo tiene la ventaja de poder ser fácilmente adoptada para el desarrollo de estudios similares en otros países de América Latina y El Caribe, aquello sin perder de lado las particularidades propias de cada territorio.

2.2.1. Revisión bibliográfica

En primera instancia, para recopilar la información, se realizó una revisión bibliográfica. Es decir, se procedió a efectuar una revisión de los elementos cuantitativos y cualitativos de artículos científicos y de opinión, informes gubernamentales, libros y minutas legislativas, tanto en español como en inglés, con el propósito de sintetizar la información existente respecto a los temas abordados en la primera, segunda y tercera parte del Informe País (Manterola et al., 2013). Durante este proceso, se prestó especial atención al trabajo de Universidades nacionales, centros académicos e investigadores con experticia en las materias tratadas en este estudio, de modo de efectuar un "completo análisis" del estado del arte en las materias ambientales y climáticas sectoriales como en el enfoque de su integración general.

Para realizar una revisión sistemática es fundamental definir preguntas de investigación que orienten el análisis (Hernández, 2019). En el caso de este estudio, se utilizaron como base las preguntas que sustentan al enfoque PER (Pandia, 2016):

- ¿Qué y quién está afectando los recursos naturales y/o los componentes de la naturaleza?
- ¿Cuál es el estado de los recursos naturales y/o de los componentes de la naturaleza?
- ¿Qué está haciendo la sociedad para evitar, reducir y/o resolver los problemas ambientales?



3.MACROPRESIONES SOBRE EL MEDIOAMBIENTE



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

En las últimas décadas, en Chile se ha profundizado y agudizado la presión sobre sus ecosistemas y componentes naturales, resultado de profundas transformaciones económicas, sociales y ambientales tanto a nivel global como nacional. Esta primera parte de la novena edición del "Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile 2025" se enfoca en analizar las macropresiones que, desde una perspectiva estructural y sistémica, condicionan el estado actual del medio ambiente chileno y desafían su sustentabilidad ambiental futura.

Para efectos de este capítulo, es importante comprender las macropresiones como aquellos grandes factores o fuerzas que influyen en el estado del medio ambiente y la naturaleza, muchas de las cuales están interrelacionadas y responden a dinámicas globales. En este capítulo se detalla en particular el crecimiento económico, los sectores productivos, los factores demográficos y sociales, así como los efectos del cambio climático, entendidos no solo como presiones individuales, sino como expresiones de un modelo de desarrollo que requiere ser repensado.

Es importante destacar que la presente sección cumple el propósito de proporcionar evidencia (cuantitativa y cualitativa) sobre tendencias que configuran el entorno ambiental del país. El carácter multidimensional de las macropresiones aquí presentadas pone de relieve la necesidad de transitar hacia un modelo de desarrollo más resiliente y ambientalmente sustentable. Este diagnóstico inicial servirá como base para el análisis del estado de los diferentes componentes en la naturaleza en la segunda parte del informe, así como para la evaluación de las políticas y respuestas desde la institucionalidad ambiental en la tercera sección.

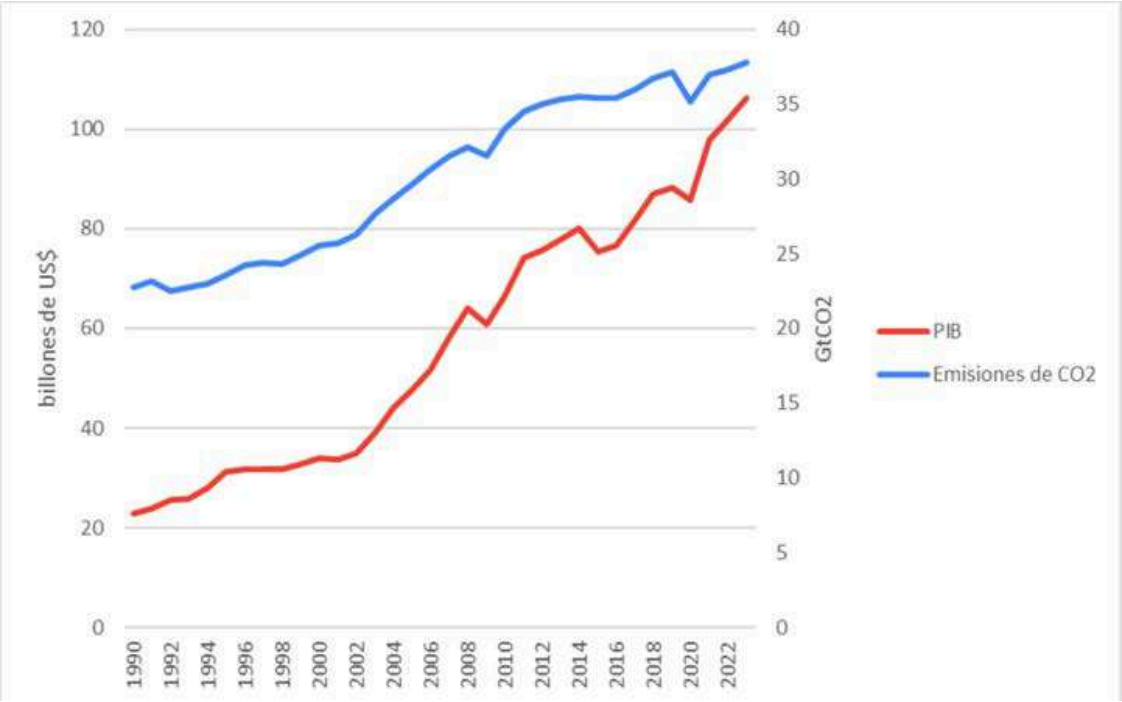
3.1. EL CRECIMIENTO ECONÓMICO GLOBAL Y NACIONAL

El crecimiento económico a nivel global y nacional ha sido, es y seguirá siendo una de las principales macropresiones sobre el medio ambiente, esto se debe a que toda actividad económica-productiva requiere de recursos naturales que la pueda hacer posible. En otras palabras, el crecimiento económico es sinónimo de importantes transformaciones a los recursos naturales que pueden causar efectos negativos al medioambiente, ya sea de forma directa o indirecta (Suárez, 2011).

En las últimas décadas, el crecimiento económico global y el deterioro del medio ambiente ha aumentado a niveles sin precedentes. El Producto Interno Bruto (PIB) ha pasado de 1,45 billones de US$ en 1961 a 106,17 billones de US$ en 2023, lo que implica un crecimiento acumulativo anual del 5,35% en 62 años (Banco Mundial, 2022a). Sin embargo, este crecimiento económico ha conducido a una continua degradación y contaminación del medio ambiente, así como de una extracción y agotamiento de recursos naturales no renovables, un ejemplo de ello ha sido el aumento de las emisiones globales de CO2 por parte de combustibles fósiles, que en 1960 fue de 9,4 GtCO2 llegando actualmente a la cifra de 37,8 GtCO2 (incremento de un 302,13%) (Solórzano-Chamorro et al., 2022; Global Carbon Project, 2025).

Tal como se observa en la Figura 2, en el periodo 1990-2023, en la medida que ha crecido el PIB mundial, también se ha producido un aumento de las emisiones globales de CO2. Si bien han existido periodos en los que las emisiones de CO2 han disminuido, estos suelen coincidir con los años en los que el PIB ha ido a la baja, tal como lo han sido las recesiones económicas de 2009 y 2020. Esto podría probar que existe una estrecha relación entre el crecimiento económico y las emisiones de CO2.

Figura 2. Comparación de emisiones de CO2 y valor de PIB a nivel mundial, periodo 1990-2023.

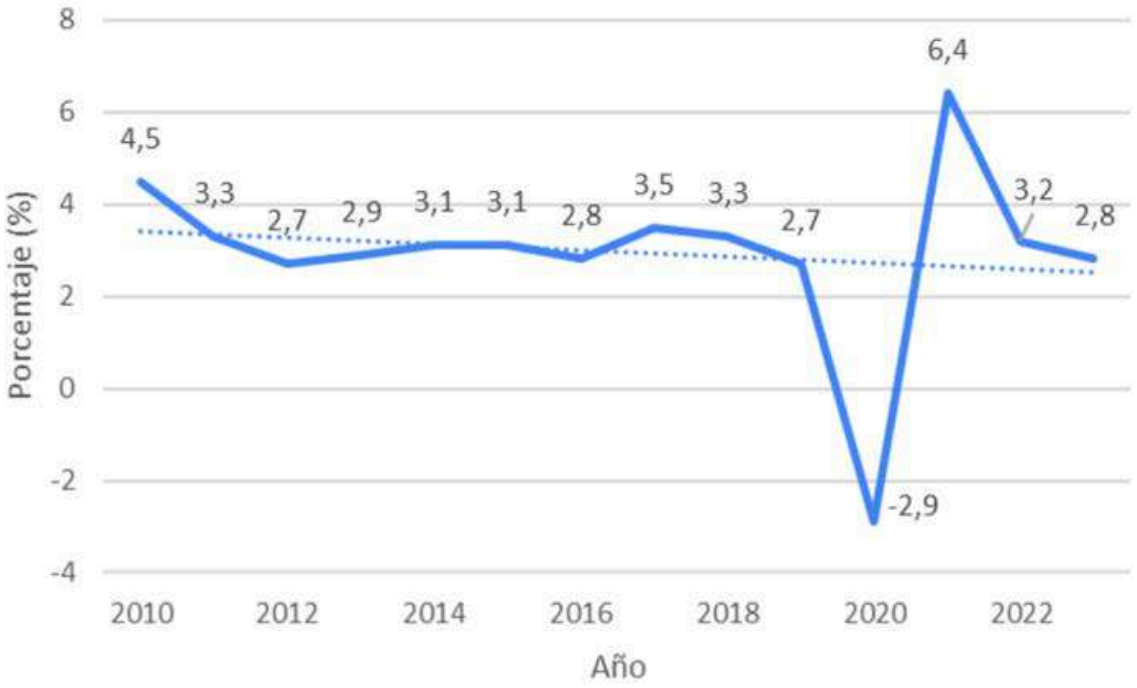


Fuente: Banco Mundial, 2025a; The Global Carbon Project, 2025.

Pese a que durante el periodo 2010-2023, ha seguido existiendo un continuo crecimiento económico a nivel mundial, es posible observar una tendencia a la baja **(Ver Figura 3).** Entre los años 2010 a 2012 el crecimiento económico se vio disminuido, para volver a aumentar el año 2013 (2,9%) y 2014 (3,1%). El año 2015 mantuvo el nivel de crecimiento registrado el año 2014 (3,1%), observándose una leve disminución para el año 2016 (2,8%). Para los años 2017 a 2020, se evidencia un crecimiento a la baja, destacando la recesión económica del año 2020, la cual se asocia a la crisis sanitaria del COVID-19 que implicó una serie de estrictas medidas de confinamiento y resguardo a lo largo del mundo, y con ello una reducción de la actividad económica (Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales, 2021). Los cambios en las actividades económicas producto de la pandemia, generaron diversos efectos sobre el medioambiente, como por ejemplo, una temporal reducción de las emisiones de CO2 a nivel mundial por parte de combustibles fósiles y la industria, las que alcanzaron en 2020 su nivel más bajo desde el año 2012 (35,1 GtCO2), no obstante, en 2021 las emisiones de este compuesto aumentaron aproximadamente en un 5,1% (36,9 GtCO2) en comparación con el año 2020, estando cerca de superar los niveles previos a la pandemia (37,1 GtCO2 del año 2019) (Global Carbon Project, 2025).

El año 2021, no destacó únicamente por el aumento en las emisiones de CO2, sino también por ser aquel con el mayor crecimiento económico del periodo 2010-2023, lo que se atribuye a los procesos de vacunación masiva en los países desarrollados, al conjunto de medidas económicas expansivas y a la reducción de las medidas sanitarias implementadas por los diferentes gobiernos (Subsecretaria de Relaciones Económicas Internacionales, 2021). En 2022 y 2023, el crecimiento económico mundial continuó, con un PIB de 101,7 en 2022 y 106,17 en 2023, mientras que las emisiones de CO2 también siguieron en aumento, alcanzando 37,3 GtCO2 en 2022 y 37,8 GtCO2 en 2023.

Figura 3. Crecimiento del PIB a nivel mundial (% anual), periodo 2010-2023.



Fuente: Banco Mundial, 2025b.

En Chile, al igual que a nivel mundial, el crecimiento económico sigue siendo a costa de la extracción, contaminación y/o deterioro de los recursos naturales que posee el país, recursos que continúan constituyendo la "ventaja comparativa" con la cual Chile se ha insertado económicamente a nivel internacional. Es decir, en el país prevalece un modelo económico que privilegia la dimensión económica sobre las restantes (social y ambiental).

Las riquezas naturales del país le permitieron crecer a una tasa promedio anual de 6,3% entre 1991 y 2000 (Banco Mundial, 2025c). Para el periodo 2001-2010, el país continuó su crecimiento económico, aunque a una tasa promedio anual inferior (4,34%). El crecimiento registrado en este periodo se generó en parte gracias a las favorables condiciones externas, tales como el sostenido incremento en el precio de los "comodities", principalmente del cobre; una rigurosa y exitosa política fiscal; y el crecimiento experimentado por importantes socios comerciales (China, India, países de América Latina, entre otros).

Chile tiene una economía pequeña y muy abierta, fuertemente dependiente del comercio exterior, lo que ha generado importantes variaciones en su tasa de crecimiento económico a lo largo de los años. Por ejemplo, el país pasó de un crecimiento del 3,8% en 2008 a una contracción de -1,1% en 2009. No obstante, gracias a la recuperación del mercado internacional y a la reconstrucción posterior al terremoto de 2010, la economía volvió a repuntar, alcanzando un crecimiento del 5,9% en 2010, 6,2% en 2011 y 6,2% en 2012 (Banco Mundial, 2025c). Sin embargo, en los años siguientes, la alta dependencia de Chile de los mercados internacionales comenzó a pasar factura. En 2015, el crecimiento fue de 2,2%, pero en 2016 descendió a solo 1,8%, y en 2017 se redujo aún más a 1,4%. En 2018, la economía experimentó una leve recuperación, alcanzando un crecimiento del 4,0% (ver Cuadro 1), pero en 2019 se desaceleró considerablemente, con sólo un 0,6%. Según Fonseca (2020), esta desaceleración fue exacerbada por el "estallido social", que afectó negativamente la economía, resultando en una disminución del 1,4% del PIB en comparación con las proyecciones internacionales.

En 2020, Chile sufrió una recesión económica debido a las estrictas medidas de confinamiento relacionadas con la crisis sanitaria del COVID-19, lo que provocó una caída del PIB del -6,1%. Sin embargo, en 2021, la economía se recuperó rápidamente con un crecimiento del 11,3%, impulsado por la apertura gradual del país y la adaptación tanto de los hogares como de las empresas al nuevo contexto sanitario.

En cuanto a los años 2022 y 2023, el crecimiento económico se redujo considerablemente. En 2022, la economía creció sólo un 2,1%, lo que reflejó una desaceleración tras la fuerte recuperación post-pandemia. En 2023, la situación empeoró aún más, con un crecimiento apenas perceptible del 0,2%. Esta disminución puede explicarse por diversos factores, como la alta tasa de interés implementada para controlar la inflación interna, las fluctuaciones en los precios de los commodities y la creciente incertidumbre política derivada de los fallidos intentos de redactar una nueva constitución.

En cuanto al PIB per cápita (Ver Cuadro 1 y Anexos 1 y 2), se observa una tendencia similar a la registrada para el PIB total. En 2019 y 2020 el PIB per cápita se redujo en un -0,96% y -6,98%, para volver a repuntar el crecimiento en el año 2021, el que fue aproximadamente de un 10,84%. En 2022 el crecimiento se redujo a un 1,55% y en 2023, se produjo una ligera contracción de -0,32%. Estas variaciones se asocian a las causas ya descritas en párrafos precedentes.

Cuadro 1. Tasa de crecimiento anual del PIB (%) y tasa de crecimiento anual de PIB per cápita (%), periodo 2019-2023.

Año	2019	2020	2021	2022	2023
PIB, tasa de crecimiento anual %	0,63	-6,14	11,33	2,06	0,22
PIB per cápita, tasa de crecimiento anual %	-0,96	-6,98	10,84	1,55	-0,32

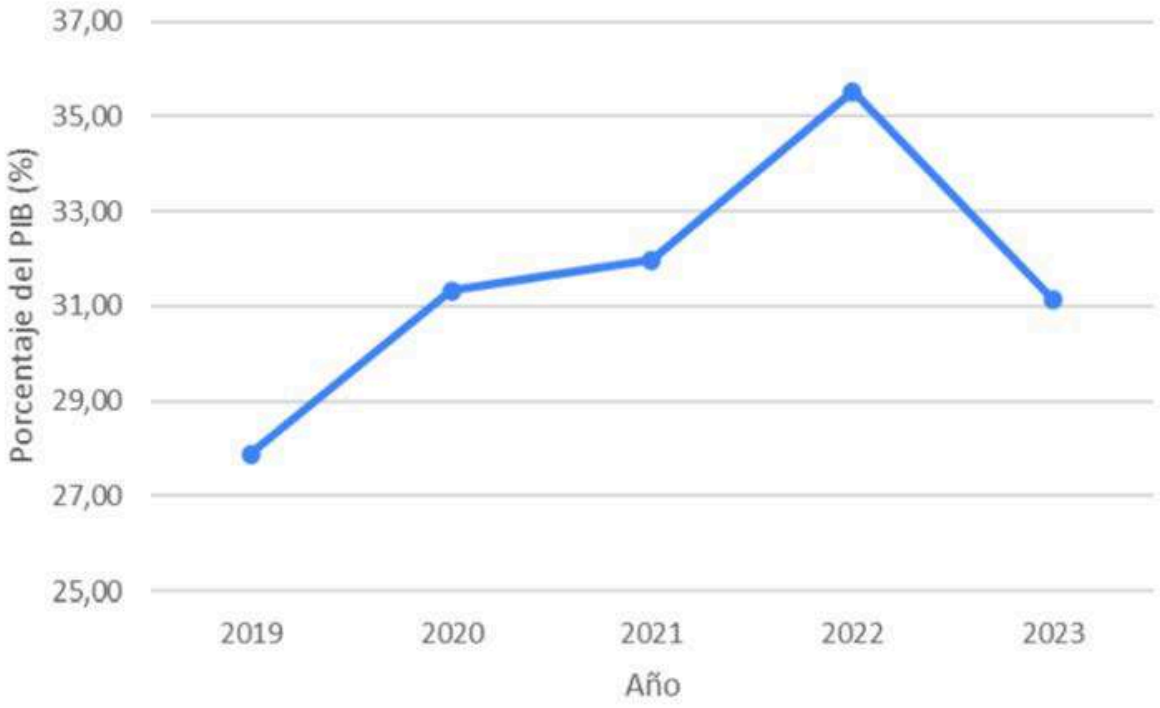
Fuente: Banco Mundial, 2025c; Banco Mundial, 2025d.

La evolución del PIB para el periodo 2019-2023 y su expresión en términos absolutos en miles de dólares se aprecian en el **Anexo 3** y **4**.

Según el Banco Mundial (2025e), el año 2024 el crecimiento económico de Chile fue de un 2,5%, estimándose que para los años 2025 y 2026 el crecimiento económico se reduzca levemente al 2,2%. Bajo este escenario se espera que la demanda externa de materias primas relacionadas con la energía verde, como el cobre y el litio, impulse las exportaciones del país, compensando en parte la reducción de la demanda causada por la desaceleración del sector inmobiliario chino.

Respecto a las exportaciones de bienes y servicios (**Ver Figura 4**), en el último quinquenio (2019-2023), estas han representado entre el 28 y el 35% del PIB.

Figura 4. Exportaciones de bienes y servicios (% del PIB), periodo 2019-2023.



Fuente: Banco Mundial, 2025f.

En términos numéricos **(Ver Cuadro 2),** las exportaciones de bienes en el año 2019 fueron de 68.792 millones de US$, cifra que aumentó a 74.024 millones en 2020, evidenciando un crecimiento a pesar de los efectos de la pandemia. En los años siguientes, se observó un incremento significativo, alcanzando 94.604 millones en 2021 y 98.556 millones en 2022, lo que refleja una recuperación y expansión del comercio exterior chileno. Sin embargo, en 2023 las exportaciones experimentaron una leve disminución a 94.557 millones, aunque en 2024 volvieron a crecer hasta 100.163 millones de US$, consolidando una tendencia positiva en el sector exportador.

Figura 4. Exportaciones de bienes y servicios (% del PIB), periodo 2019-2023.

Año	Exportaciones de bienes en millones de US (FOB)
2019	68.792
2020	74.024
2021	94.604
2022	98.556
2023	94.557
2024	100.163

Fuente: Banco Central de Chile, 2025a.

Para el periodo 2019-2024 (**Ver Cuadro 3**), se puede observar que se mantiene el crecimiento de las exportaciones chilenas hacia Asia, principalmente a China. Es posible destacar que en este periodo, las exportaciones de bienes de Chile a China aumentaron en un 72,6%. Por otra parte, las exportaciones a Estados Unidos han aumentado un 62% en el mismo periodo. Resalta igualmente que las exportaciones a Brasil aumentaron un 63,9% en este periodo.

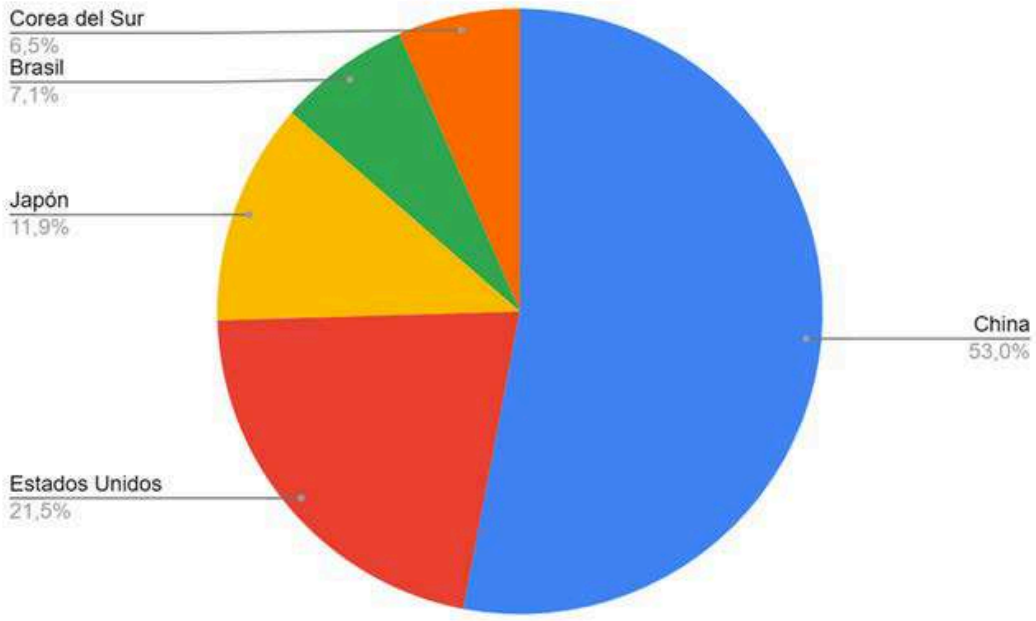
Cuadro 3. Exportación de bienes por principales destinos geográficos en millones de US (FOB) (2019-2024).

Países	2019	2020	2021	2022	2023	2024
China	22.146	28.629	36.278	38.902	37.016	38.234
Estados Unidos	9.584	9.787	15.001	13.609	14.404	15.528
Japón	6.225	6.623	7.186	7.498	6.794	8.556
Brasil	3.111	3.081	4.536	4.487	4.280	5.100
Corea del Sur	4.494	4.184	4.861	6.377	5.901	4.716

Fuente: Banco Central de Chile, 2025a.

Actualmente, China se configura como el principal importador de productos chilenos (Ver Figura 5), representando el 53,0% de las exportaciones nacionales. En segundo lugar, se encuentra Estados Unidos con un 21,5% y en tercer lugar le sigue Japón con un 11,9%.

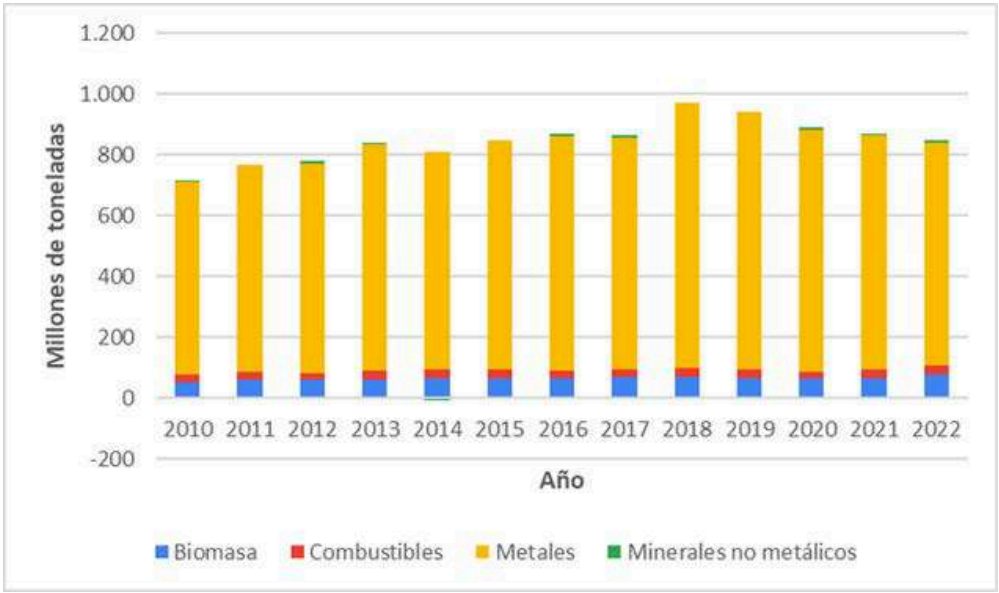
Figura 5. Exportaciones chilenas según principales destinos, 2024.



Fuente: Banco Central de Chile, 2025a.

Cambiand de arista, para el periodo 2010-2018, se observa una tendencia al alza en la cantidad de materias primas requeridas para producir los bienes utilizados en las actividades económicas-productivas (Ver Figura 6). En 2010, la huella de material era de 711 millones de toneladas, cifra que aumentaría a los 840 millones de toneladas para 2013. Al año siguiente, se produjo una leve disminución (804 millones de toneladas), no obstante, desde el año 2015 hasta el año 2018 se registró un crecimiento continuo de la huella de material alcanzando un máximo de 970 millones de toneladas en este último año. Desde 2019 a 2022 se registra una disminución continúa alcanzando las 846 millones de toneladas en 2022.

Figura 6. Huella de material, periodo 2010-2022.)



Fuente: Elaboración propia en base al Ministerio del Medio Ambiente, 2025.

En síntesis, el crecimiento económico global ha seguido su curso en los últimos años, consolidando avances macroeconómicos significativos. Sin embargo, este desarrollo continúa dependiendo fuertemente de la explotación de recursos naturales, lo que ha intensificado la presión sobre el medio ambiente. A pesar de los esfuerzos internacionales y nacionales por avanzar hacia modelos más sostenibles, las emisiones de CO_2 han seguido aumentando.

Chile, como economía altamente dependiente del comercio exterior, ha visto en las exportaciones de bienes un pilar fundamental de su crecimiento. No obstante, este crecimiento ha venido acompañado de desafíos ambientales, como la degradación de ecosistemas, el agotamiento de recursos hídricos y un insuficiente control sobre las externalidades negativas de la actividad productiva.

Si bien existen avances en normativas ambientales, el país aún enfrenta importantes desafíos en la conciliación del desarrollo económico con la protección del medioambiente. El fortalecimiento del rol del Estado en la fiscalización ambiental, la transición hacia una economía más circular y la inversión en tecnologías limpias serán claves en los próximos años para mitigar el impacto del crecimiento sobre los ecosistemas y mejorar la sostenibilidad de las políticas económicas.



3.2. LOS SECTORES PRODUCTIVOS



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

Para el presente informe, los principales sectores productivos del país, entre ellos, la minería, el sector silvoagropecuario, industrial y turístico, se consideran como macropresiones que influyen en el estado del medio ambiente y la naturaleza, debido a los impactos que producen sobre los ecosistemas y todas las formas de vida presentes en ellos. Además, estos sectores corresponden a los motores de la economía nacional tanto en el presente y futuro, de modo que su influencia es posible proyectarla en el tiempo y evaluar su injerencia en las temáticas de interés.

3.2.1. Minería

En los últimos años, la minería ha mantenido un papel relevante en el PIB nacional, especialmente la extracción de cobre. A pesar de los impactos de diversos acontecimientos nacionales e internacionales en la economía, el PIB minero representó entre un 10 % y un 14 % del PIB total en el período 2020-2024, con un mínimo del 10,5 % en 2023 y un máximo del 14,1 % en 2021. Cabe destacar que la explotación del cobre contribuye con más del 80 % del PIB minero **(Ver Cuadro 4).**

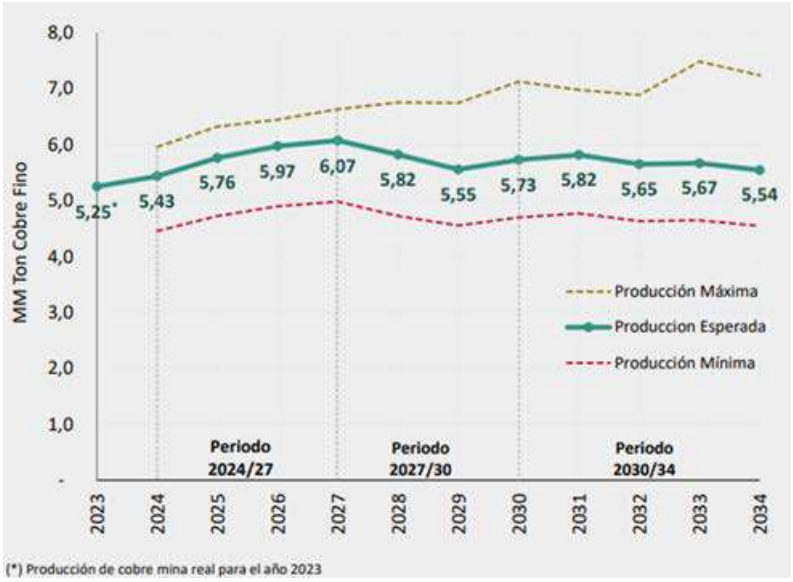
Cuadro 4. PIB de la Minería Nacional y del Cobre 2020- 2024 (Precios corrientes, series empalmadas en miles de millones de pesos).

	2020	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**
PIB Minería	23.315	33.682	35.175	29.487	36.600
PIB Cobre	21.019	30.465	25.428	22.459	32.072
% PIB Cobre/ PIB Nacional	10,4	12,7	9,7	8	10,3
% PIB Minero/ PIB Nacional	11,6	14,1	13,4	10,5	11,7
PIB Nacional (Precios corrientes)	201.258	239.418	263.065	281.857	311.631

Fuente: Banco Central de Chile, 2025b.

Tal como se observa en la **Figura 7**, se proyecta que la producción de cobre mina alcance un máximo de 6,07 millones de toneladas en 2027, disminuyendo a 5,7 millones de toneladas anuales para 2030 y a 5,54 millones de toneladas al año 2034. En cuanto a métodos de explotación, se espera que la extracción subterránea presente un aumento de un 20,1% al 2030, sin embargo, el método de rajo abierto seguirá predominando a nivel nacional manteniéndose sobre 80% (Comisión Chilena del Cobre, 2025a).

Figura 7. Proyección producción de cobre mina a nivel nacional 2024-2034.

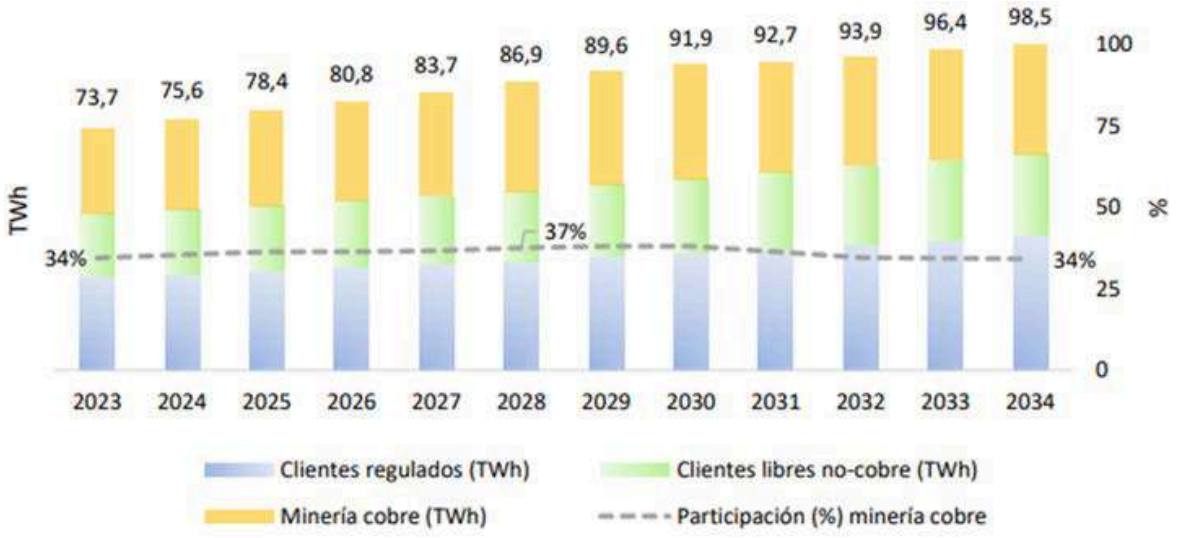


Fuente: Comisión Chilena del Cobre, 2025a.

La demanda eléctrica de la minería del cobre en relación con el consumo eléctrico nacional representó el 34,4% en 2023. Se prevé que esta proporción alcance un máximo de 38,0% en 2030, para luego disminuir al 34,1% en 2034 (Ver Figura 8) (Comisión Chilena del Cobre, 2025b).

Dentro de la demanda eléctrica del sector, destaca el proceso de desalación e impulsión de agua de mar, que experimentará un aumento significativo. Este proceso pasará de 2,98 TWh en 2023, lo que equivale al 11,4% del consumo total del sector, a 6,5 TWh en 2034, lo que representará el 19,0% del total, convirtiéndose en el segundo proceso con mayor intensidad de consumo eléctrico (Comisión Chilena del Cobre, 2025b). La actividad de las plantas desalinizadoras hasta la fecha no presenta normativa legal que la regule (Saa, 2022), demostrando que los procesos mineros aún presentan grandes desafíos tanto a nivel energético como hídrico.

Figura 8. Consumo estimado de energía eléctrica por tipo de cliente a nivel nacional.



Fuente: Comisión Chilena del Cobre, 2025b.

Desde el punto de vista medioambiental, la explotación minera sigue presentando importantes deficiencias, siendo frecuentes los procedimientos sancionatorios y multas impuestas a las empresas mineras por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). Estas sanciones se deben a causales gravísimas, tales como: haber causado daño ambiental no susceptible a reparación; impedimento deliberado de la fiscalización, encubierto una infracción o evitado el ejercicio de las atribuciones de la Superintendencia; reincidencia en infracciones calificadas graves; la ejecución de proyectos o actividades del artículo 10 de la ley Nº 19.300 al margen del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SNIFA, 2025). Prácticas inadecuadas que ponen en riesgo la biodiversidad y los servicios que provee, además de la calidad de vida de las personas que habitan territorios cercanos.

En cuanto a la minería del litio, en el período comprendido entre 2020 y 2024, las exportaciones de carbonato de litio desde Chile han mostrado una marcada volatilidad, alcanzando un máximo de 8.259 millones de dólares FOB, por encima de los 618 millones registrados en 2020 y los 1.233 millones de 2021 (Ver Cuadro 5). Este crecimiento se enmarca en el contexto del auge global de la electromovilidad, que implicó una mayor demanda de baterías destinadas a vehículos eléctricos (Comisión Chilena del Cobre, 2020). Sin embargo, en los años siguientes se produjo una desaceleración, en 2023 las exportaciones disminuyeron a 4.241 millones de dólares y en 2024 a 2.493 millones de dólares (Banco Central de Chile, 2025c).

La disminución económica en las exportaciones está relacionada con diversos factores, entre los que se incluyen: una venta de vehículos eléctricos inferior a lo previsto; el término o disminución de los subsidios para la compra de vehículos eléctricos en países con mercados automotrices más relevantes; un incremento en la oferta de litio producto a la entrada en operación de nuevos proyectos; y un aumento en la compra de automóviles eléctricos híbridos enchufables (PHEV) (Comisión Chilena del Cobre, 2024). A pesar de esta disminución en las exportaciones, el carbonato de litio sigue siendo el compuesto más exportado por el país, con una participación del 77% del total exportado en 2023 (Comisión Chilena del Cobre, 2024).

Chile contiene el 51% de las reservas de litio a nivel mundial, seguido por Australia y Argentina con un 16% y 10% respectivamente, siendo el Salar de Atacama el mayor reservorio de litio en forma acuífera a nivel mundial.

El proceso extractivo del litio en el país, tiene muchos desafíos medioambientales por resolver, partiendo por el correcto cumplimiento de la normativa por parte de las empresas, las cuales han incurrido en reiteradas infracciones graves como extracción sobre los límites permitidos, afectación de flora y fauna sin medidas de control y mitigación, alteración del balance hidrogeológico, entre otras. Por ello es necesario que los procesos extractivos de litio busquen reducir sus impactos negativos y contar con procesos ecológicamente más estrictos. , sobre todo debido a la fragilidad de los ecosistemas salares y al aumento esperado en la demanda sobre el mineral (Poveda, 2020).

Cuadro 5. Exportaciones anuales de Carbonato de litio (2020-2024).

AÑO	Exportaciones en millones de dólares (FOB)
2020	618
2021	1233
2022	8.259
2023	4.241
2024	2.493

Fuente: Banco Central de Chile, 2025c.

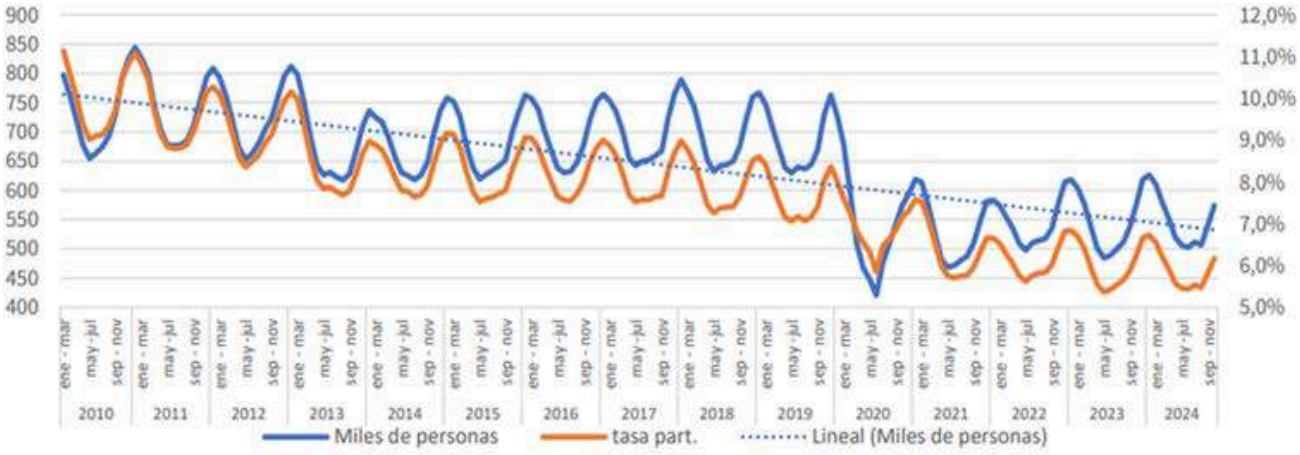
3.2.2. SECTOR SILVOAGROPECUARIO

El sector silvoagropecuario ha mostrado una tendencia general de estabilidad durante el período 2020-2024. En 2020, el PIB de este sector fue de 6.033 miles de millones de pesos (series empalmadas, referencia 2018), cifra que aumentó en 2021 a 6.255 miles de millones. En 2022, se mantuvo en niveles similares, alcanzando los 6.229 miles de millones, pero en 2023 experimentó una disminución, situándose en 6.117 miles de millones. A pesar de esta caída, en 2024 el PIB silvoagropecuario alcanzó un nuevo máximo de 6.570 miles de millones de pesos, representando así un 2,11% del PIB nacional (Banco Central de Chile, 2025d), constituyéndose como uno de los sectores más relevantes en la economía nacional, aportando fuertemente al empleo a lo largo del país.

Tal como se observa en la Figura 9, en el periodo 2010-2024 se ha producido una tendencia decreciente en el número de personas ocupadas en los sectores agrícola, ganadero, silvícola y acuícola. En enero de 2010, el empleo en estas actividades alcanzaba aproximadamente las 800 mil personas, mientras que hacia diciembre de 2024 no supera las 600 mil. Es importante destacar que la pandemia tuvo un fuerte impacto en el empleo del sector, alcanzando un mínimo histórico cercano a las 450 mil personas durante el trimestre mayo-julio de 2020, una caída abrupta de la cual aún no se ha logrado una recuperación completa (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, 2025).



Figura 9. Ocupación en Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca promedio anual 2010-2024 (Miles de personas).



Fuente: ODEPA, 2025.

En el año 2021 se realizó un nuevo Censo Nacional Agropecuario y Forestal (CAF) después de catorce años, lo que permitió actualizar los datos del sector silvoagropecuario. En cuanto a las unidades productivas agropecuarias a nivel país, en el año agrícola 2020-2021, se obtuvo que la mayor cantidad de ingresos fue provista por la actividad ganadera, seguida del sector frutal y forestal.

Como se puede ver en el Cuadro 6, las exportaciones frutícolas son el motor más importante del sector, correspondiendo al 92,72% de las exportaciones silvoagropecuarias totales para el 2024, destacando en particular la exportación de cereza que alcanzó los 3.714 millones de dólares (FOB).

Cuadro 6. Exportaciones de bienes silvoagropecuarios (millones de dólares FOB).

Sector	2020	2021	2022	2023	2024
Frutícola	5.742	6.024	5.883	6.629	8.523
Otros agropecuario	535	565	580	608	619
Silvícola	43	54	55	49	50
Total	6.320	6.643	6.518	7.286	9.192

Fuente: Banco Central de Chile, 2025c.

En cuanto a la industria silvícola, la demanda maderera sigue aumentando, presionando el crecimiento de la industria y con ello la continua plantación de especies exóticas como pino y eucalipto (Cardemil, 2021). Las proyecciones para la industria al año 2030 sugieren un proceso de estabilización en la disponibilidad de madera producto de plantaciones, lo que determinará inversiones en el sector concentradas en la generación de pulpa química y aprovechamiento energético de residuos, generando procesos de aumento de productividad de las plantaciones disponibles y certificación de manejo forestal sustentable para dar cumplimiento a estándares e instrumentos de fomento (ODEPA, 2017).

Los incendios forestales transcurridos en la última década y su conexión con el cambio climático, provocaron un proceso de cambio en la industria forestal, lo cual podría afectar las proyecciones mencionadas, debido a la necesidad de un acelerado cambio en la estructura del modelo de desarrollo que dé cumplimiento a las demandas de la industria como también a los desafíos y compromisos medioambientales suscritos por el país, donde juega un rol fundamental el bosque nativo (ODEPA, 2017).

La vulnerabilidad del bosque nativo continúa siendo una gran y compleja problemática, donde convergen factores como la pérdida de bosque debido a la sustitución por plantaciones forestales, cambio de uso de suelo, pérdida por incendios forestales, extracción de leña, agricultura y ganadería intensiva, entre otros, los cuales derivan en procesos erosivos, de fragmentación y deforestación que ponen en riesgo la permanencia del bosque nativo, la diversidad biológica que sustentan como también los servicios que provee (Otavo y Echeverría, 2017; Fuentealba *et al*., 2021; Müller-Using *et al*., 2021).

Por otro lado, para mantener la relevancia del país en cuanto a las exportaciones, las proyecciones del sector agropecuario apuntan a la ampliación y búsqueda de nuevos mercados, elemento que marcará aún más el tipo de producción agrícola chileno de tipo intensivo y presentará importantes necesidades y desafíos en cuanto a la sostenibilidad de los procesos productivos, su adaptación al cambio climático y su relación con el entorno social (ODEPA, 2017).

3.2.3. SECTOR PESQUERO

Para el periodo 2020-2024, el sector pesquero presentó un crecimiento sostenido entre los años 2020 y 2022, alcanzando su punto más alto en 2022 con un PIB de 1.580 miles de millones de pesos, lo que refleja una reactivación del sector tras el impacto generado por la pandemia del COVID-19. Sin embargo, en 2023 se registra una caída del 15,7%, con el PIB del sector descendiendo a 1.331 miles de millones, para repuntar en 2024 con un incremento del 18,3%, alcanzando los 1.575 miles de millones de pesos. A 2024, el sector pesquero representa un aporte al PIB cercano al 0,51% (Banco Central de Chile, 2025c) **(Ver Cuadro 7).**

Cuadro 7. PIB Sector Pesca, precios año anterior encadenado, series empalmadas (miles de millones de pesos), periodo 2020-2024.

AÑO	2020	2021	2022	2023	2024
PIB Pesca	939	1.133	1.580	1.331	1.575
% anual de incremento	-40,10%	20,60%	39,40%	-15,70%	18,30%

Fuente: Banco Central de Chile, 2025b.

El año 2022 Chile se posicionó como una potencia exportadora de pescado y productos pesqueros, aportando un 8% a las exportaciones a nivel mundial (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura [FAO], 2024). Como se puede ver en el Cuadro 8, para el periodo 2020-2024, las exportaciones del sector pesquero crecieron continuamente hasta alcanzar un máximo de 8.307,43 miles de millones de dólares FOB en 2023. Sin embargo, en 2024 se registró una leve contracción del 2,1%, situando las exportaciones en 8.132,71 millones de dólares.

Desde el año 2010, las exportaciones del sector han crecido en un 145,83% (Banco Central de Chile, 2025c), significando un aumento en la presión no sólo sobre él sobre el ecosistema marino si no también el de lagos, fiordos y canales debido a la actividad acuícola.

Cuadro 8. Exportaciones Sector Pesca (miles de millones de dólares FOB).

AÑO	2020	2021	2022	2023	2024
Exportaciones Sector	5.841,13	6.578,11	8.222,24	8.307,43	8.132,71
% de variación	-7,92%	12,61%	24,98%	1,04%	-2,10%

Fuente: Banco Central de Chile, 2025c.

Presión que no se espera disminuya aun cuando el 53,5% de los recursos pesqueros extraídos en el país están en estado de sobreexplotación o colapso, situación que de mantenerse puede significar pérdidas en el mercado internacional (Ministerio del Medio Ambiente, 2025). Dicho escenario plantea la necesidad de aumentar el valor agregado de los productos pesqueros mediante la utilización de prácticas sostenibles.

En cuanto a la acuicultura, Chile junto a Noruega son los principales proveedores a nivel mundial de salmones, contribuyendo fuertemente a la economía de la zona sur del país. Sin embargo, la industria salmonera presenta variadas externalidades negativas, dentro de ellas la invasión de zonas pesqueras tradicionales, el escape de salmones y la contaminación por químicos y desechos orgánicos que se esparcen y reducen la productividad en las cercanías, entre otras (Albers et al., 2021; Ministerio de Relaciones Exteriores, 2020). Además, siendo el salmón una especie exótica, su escape e introducción en ríos y lagos de agua presenta una fuerte amenaza para las especies nativas (Habit et al., 2021).

En los últimos años, se han vuelto regulares los episodios de marea roja en la zona sur del país, afectando especialmente a productores establecidos en la Isla Grande de Chiloé. Afloración excesiva de algas producto a un aumento en la radiación solar, la temperatura y nutrientes, condicionantes que pueden estar ligados además a procesos de eutrofización. El fenómeno del Niño y el cambio climático se suman a su vez como causales de estos eventos, debido a lo cual pueden esperarse sean cada vez más frecuentes y extensos (Ministerio de Relaciones Exteriores, 2020, Sierra-Beltrán, 2004; Gobler, 2020; Tewari, 2022).



3.2.4. SECTOR INDUSTRIAL

Después de unos años inestables, el PIB del sector industrial presentó para el año 2024 su valor más alto en la última década, alcanzando los 19.062 miles de millones de pesos, significando el 9,1% del PIB nacional (Banco Central de Chile, 2025d). Como se puede ver en el Cuadro 9, las exportaciones del sector alcanzaron su máximo en 2022, cerrando ese año con exportaciones equivalentes a 35.848,18 millones de dólares, entre las cuales se destaca la exportación de alimentos, productos químicos y celulosa, papel y otros. Sin embargo, en los dos años siguientes, las exportaciones han experimentado una disminución, alcanzando en 2024 los 33.690,70 millones de dólares.

El sector industrial sigue generando problemas ambientales por incumplimiento de las normativas, lo que se refleja en los numerosos procesos sancionatorios por emisiones sobre la norma de material particulado, ruido, sólidos y coliformes fecales y otros contaminantes, además del incumplimiento de programas de monitoreo, problemáticas transversales presentes en las agroindustrias, instalación fabril e industria forestal (1). Dichas faltas ponen en riesgo la salud y calidad de vida de las personas, además de repercutir directamente en la flora y fauna propia de la zona.

Cuadro 9. Exportaciones de bienes sector industrial (millones de dólares FOB), periodo 2020-2024.

AÑO	2020	2021	2022	2023	2024
Exportaciones Sector Industrial	25.189,00	29.989,10	35.848,18	34.488,13	33.690,70
Alimentos	9.618,85	10.702,61	12.838,62	12.775,81	12.831,39
Bebidas y tabaco	2.081,58	2.156,78	2.123,49	1.737,62	1.864,22
Forestal y muebles de madera	2.227,51	2.669,05	3.144,89	2.243,81	2.353,96
Celulosa, papel y otros	2.673,61	3.533,48	3.885,39	3.437,60	4.084,95
Productos químicos	4.721,60	6.315,29	9.181,46	9.656,25	7.858,26
Industria metálica básica	531,09	1.115,97	1.228,08	1.195,83	1.000,36
Productos metálicos, maquinaria y equipos	2.506,25	2.410,75	2.178,23	2.134,26	2.275,61
Otros productos industriales	828,5	994,16	1.268,01	1.306,94	1.421,96
Variación anual %.	-5,37	19,05%	19,52%	-3,79%	-2,31%

Fuente: Banco Central de Chile, 2025c.

Los datos señalados respecto al incumplimiento de normativa ambiental se fundamentan en una revisión de los datos provistos por el portal del Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA) en el Registro Público de Sanciones, el cual recoge las sanciones por incumplimiento de normativa aplicadas por la Superintendencia De Medio Ambiente. https://snifa.sma.gob.cl/RegistroPublico

3.2.5. SECTOR TURÍSTICO

Los ingresos de divisas por turismo receptivo del sector turístico experimentaron una disminución sostenida desde el año 2017 hasta el año 2021 **(Ver Cuadro 10),** donde alcanzó los 99,2 millones de dólares, producto de las consecuencias de la crisis sanitaria. Sin embargo, en los siguientes 2 años se presentó una recuperación, alcanzando los 2.770,3 millones de dólares, aunque sin superar aún los niveles registrados antes de la pandemia (Subsecretaría de Turismo y Servicio Nacional de Turismo, 2024).

Cuadro 10. Evolución del ingreso de divisas por turismo receptivo, período 2017-2023.

AÑO	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Millones de dólares	4.253,90	3.785,50	2.946,40	589,4	99,2	1.439,40	2.770,30
Variación anual %	28,7	-11	22,2	80	83,2	1350	92,5

Fuente: Elaboración propia en base a datos entregados por la Subsecretaría de Turismo y Servicio Nacional de Turismo, 2024.

Gran parte del turismo nacional se encuentra asociado a la visita de sectores turísticos como parques, reservas, áreas protegidas y monumentos nacionales a lo largo del país. En 2019, se alcanzó un máximo histórico de visitantes, equivalente a 3.523.447 personas, cifra que descendió drásticamente a 1.407.166 como consecuencia de la pandemia **(Ver Cuadro 11)**. No obstante, en los años venideros se ha evidenciado una recuperación paulatina, alcanzando 2.295.133 visitas en 2023, aunque aún sin superar los niveles previos a la crisis sanitaria mundial.



Cuadro 11. Visitas de turistas a Parques, Reservas, Áreas protegidas y Monumentos nacionales por región, periodo 2019-2023.

AÑO	2019	2020	2021	2022	2023
Región de Arica y Parinacota	13.360	4.901	5.406	9.177	8.445
Región de Tarapacá	12.179	2.688	3.215	4.303	7.052
Región de Antofagasta	711.335	125.988	95.424	96.375	59.330
Región de Atacama	21.752	12.760	9.008	30.221	22.281
Región de Coquimbo	96.745	42.574	29.777	37.924	24.901
Región de Valparaíso	115.238	28.493	51.903	56.200	47.400
Región Metropolitana	73.007	13.684	34.993	43.325	28.355
Región del Libertador Gral Bernardo O'Higgins	36.310	8.298	17.414	16.605	17.454
Región del Maule	165.710	62.565	101.143	137.442	111.194
Región de Ñuble	8.101	6.951	4.139	5.563	472
Región del Biobío	142.303	24.571	117.200	116.926	88.597
Región de La Araucanía	535.992	254.557	508.329	477.317	475.914
Región de los Ríos	14.231	12.399	14.216	16.604	12.551
Región de los Lagos	870.726	437.457	493.886	818.157	878.558
Región de Aysén del Gral. Carlos Ibáñez del Campo	146.930	92.199	53.344	105.223	92.498
Región de Magallanes y Antártica Chilena	559.528	277.081	157.753	300.667	420.131
Total nacional	3.523.447	1.407.166	1.697.150	2.271.929	2.295.133

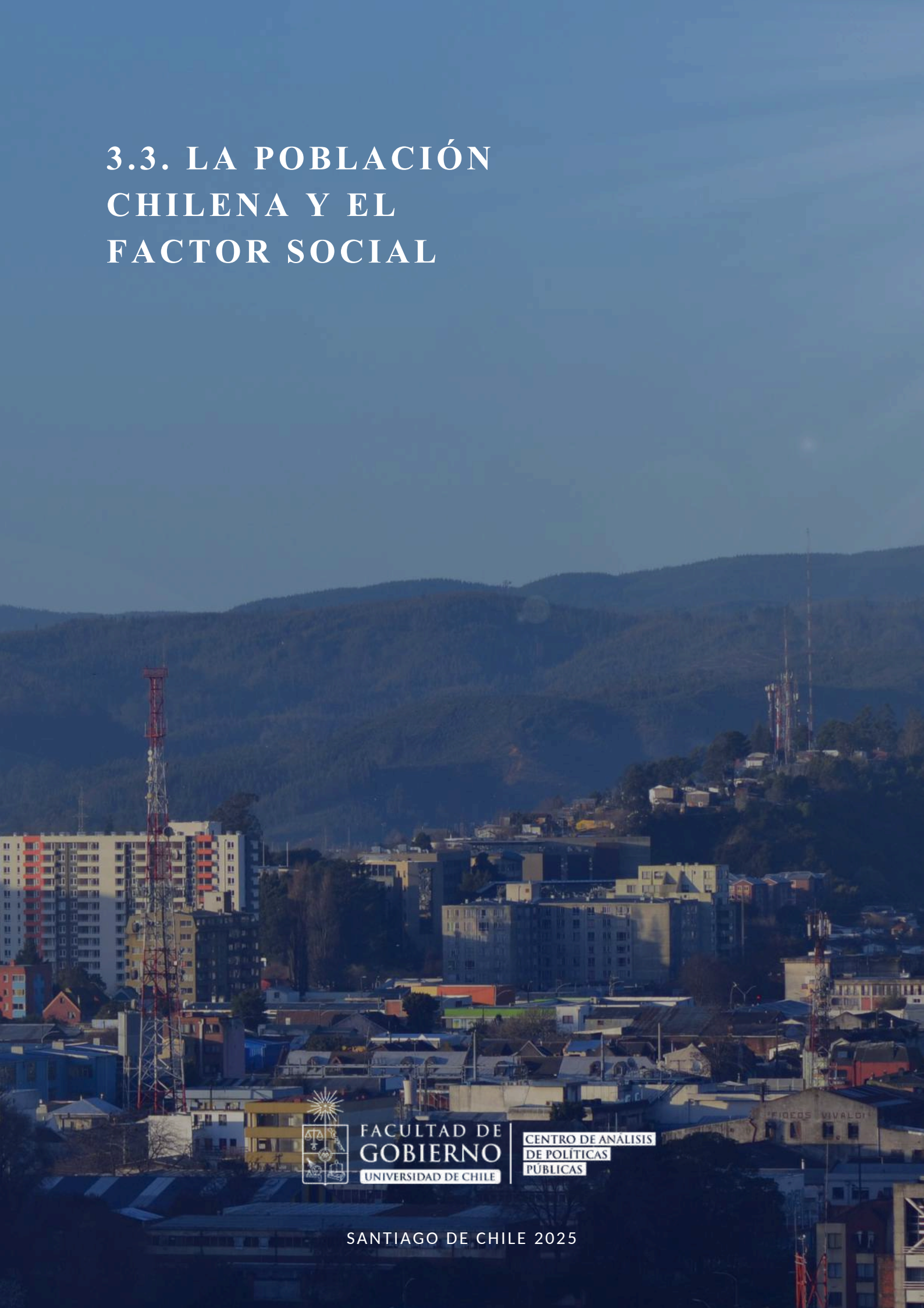
Fuente: Elaboración propia en base a datos entregados por la Subsecretaría de Turismo, 2025.

En lo que respecta al turismo proveniente del extranjero, en diciembre de 2024, se registraron 647.733 ingresos de turistas extranjeros, lo que representa un aumento del 47,3% en comparación con el mismo mes de 2023 y un incremento del 50,2% respecto a diciembre de 2019. Adicionalmente, al comparar el total anual de turistas extranjeros que ingresaron al país el año 2024, respecto al año 2019, se observa un alza de 16,0%, lo que equivale a 721.271 turistas más. Esto indica que la llegada de turistas extranjeros superó los niveles previos a la pandemia, y junto con ello, una recuperación del sector turístico (Subsecretaría de Turismo y Servicio Nacional de Turismo, 2025).

La recuperación del turismo en Chile durante los últimos años, es sin duda un buen indicio para la industria turística, sin embargo, si esta actividad no se realiza de forma controlada y planificada, puede conllevar efectos negativos sobre la flora y fauna nativa al intervenir con infraestructura y numerosa cantidad de visitantes, especialmente en áreas protegidas, debido a su importancia ecológica tanto para Chile como para el planeta, exponiendo ecosistemas a incendios forestales, acumulación de basura, contaminación de aguas, erosión, entre otros (Rivas, 1998; Quinteros, 2021).

En lo que respecta al turismo, se vuelve necesario reforzar los esfuerzos en cuanto a educación de los visitantes, además de la mantención de las áreas y recuperación ecológica a modo de minimizar los impactos negativos sobre el medioambiente del turismo. Una iniciativa en esta línea es el recientemente creado pasaporte “Ruta de los Parques de la Patagonia”. Los turistas que deseen obtener este pasaporte, deberán asumir un rol de guardián de los Parques Nacionales de las regiones de los Lagos, Aysén y Magallanes, comprometiéndose a: 1) cuidar los ecosistemas pristiños; 2) apoyar el desarrollo de las comunidades; 3) respetar las costumbres locales y sus tradiciones; 4) planificar los viajes para disminuir la huella ecológica; 5) proteger la fauna silvestre; 6) respetar la paz de los parques; 7) caminar por los senderos habilitados; 8) acatar la prohibición del uso de fuego; 9) velar para que el resto de visitantes cumplan su compromiso; 10) respetar las indicaciones de las y los guardaparques (Fundación Rewilding Chile et al., 2022).

3.3. LA POBLACIÓN CHILENA Y EL FACTOR SOCIAL



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

3.3. LA POBLACIÓN CHILENA Y EL FACTOR SOCIAL

La integración de diferentes fuerzas sociales, como la población, la distribución espacial, la equidad, y la gobernabilidad, permiten visualizar los principales desafíos y oportunidades para que la sociedad chilena alcance un desarrollo socio ambiental, económico y gubernamental sustentable.

La composición de la sociedad chilena es el primer elemento a considerar. Según el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) (2025), la población chilena al año 2024 es de 18.480.432 personas, lo que implica un aumento de un 5,16% con respecto al año 2017.

Al año 2024 la región Metropolitana cuenta con 7.400.741 personas (40,05% del total nacional), siendo la región con mayor cantidad de población del país. En segundo lugar, se encuentra la región de Valparaíso, que con 1.896.053 personas (10,26% del total nacional), lo que implica un crecimiento poblacional de un 4,41% respecto al año 2017. Le sigue en tercera posición, la región de Biobío, con 1.613.059 habitantes (8,73% del total nacional).



En las regiones Metropolitana, Valparaíso y Biobío, se encuentra el 59,03% de los habitantes del país. La elevada concentración poblacional en estas tres regiones continuará generando una alta presión ambiental en los ecosistemas y sobre todo en el espacio periurbano. El crecimiento económico, el aumento del consumo y el incremento poblacional implican un deterioro del medio ambiente (INE, 2025). Respecto al año 2017, hay 906.429 nuevos habitantes en el país, los que demandan cada día por alimentos, por bienes de consumo, por expansión urbana, por segunda vivienda, lo que se traduce en un mayor uso de productos extraídos de la naturaleza, más residuos domésticos, más viajes, más uso de parques, áreas protegidas y espacios de recreación. Estas demandas se ven reflejadas en la problemática de los residuos sólidos a nivel nacional. De acuerdo con el Ministerio del Medio Ambiente (MMA, 2025), entre el año 2015 y 2022, la generación de residuos sólidos en el país aumentó en un 2,04%, pasando de 18,3 a 18,6 millones de toneladas. Adicionalmente, del total de residuos generados en el país, solo el 19% se recicla, lo que se traduce en una necesidad de mejorar la capacidad y perfeccionar los métodos para revalorizar los residuos en el país (MMA, 2025).

Junto al factor poblacional, la pobreza sigue constituyendo unos de los principales desafíos para tener una mayor sustentabilidad ambiental, esto se debe a que la necesidad de mayores recursos por parte de aquellas personas que viven en una situación de pobreza, puede aumentar la aceptación de la degradación y destrucción del medio ambiente como medio para alcanzar el desarrollo, aspecto que se visibiliza en comunidades que aceptan la instalación de plantas industriales que si bien les otorgan empleos, implican una degradación significativa del medio ambiente (Sánchez, 2019). En resumidas cuentas, el medioambiente puede incidir en la acción de tres tipos de problemas que crean o agravan la pobreza (Sánchez, 2019):

1. Reducción y/o agotamiento de la cantidad de los recursos naturales, los cuales permiten a las comunidades, hogares y personas de un territorio satisfacer sus necesidades básicas (ingresos económicos, alimentación, energía).

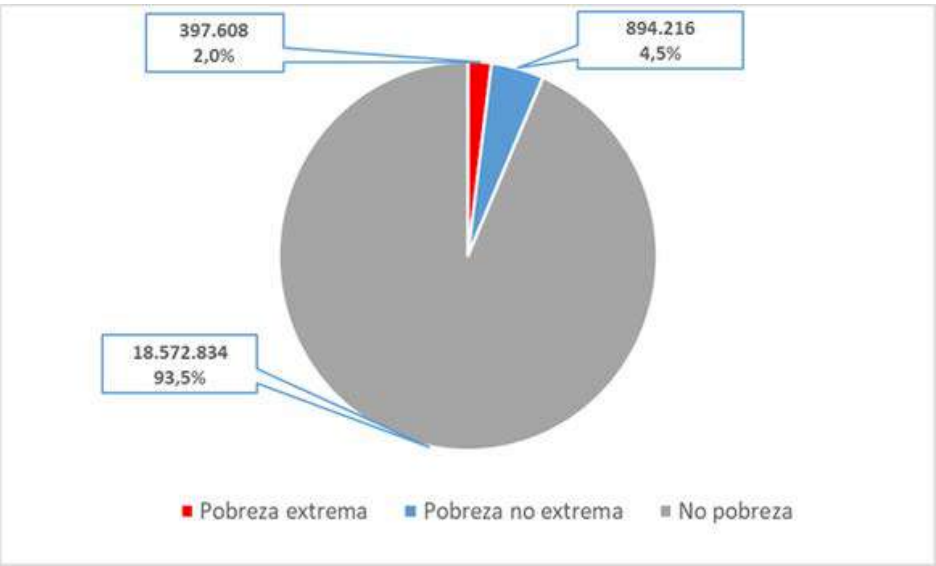
2. Impacto en la calidad de los recursos naturales, específicamente en el aire, el agua, el suelo, o cualquier otro elemento de la naturaleza que sea fundamental para la vida humana, lo que impacta en la salud de las personas y en sus medios de vida.

3. Desastres socionaturales, que a menudo modifican significativamente el funcionamiento normal de la sociedad.

Es por estas razones que la erradicación de la pobreza continúa siendo en Chile uno de los principales problemas a abordar en la agenda pública gubernamental.

Tal como se aprecia en la **Figura 10,** en Chile hay 1.291.824 personas categorizadas como pobres, las que equivalen al 6,5% de la población nacional. Entre las personas categorizadas como pobres, hay 894.216 habitantes (4,5% de la población nacional) que se les considera como “pobres no extremos”, mientras que son 397.608 las personas que se encuentran en situación de pobreza extrema (2,0% de la población nacional) (Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2023).

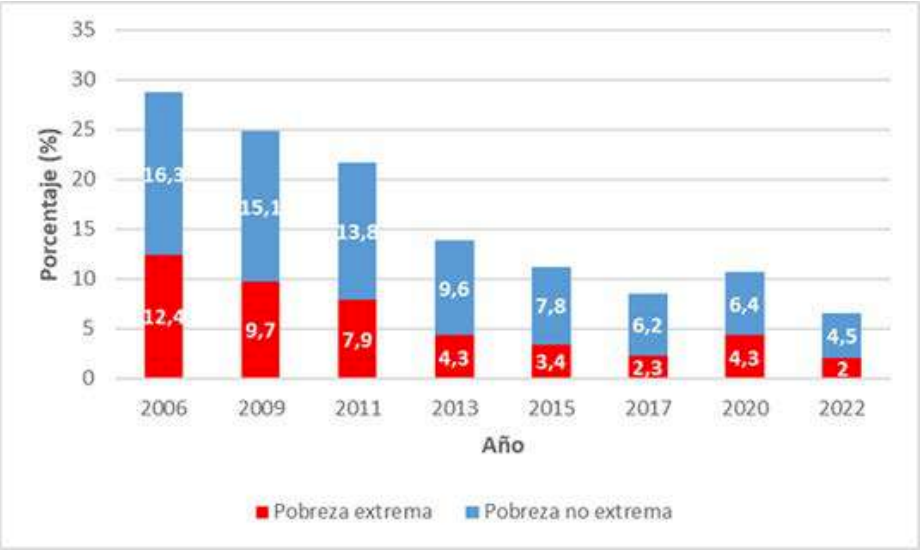
Figura 10. Distribución de personas según situación de pobreza por ingresos, año 2022.



Fuente: Elaboración propia en base al Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2023.

Entre los años 2006 y 2017, el porcentaje de personas en situación de pobreza pasó de un 28,7% a un 8,5%, sin embargo, este indicador vuelve aumentar al año 2020, alcanzando un 10,7%. El aumento en la pobreza del país luego de más de una década de disminución, se asocia a los impactos generados por la crisis sanitaria de la COVID-19 (INE, 2021). No obstante, el año 2022, la pobreza se reduje alcanzando un mínimo histórico de 6,5% **(Ver Figura 11).**

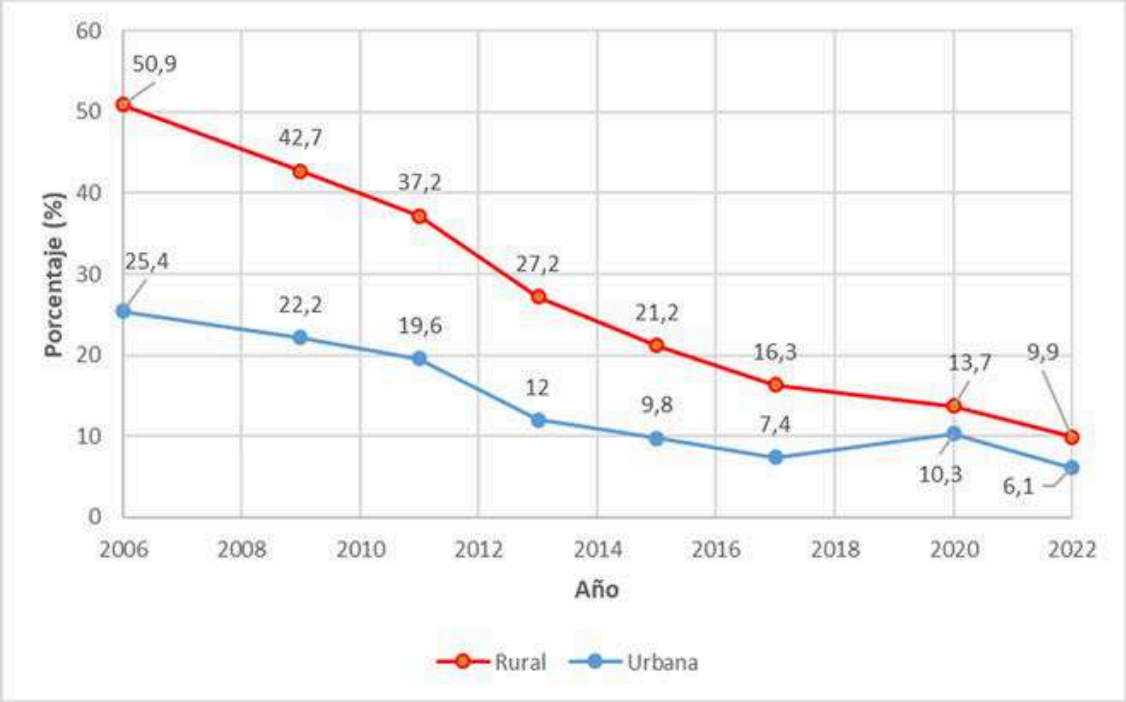
Figura 10. Distribución de personas según situación de pobreza por ingresos, año 2022.



Fuente: Elaboración propia en base al Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2023.

Por otra parte, existen diferencias en la cantidad de personas en situación de pobreza según si se pertenece a una zona rural o urbana. Como se observa en la **Figura 12**, la pobreza en la zona rural es superior a la existente en la zona urbana a lo largo de todo el periodo 2006-2022. Sin embargo, se constata que la diferencia entre una zona y otra se ha reducido de forma continua, al punto de que al año 2022, la pobreza en la zona rural es solo un 3,8% mayor a la existente en la zona urbana. Al año 2022, la pobreza en la zona urbana es de un 9,9% y en la zona rural de un 6,1%.

Figura 12. Porcentaje de personas en situación de pobreza para la zona urbana y rural, periodo 2006-2022.

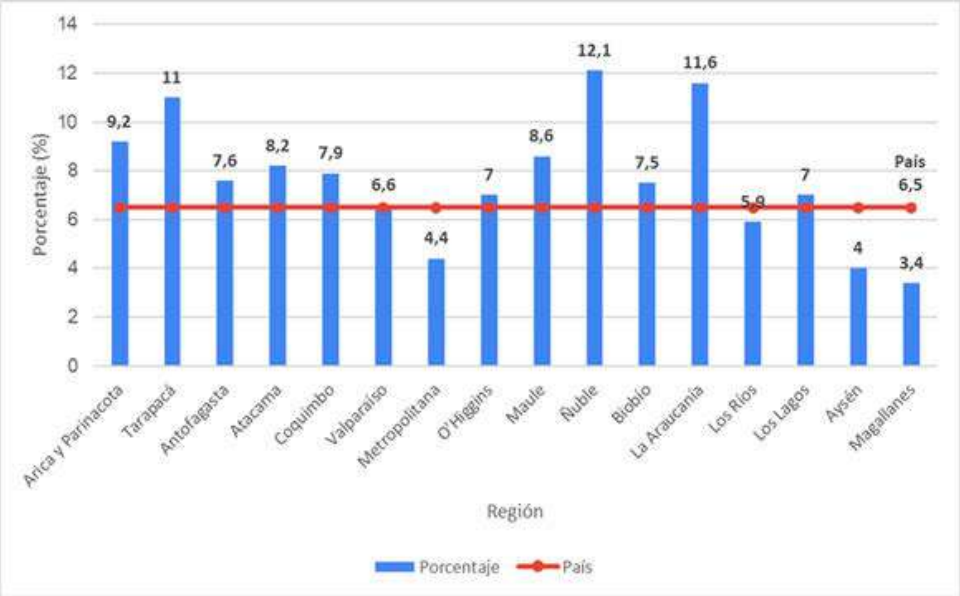


Fuente: Elaboración propia en base al Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2023.

A lo largo del país, también existen diferencias en el nivel de pobreza según la región del país (**Ver Figura 13**). De las 16 regiones que forman parte del país, hay 12 que se encuentran por sobre el promedio nacional de pobreza de un 6,5%. Las regiones con los mayores índices de pobreza siguen siendo Ñuble y La Araucanía, con un 12,1% y 11,6% respectivamente. En esta ocasión, Ñuble se posiciona como la región con la mayor proporción de población en situación de pobreza. Cabe destacar que ambas regiones tienen un alto porcentaje de población rural.

Por otro lado, las regiones con menores niveles de pobreza continúan siendo Aysén y Magallanes, con un 4,0% y 3,4%, respectivamente.

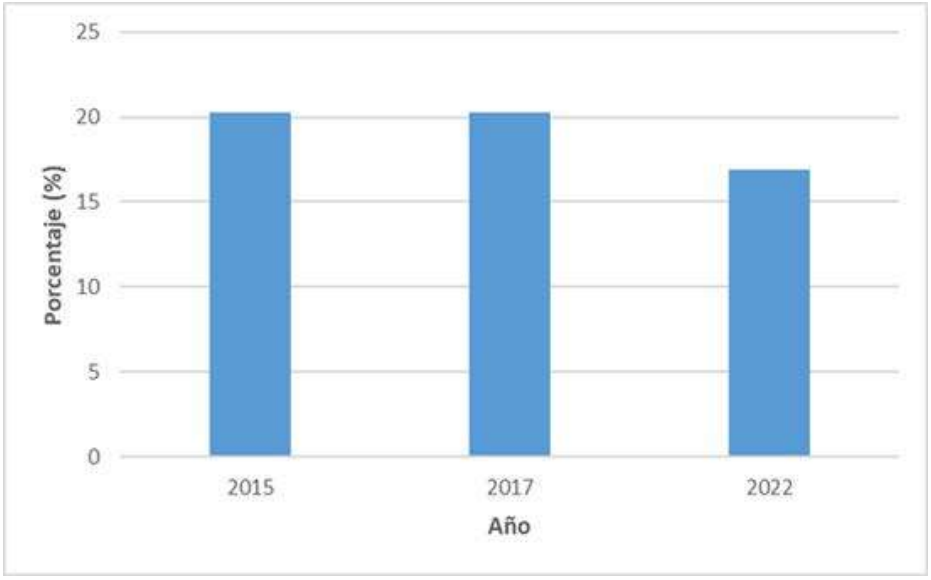
Figura 13. Personas en situación de pobreza por Región, año 2022.



Fuente: Elaboración propia, con base en el Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2023.

Al momento de comparar el indicador de pobreza por ingresos con el índice de pobreza multidimensional, se observan diferencias considerables. A modo de ejemplo, al año 2022, el porcentaje de personas en situación de pobreza por ingresos era de un 6,5% cifra que aumenta a un 16,9% si se considera la pobreza multidimensional **(Ver Figura 14).**

Figura 14. Personas en situación de pobreza multidimensional, año 2022.



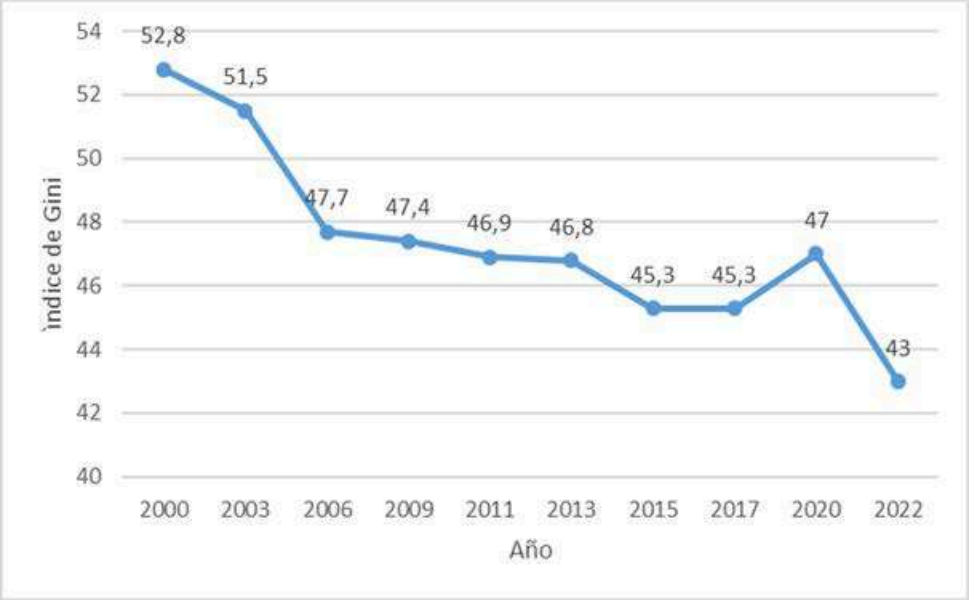
Fuente: Elaboración propia en base al Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2023.

Un ejemplo concreto de la relación entre pobreza y contaminación ambiental en el país, se encuentra al comparar el índice de pobreza multidimensional y los niveles de contaminación atmosférica. De acuerdo con Huneeus et *al*. (2020), las comunas que poseen una mayor pobreza multidimensional se encuentran expuestas a 4,7 ug/m3 más de material particulado que aquellas que cuentan con menores niveles de pobreza multidimensional.

Para el resguardo del medio ambiente, también, es importante tener en consideración como el entorno se puede ver afectado a partir de las desigualdades sociales. Tal como expone Sánchez (2019), una mayor desigualdad puede conducir a acciones irresponsables por parte de los actores públicos y aquellos privilegiados, lo que se traduce en deterioros medioambientales y potenciales crisis que impactan en el bienestar de comunidades, hogares y personas en una condición de pobreza y vulnerabilidad.

Según el Banco Mundial (2025g), entre el año 2000 y 2015 se produjo una reducción continua del Índice de Gini, pasando de 52,8 a 45,3, donde este último valor se mantendría hasta el año 2017. Sin embargo, el Índice de Gini volvió a aumentar para el año 2020 (Ver Figura 15), al alcanzar el valor de 47, incremento que se asocia al impacto generado por la pandemia del COVID-19. Cabe destacar que, dos años después, con la finalización de la pandemia, el índice experimentó una disminución y alcanzó un mínimo histórico de 43, lo que en efectos prácticos, refleja una reducción de la desigualdad en el país.

Figura 15. Evolución del Índice de Gini, periodo 2000-2022.

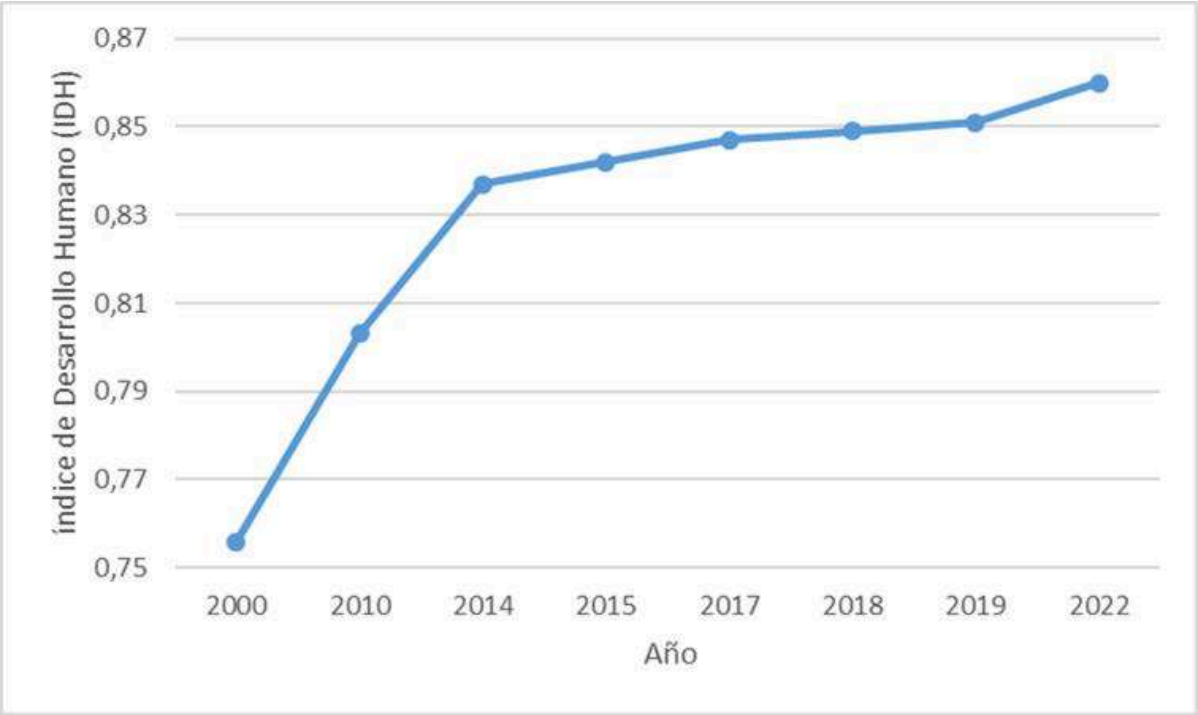


Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banco Mundial, 2025.

Pese a que en las últimas décadas se ha producido una disminución de la desigualdad, Chile es el tercer país más desigual de los treinta y ocho miembros de la OCDE (OCDE, 2022).

Contradictoriamente, Chile posee un Índice de Desarrollo Humano (IDH) de un 0,860, que le confiere el puesto número 44 del mundo entre los países con mayor desarrollo humano (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2024). Tal como se visualiza en la Figura 16, entre el año 2000 y 2022 se ha producido un aumento en el Índice de Desarrollo Humano del país, pasando de 0,756 a 0,860.

Figura 16. Evolución del Índice de Desarrollo Humano, periodo 2000-2022.



Fuente: Elaboración propia en base a PNUD 2024.

Desde el año 2020, el PNUD ha incluido en sus mediciones el Índice de Desarrollo Humano ajustado por las presiones planetarias (IDHP), el cual corresponde al "valor del IDH ajustado según el nivel de emisiones de dióxido de carbono y la huella material per cápita, con el fin de tener en cuenta las presiones humanas excesivas sobre el planeta". Al contemplar las presiones planetarias, Chile ve disminuido su IDH de 0,860 a 0,786 (reducción de 8,6% en comparación al IDH tradicional).

En suma, dentro de las políticas gubernamentales para la erradicación de la pobreza, el principal desafío sigue siendo la distribución del ingreso y el fortalecimiento de un capital social que permita la participación de la sociedad desde los quintiles más grandes a los menores. Uno de los caminos más valorados para este desarrollo social de la población es la inclusión vinculante de la comunidad y el empoderamiento de la misma en los gobiernos locales.

3.4. EL CAMBIO CLIMÁTICO



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

3.4. EL CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático, se reconoce como el principal desafío ambiental o macro presión del siglo XXI. Según, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992), Chile es un país altamente vulnerable al Cambio Climático, ya que cuenta con: 1) zonas costeras bajas, 2) áreas áridas y semiáridas, y de bosques, 3) zonas propensas a los desastres naturales, 4) áreas expuestas a la sequía y a la desertificación, 5) zonas de alta contaminación atmosférica urbana, 6) ecosistemas montañosos como la cordillera de la Costa y de los Andes.



De acuerdo con el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) el cambio climático en Chile implicará, a lo menos (2021): 1) reducción de las precipitaciones (líquidas y sólidas), 2) disminución de los caudales, 3) aumento de la demanda evaporativa, 4) sequía recurrente y prolongada, 5) caudales máximos que superarán los registros históricos (mayor riesgo de inundaciones), 6) mayor ocurrencia y severidad de incendios forestales, 7) disminución de la humedad del suelo, y fuera del rango de valores observados y reconstruidos en el último milenio, 8) disminución en la extensión y duración de la capa de nieve estacional, 9) aumento de la isoterma 0°C, 10) aumento de las temperaturas, 11) proceso de aridificación con una magnitud mayor a la observada en el último milenio, 12) cambios en la trayectoria de las tormentas, y 13) tendencia al enfriamiento de la costa chilena.

En las siguientes secciones se abordarán los principales fenómenos en Chile atribuibles al cambio climático, pronósticos del cambio climático basado en modelos, se detallarán los centros de estudios que abordan este fenómeno y se presentarán las principales acciones que tiene el Estado en esta área.

3.4.1. Fenómenos en Chile atribuibles al cambio climático

3.4.1.1. Anomalías de las temperaturas extremas

Para las últimas décadas, las temperaturas extremas presentan anomalías que se pueden atribuir al cambio climático. Para el periodo 1961-2022, el calentamiento o enfriamiento de un año respecto a lo normal (promedio 1961-1990) varía según la zona del país (MMA, 2024). Respecto al promedio nacional **(Ver Figura 17 y 18),** se observa una tendencia al alza, tanto de las temperaturas máximas como mínimas, con doce años consecutivos con temperaturas sobre lo normal.

En lo que respecta a la Zona Norte Costera, compuesta por las ciudades de Arica, Iquique, Antofagasta y La Serena, se observa una marcada tendencia al alza de las temperaturas mínimas y una no tan clara tendencia a la disminución de las temperaturas máximas, con enfriamiento en el último año.

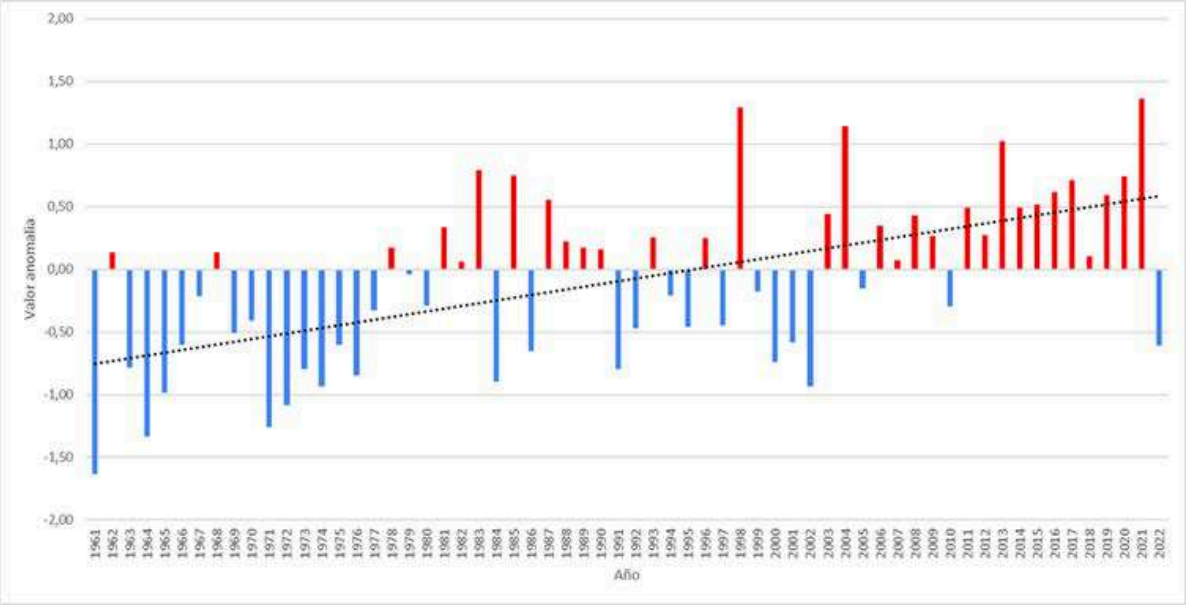
Por su parte la Zona Central, compuesta por las ciudades de Valparaíso, Santiago, Curicó, Chillán y Concepción, presenta una tendencia al alza de las temperaturas máximas, con un periodo de calentamiento en los últimos once años (2011-2021), seguido de un enfriamiento en el año 2022. En cuanto a las temperaturas mínimas de esta zona, también se observa una tendencia al alza, con un periodo de calentamiento en 2020 y 2021, y un enfriamiento en 2022.

En la Zona Insular (Archipiélago Juan Fernández y Rapa Nui), no se observan patrones muy claros, la temperatura mínima de esta zona presenta una tendencia general al calentamiento, con enfriamiento durante los últimos cinco años (2018-2022). En contraste, las temperaturas presentan una tendencia al enfriamiento, con un calentamiento para el año 2022.

La Zona Sur, que incluye las ciudades de Temuco, Osorno, Valdivia y Puerto Montt presenta una leve tendencia al calentamiento en las temperaturas mínimas y una marcada tendencia al calentamiento respecto a las temperaturas máximas. Según la Dirección Meteorológica de Chile (2022), en el año 2021 se produjo un récord de temperaturas máximas desde Futaleufú hasta la región de Magallanes, las que fueron 3° C mayor respecto a lo normal (periodo 1991-2020).

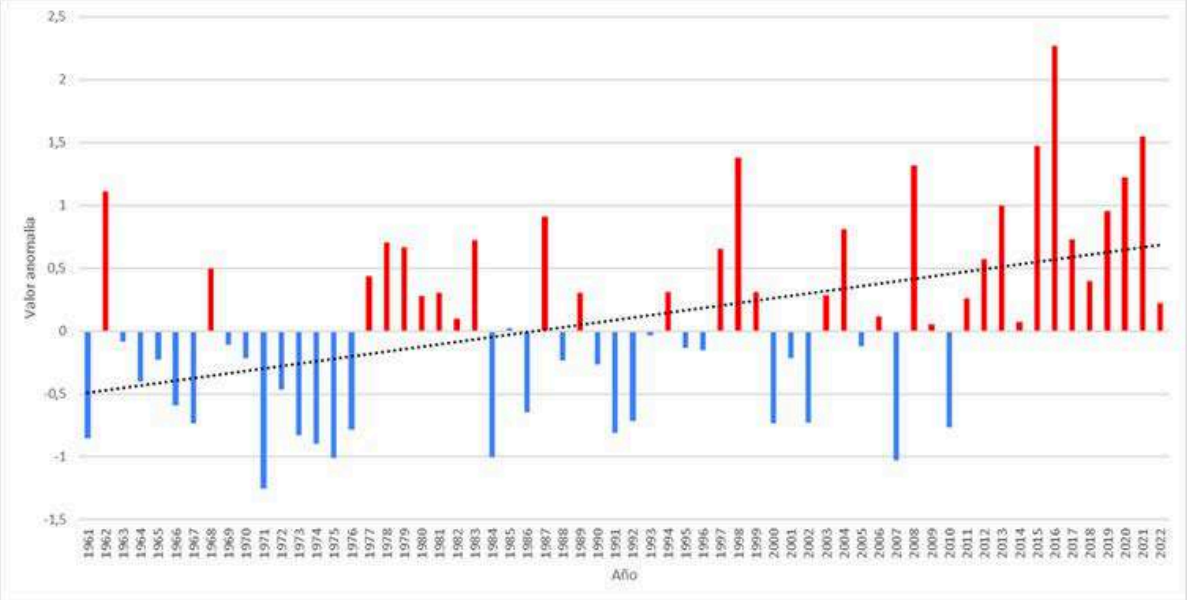
En la Zona Austral (Coyhaique, Balmaceda y Punta Arenas), al igual que en la Zona Sur, se presenta una leve tendencia al calentamiento en las temperaturas mínimas, sin embargo, se observa una marcada tendencia al alza de las temperaturas máximas, que han tenido anomalías positivas de forma consecutiva en los últimos doce años.

Figura 17. Anomalía de la T° mínima. Promedio nacional, periodo 1961-2022.



Fuente: Elaboración propia en base a MMA, 2024.

Figura 18. Anomalía de la T° Máxima, Promedio Nacional, período 1961-2022



Fuente: Elaboración propia en base a MMA, 2024.

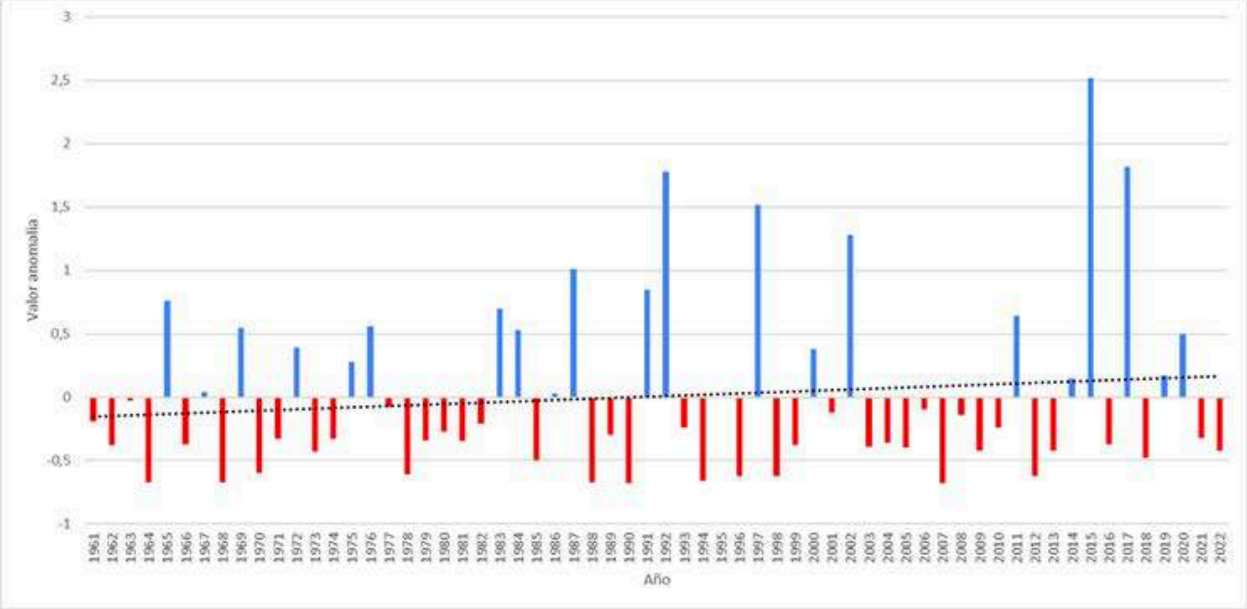
.

***Nota**: Las anomalías se calculan tomando como referencia el período 1961-90, considerado normal, expresado en unidades estandarizadas, para hacerlas comparables las distintas regiones. Para ello se dividen por la desviación estándar del mismo período. Las zonas son, Norte: Arica, Iquique, Antofagasta y La Serena; Centro: Valparaíso, Santiago, Curicó, Chillán y Concepción; Insular: Archipiélago Juan Fernández y Rapa Nui; Sur: Temuco, Osorno, Valdivia y Puerto Montt; Austral: Coyhaique, Balmaceda y Punta Arenas.*

3.4.1.2. Anomalías en las precipitaciones

Las anomalías (2) de las precipitaciones (desviaciones respecto al promedio de precipitaciones para el periodo 1961-2020) difieren entre las diferentes zonas del país. En el caso de la Zona Norte (**Ver Figura 19**), se observa una leve tendencia al alza, siendo importante destacar que los años 2015 y 2017 se registraron las mayores precipitaciones del periodo 1961-2022 (MMA, 2024).

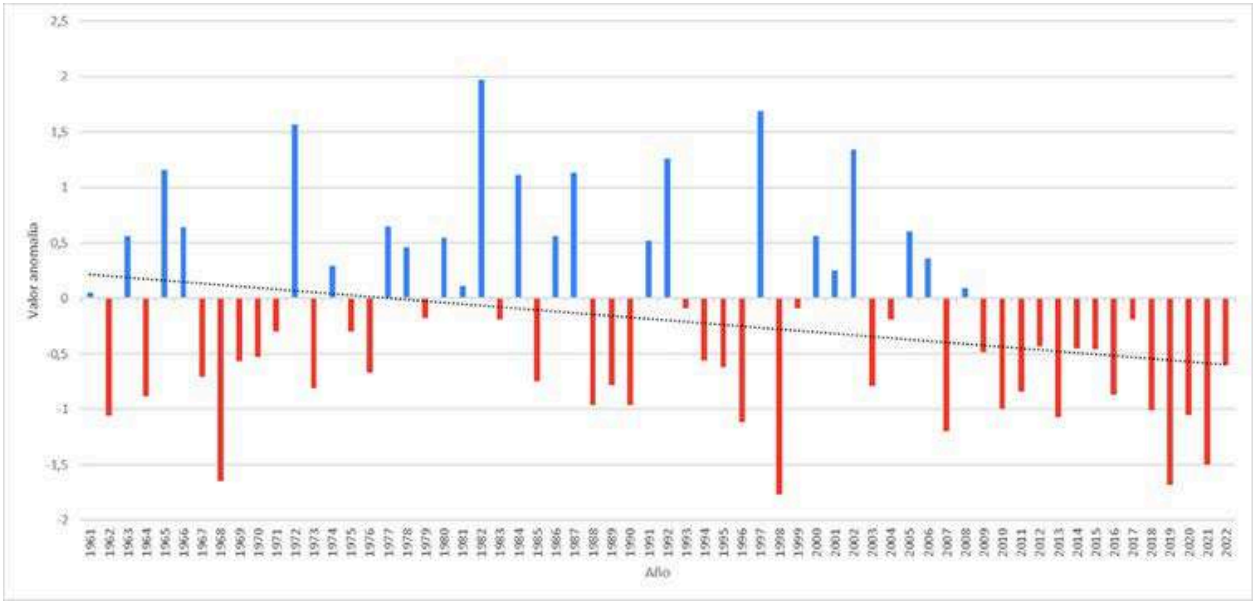
Figura 19. Anomalía de las precipitaciones, Zona Norte Costera, período 1961-2022.



Fuente: Elaboración propia en base a MMA, 2024.

En lo que respecta a la Zona Centro (**Ver Figura 20**), se observa una tendencia a la disminución de las precipitaciones, siendo el año 2008 el último en registrar un año más lluvioso de lo normal. Es decir, desde el año 2009 en adelante solo se han registrado valores anuales de precipitaciones bajo lo normal (MMA, 2024).

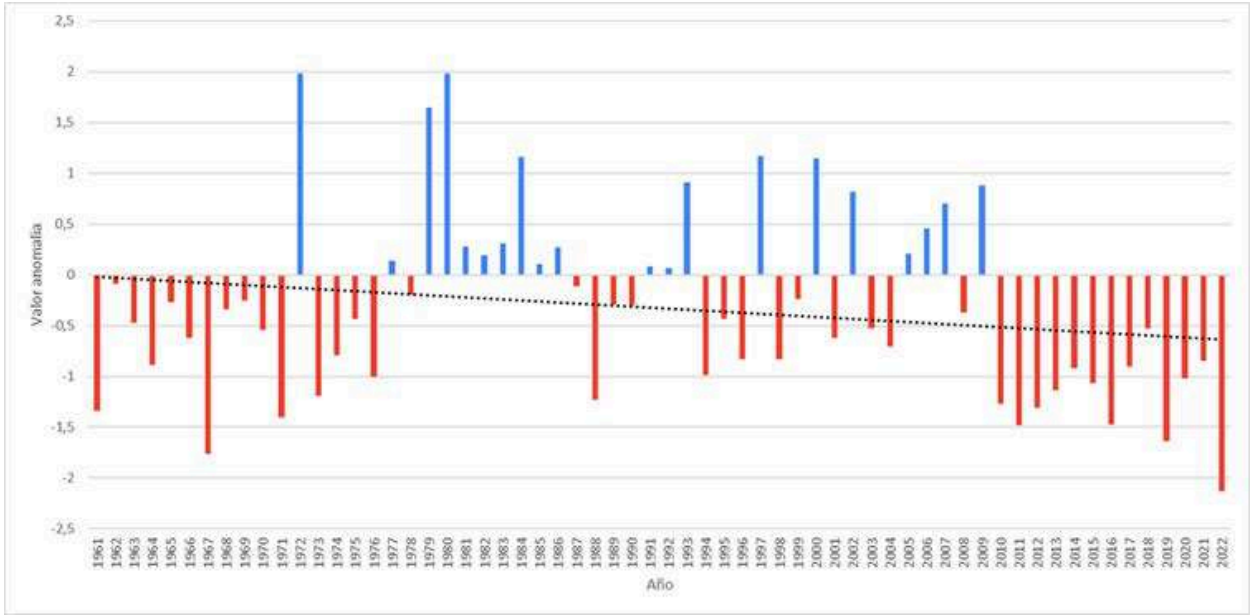
Figura 17. Anomalía de la T° mínima. Promedio nacional, periodo 1961-2022.



Fuente: Elaboración propia en base MMA, 2024.

Al igual que en la Zona Centro, en la Zona Insular (Archipiélago Juan Fernández y Rapa Nui), se observa (Figura 21) una tendencia a la disminución de las precipitaciones, siendo el año 2009 el último en registrar un monto de precipitaciones sobre lo normal (MMA, 2024).

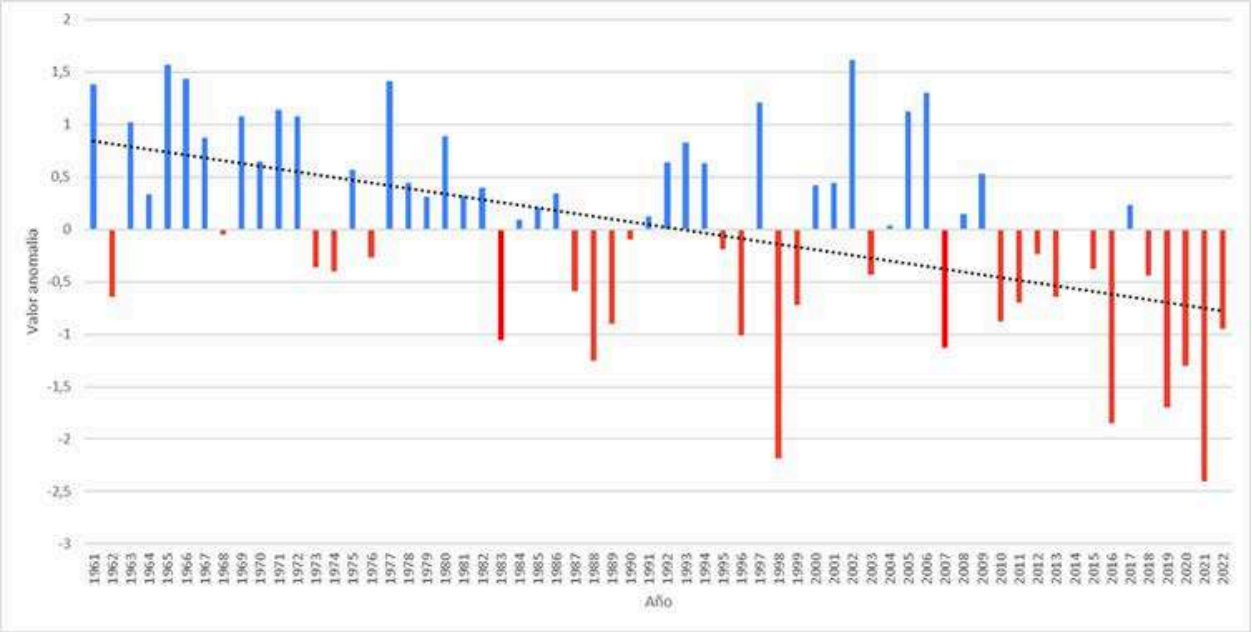
Figura 21. Anomalía de las precipitaciones, Zona Insular, periodo 1961-2022.



Fuente: Elaboración propia en base a MMA, 2024.

Respecto a la Zona Sur (Ver Figura 22), se observa una marcada tendencia a la disminución de las precipitaciones, aunque a diferencia de la Zona Insular y Centro, en la última década hubo un año en el que se registraron precipitaciones sobre lo normal, correspondiente al año 2017.

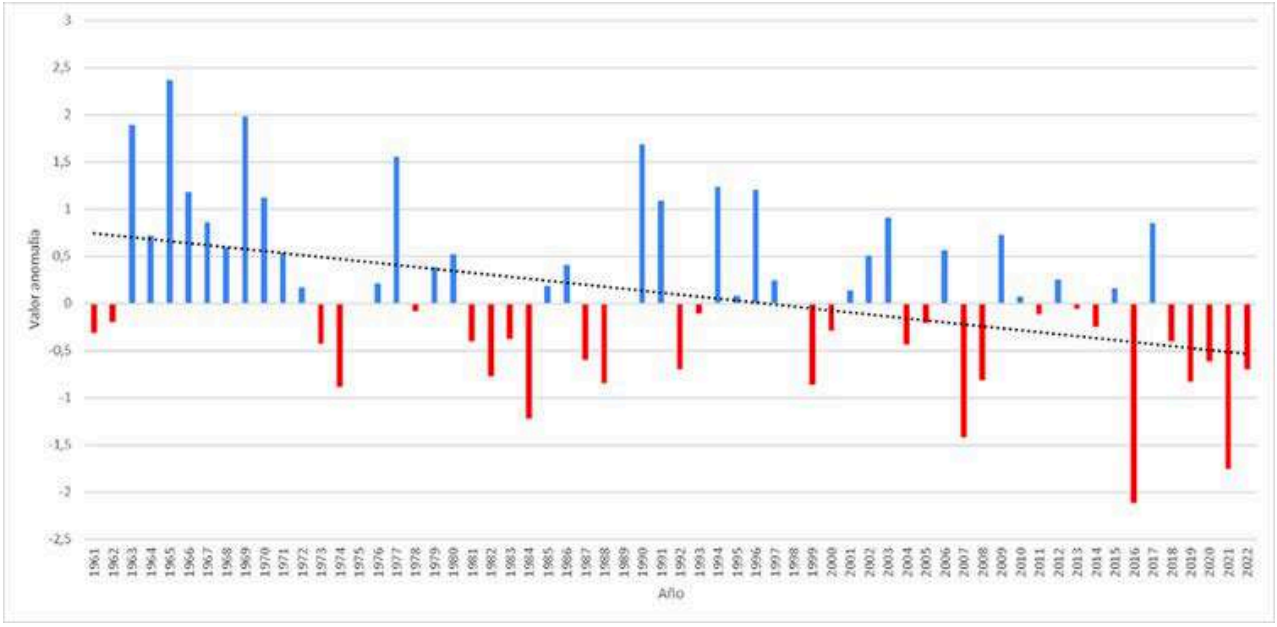
Figura 22. Anomalía de las precipitaciones, Zona Sur, periodo 1961-2022.



Fuente: Elaboración propia en base MMA, 2024.

En cuanto a la Zona Austral (Ver Figura 23), se observa una tendencia a la disminución de las precipitaciones no tan definida como en la zona Centro, Insular y Sur. En la última década (2011-2020), hubo tres años (2012, 2015 y 2017) con montos de precipitaciones sobre lo normal, mientras que los ocho restantes (2011, 2013, 2014, 2015, 2016, 2018, 2019, 2020) el monto fue inferior a la media.

Figura 21. Anomalía de las precipitaciones, Zona Insular, periodo 1961-2022.



Fuente: Elaboración propia en base a MMA, 2024.

.

En síntesis, en cuatro de las cinco zonas del país analizadas (Zona Centro, Sur, Austral e Insular) se observa una tendencia a la disminución de las precipitaciones, a excepción de la Zona Norte, en la que se visualiza una tendencia al alza.

3.4.1.3. CAMBIOS EN LOS REGÍMENES DE PRECIPITACIONES: MEGASEQUÍA

El sexto reporte del IPCC reafirma lo expuesto en el 5to en cuanto a la situación vivida por California (Estados Unidos de América) y la zona centro sur de Chile, las cuales continúan experimentando notorias tendencias de disminución de precipitaciones (Castellanos *et al*., 2022). Situación de megasequía que experimenta nuestro país desde el año 2010, tras el cual se han observado años secos consecutivamente, resultando en un decrecimiento de los niveles de agua en embalses, aguas subterráneas y capas de nieve (Garreaud *et al*., 2019).

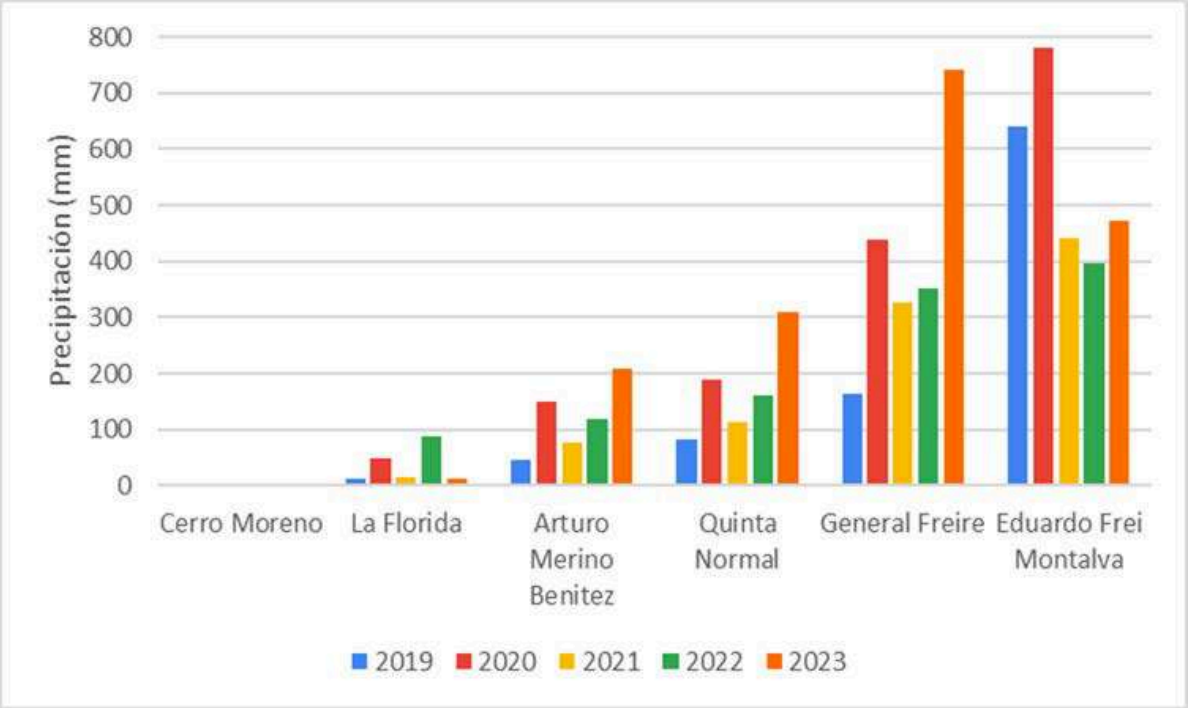
Naturalmente, el fenómeno del Niño - Oscilación del Sur (ENSO, por sus siglas en inglés) es el detonante de periodos de sequía alrededor del mundo (Vicente-Serrano *et al*., 2011), para el caso de Chile, este fenómeno contribuye a la variabilidad interanual de las precipitaciones, repercutiendo a su vez en los nevazones presentes en la Cordillera de los Andes (Saavedra, 2020). Particularmente, este fenómeno natural se caracteriza por alternar entre una fase con temperaturas del océano Pacífico tropical más frías (La Niña) y otra con temperaturas más cálidas (El Niño) que el promedio de largo plazo (Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, 2015). Durante los años de la fase fría (La Niña), se producen alteraciones de la circulación atmosférica (debilitamiento de los vientos del oeste sobre Sudamérica y una intensificación del anticiclón del Pacífico), elementos que favorecen condiciones más secas que el promedio en la zona central del país. Contrariamente, durante la fase cálida (El Niño), se produce un aumento en las precipitaciones de dicha región (CR2, 2015). Sin embargo, a pesar de ello, la megasequía se ha dado en circunstancias donde las condiciones del fenómeno del Niño han sido mayormente neutrales (Garreaud *et al*., 2019).

Otra oscilación climática que influye en la variabilidad climática, en menor medida que ENSO, es la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO, por sus siglas en inglés), oscilación que afecta en mayor medida a la zona norte del país y cuyas repercusiones se pueden ver magnificadas al sincronizarse con periodos ENSO (Valdés-Pineda *et al*., 2018).

Además, del ENSO y la PDO, otro factor que agrava la sequía en el país es el agujero de ozono antártico. Según Cordero *et al*. (2019), esto se debe a que el "enfriamiento estratosférico resultante del agujero de ozono sobre la Antártica favorece la fase positiva del Modo Anular del Sur (SAM) en el verano austral", fase que se vincula con un aumento de la presión atmosférica en latitudes medias y una disminución de ellas en latitudes altas, lo que produce cambios de "alcance hemisférico en la circulación atmosférica". De acuerdo con dichos autores, esta causa podría ser responsable de entre un 40 a un 80 % de la disminución de las precipitaciones observadas en el verano austral a lo largo de las últimas décadas en la zona centro-sur del país.

En cuanto al nivel de precipitaciones, como se observa en el **Anexo 5** y la **Figura 24**, a lo largo del país las estaciones que presentan un mayor déficit en comparación al año anterior (2023 vs 2022) fueron La Florida (La Serena), Manquehue (Temuco) y Pichoy (Valdivia), con -86,2%, -39,7% y -9,3%, respectivamente. Al comparar estos registros con el promedio histórico (1991-2020), se observa que la mayoría de las estaciones contempladas (13 de 21) presentan déficits.

Figura 24. Precipitaciones anuales, según estación meteorológica 2019-2023.



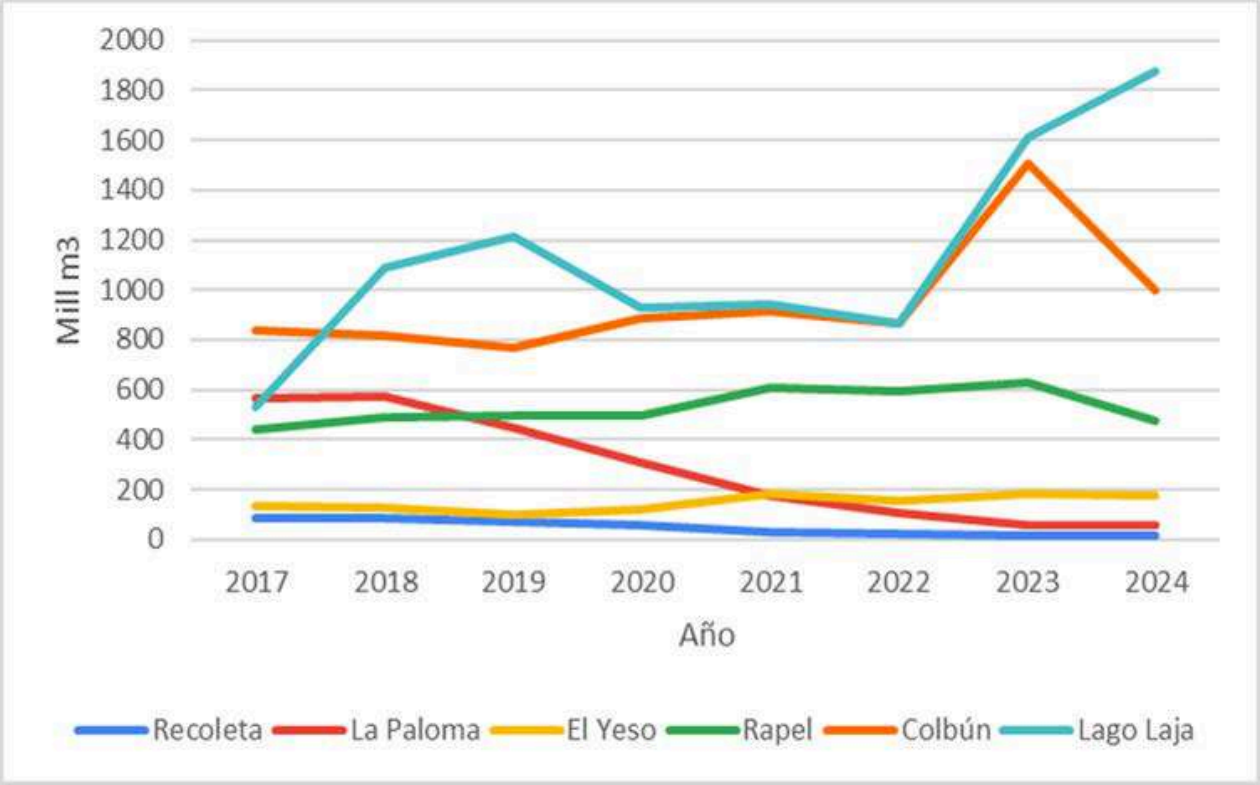
Fuente: Elaboración propia en base a datos provistos por INE y MeteoChile, 2025.

Se debe resaltar que la disminución de las precipitaciones en el país va asociada con un aumento de la temperatura, que es más notorio en la cordillera. A raíz de lo anterior, la nieve se tiende a derretir más temprano de lo esperado, produciéndose ríos caudalosos de forma temprana y notoriamente más secos en la época estival (Istúriz, 2018).

A grandes rasgos, considerando el volumen de agua acumulada a agosto de 2024, la mayoría de los embalses presentan un déficit en comparación con el promedio histórico (1991-2020) (Ver Anexo 6). Destaca particularmente el caso de los embalses La Paloma y Recoleta, que presentan déficits del 86,31% y 76,81%, respectivamente. En contraste, los embalses El Yeso y Lago Laja registran un superávit del 9,14% y 12,30%, respectivamente.

Al analizar el periodo 2017-2024 (Ver Figura 25), se observa una disminución continua en los volúmenes de los embalses Recoleta y La Paloma entre los años 2017-2023. No obstante, para el año 2024 ambos embalses presentaron un aumento en el volumen de agua (acumulada al 31 de agosto) en un 14,29% y un 3,05%, respectivamente. En contraste, los embalses El Yeso, Rapel, y Colbún presentaron una disminución en el volumen de agua en comparación al año anterior, con variaciones de -3,76%, -23,92%, -33,77%, respectivamente. Por su parte, el embalse Lago Laja presentó un aumento en el volumen de agua de un 16,62%.

Figura 25. Principales embalses al 31 de agosto, periodo 2017-2024.



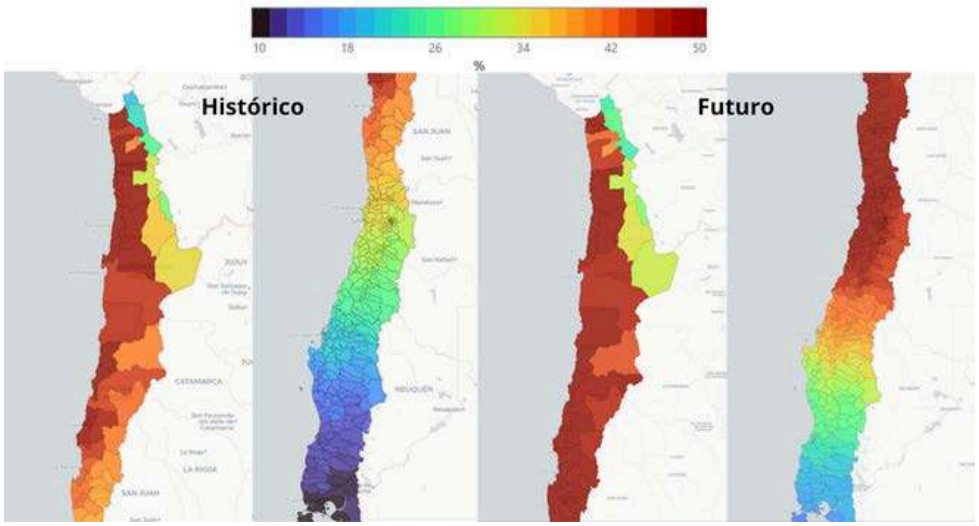
Fuente: Elaboración propia a partir del Pronóstico anual de caudales de deshielo DGA, 2024.

Diversas proyecciones climáticas respecto de la variación en las precipitaciones medias, revelan para nuestro país una disminución significativa en las precipitaciones esperadas para casi la totalidad del país, en especial para la zona centro-sur (DGA, 2022). Siendo la sequía una amenaza climática prioritaria a abordar que afecta de forma transversal en mayor o menor medida a todos los chilenos.

En particular, las proyecciones climáticas realizadas en el marco del proyecto del Atlas Climático ARClim demuestran que el riesgo asociado a sequías hidrológicas para el periodo 2025-2060 presentará un fuerte aumento en las comunas desde La Serena hasta Puerto Montt, esperándose un aumento en la frecuencia y magnitud de caudales bajos (MMA, 2020).

Como se puede observar en la **Figura 26**, en cuanto a la amenaza climática "Frecuencia de Sequía", simulaciones para el período futuro (2035-2065) indican que la zona centro tendrá una frecuencia de periodos de sequía de entre un 40 y 50%, mientras que en la zona centro-sur, la frecuencia será de entre un 30 y 50% para el mismo periodo, llegando la línea del 50% hasta la Región del Maule. Si se comparan estas proyecciones con registros históricos para el período 1980-2010, la zona centro resulta afectada en mayor medida por este fenómeno, pasando de frecuencias esperadas entre 20 y 30% a 40 y 50%.

Figura 26. Amenaza climática Frecuencia de Sequía periodo Histórico 1980-2010/Futuro 2035-2065.



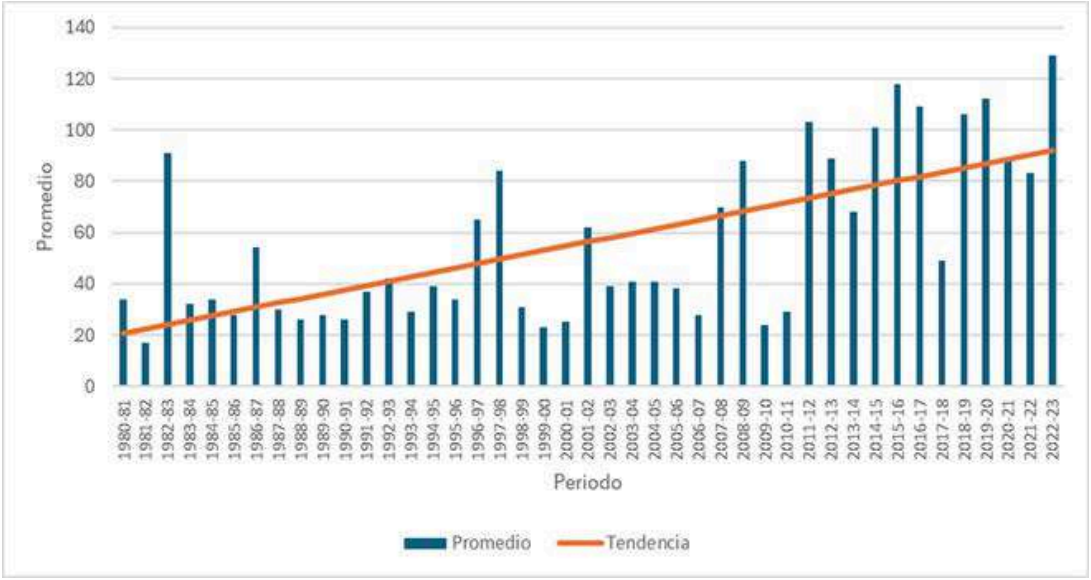
Fuente: Atlas Climático ARClim, 2022.

Los déficits hídricos evidenciados afectan de forma transversal a todas las comunas de nuestro país, volviéndose situaciones cada vez más críticas si los efectos del cambio climático continúan avanzando. Esto lleva a una necesidad de diversificar los mecanismos de adaptación, partiendo por el desafío de mejorar la eficiencia del uso y reducir la pérdida de agua.

3.4.1.4. OLAS DE CALOR A NIVEL NACIONAL POR TEMPORADA

Para el periodo 1980-2023 **(Ver Figura 27)**, a nivel agregado nacional se observa una tendencia al alza en el número de eventos de olas de calor, destacando a la temporada 2022-2023 como aquella con una mayor cantidad de eventos de esta índole (129) (MMA, 2025).

Figura 27. Olas de calor a nivel nacional por temporada en períodos bianuales, 1980-2023.



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2025.

Nota: *La Ola de Calor se calcula sobre la base de 20 estaciones de monitoreo de diferentes lugares de Chile. Según la Dirección Meteorológica de Chile, un evento de ola de calor ocurre cuando la temperatura máxima es igual o mayor al percentil 90 por 3 días consecutivos en el período comprendido entre noviembre y marzo del año posterior. El percentil 90 se calcula tomando las series de temperaturas máximas diarias en el período 1981-2010 de cada ciudad estableciéndose un umbral crítico de temperatura mensual obtenido de la media móvil de 15 días.*

De acuerdo con Castellano et al. (2022), se ha producido un aumento en el número de días en que la población se expone a olas de calor en Centroamérica y Sudamérica. En lo que respecta a Chile, en el periodo 2016-2020, la población mayor a 65 años se ha visto expuesta a 3,3 días adicionales de olas de calor, en comparación con el periodo 1986-2005.

Someterse a altas temperaturas puede producir diversos efectos en la salud, como, por ejemplo: 1) erupción o sarpullido; 2) edema; 3) pérdidas súbita y breve de la conciencia; 4) espasmos musculares dolorosos; 5) agotamiento; y 6) ataque por calor o golpe de calor (con riesgo de vida) (Ministerio de Salud, 2019).

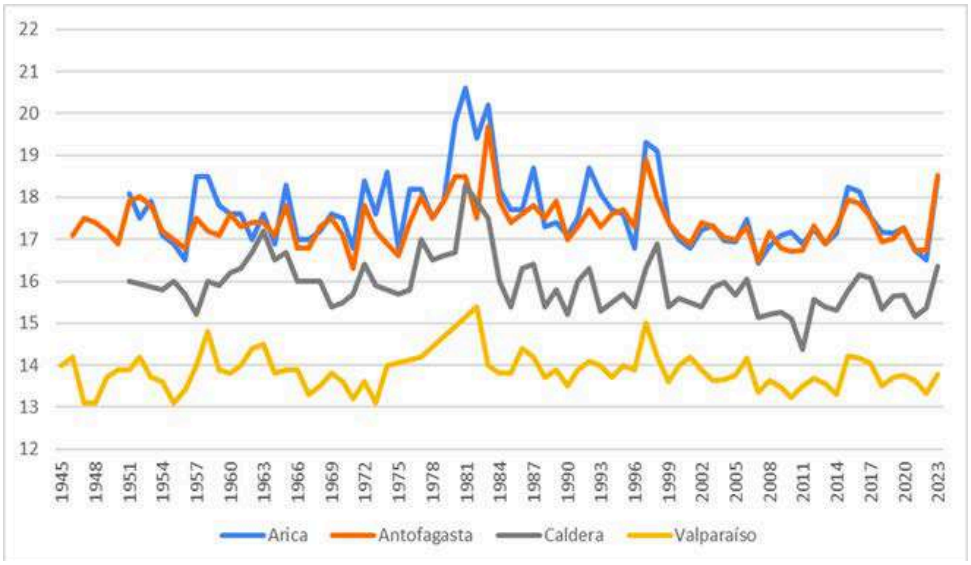
Además, según Cifuentes et al. (2020), las olas de calor pueden tener efectos psicosociales, como, por ejemplo, la generación de conflictos intergrupales, producto de las reacciones violentas que pueden tener las personas al exponerse a altas temperaturas. Adicionalmente, las olas de calor producen un impacto en la productividad, en la medida que las personas reducen su actividad en un intento de controlar su exposición a las altas temperaturas (Ministerio de Salud, 2019). Es importante destacar que los efectos de las olas de calor impactan con diferente intensidad en los distintos sectores del empleo, debido a que no todos los trabajos tienen el mismo grado de actividad física y de horas de trabajo al aire libre (Torres, 2019). Específicamente, los sectores más afectados serán la agricultura y la construcción, donde para el primero se espera una pérdida del 60% de horas de trabajo para el 2030, mientras que para el segundo la pérdida esperada es del 19% (International Labour Organization, 2019).

3.4.1.5. CAMBIOS EN EL MAR Y EN EL BORDE COSTERO

3.4.1.5.1. INCREMENTO DE LA TEMPERATURA DEL MAR

Tal como se observa en la **Figura 28,** la temperatura superficial del mar (TSM) -en estaciones seleccionadas- promedio presenta comportamientos variables para el periodo 1945-2023. Hasta inicios de la década del 80, es posible visualizar una tendencia al aumento de la TSM. Precisamente, en cada una de las estaciones seleccionadas el peak de temperatura se produce a comienzos de esa década (1981 en el caso de Arica y Caldera; 1983 en el caso de Antofagasta; 1982 en el caso de Valparaíso), posteriormente, existe una tendencia a la disminución del orden de 0,1 a 0,2° C por década. Es importante resaltar que, entre los años 2022 y 2023, se observa un aumento en la TSM para cada una de las estaciones.

Figura 28. Temperatura superficial del mar en Arica, Antofagasta, Caldera y Valparaíso.

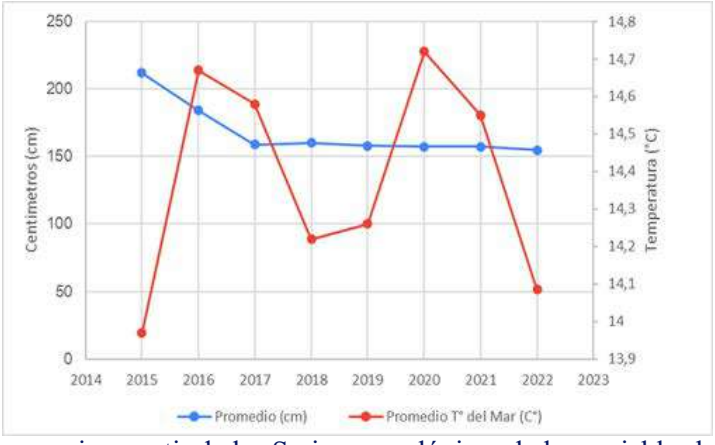


Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2025.

Cada vez son más los estudios que analizan la relación entre el comportamiento del nivel del mar con el cambio climático y sus efectos. A nivel mundial mediante tecnología satelital se ha podido estimar un aumento de la altura del mar derivado del cambio climático de 2.9 mm por año, ello debido a causas como el derretimiento de glaciares y el aumento de temperatura global y marítima (Nerem *et al*., 2018; Istúriz, 2018; Ashwanden *et al*., 2019). En particular, el aumento de la temperatura del mar produce un incremento en el volumen del agua (expansión térmica), proceso que ha sido históricamente uno de los principales contribuidores al aumento del nivel del mar (Abraham *et al*., 2013; Church *et al*., 2011).

Aun cuando se presenta una tendencia de enfriamiento en la costa chilena (Castellanos *et al*., 2022), para el periodo 2015-2022, la temperatura promedio del mar a nivel nacional presentó valores dispares. Se registraron años con temperaturas elevadas en 2016 y 2017, seguidos por un descenso en 2018 y 2019. En 2020 se evidenció un nuevo aumento y finalmente una disminución en 2021-2022. Por otro lado, el promedio del nivel del mar decayó entre 2015 y 2017, estabilizándose cerca de los 150 cm por sobre el nivel del mar en los años siguientes (**Ver Figura 29**).

Figura 29: Promedio del nivel y temperatura promedio del mar a nivel nacional 2015-2022.



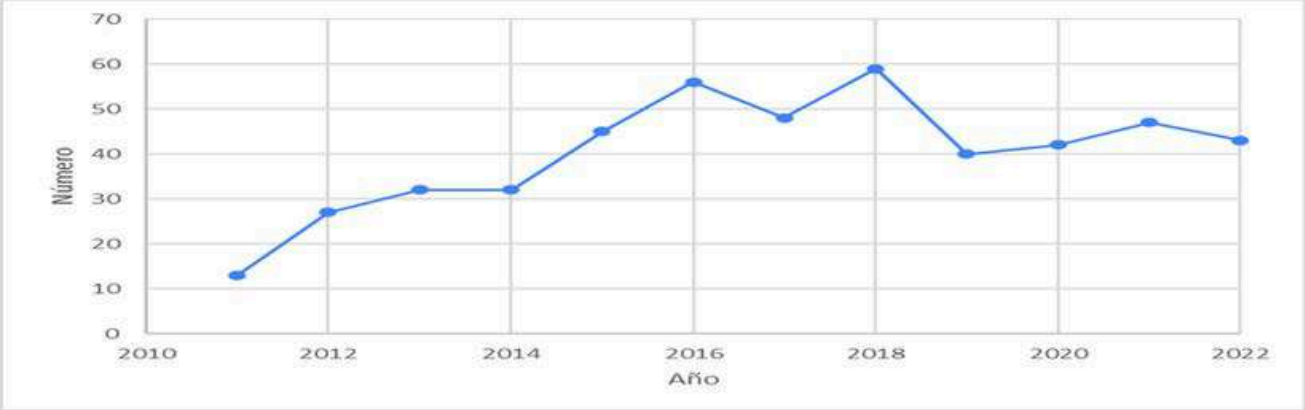
Fuente: Elaboración propia a partir de las Series cronológicas de las variables básicas ambientales dimensión agua INE, 2025b.

3.4.1.5.2. INCREMENTO DE LAS MAREJADAS Y ANGOSTAMIENTO DE LAS PLAYAS

En lo que respecta al número de marejadas en el país (**Ver Figura 30**), es posible observar un incremento relevante en el periodo 2011-2022, alcanzando un *peak* de 59 alertas el año 2018, casi 4,5 veces más que el año 2011, en el que solo se produjeron 13 alertas de esta índole.

Según el Ministerio del Medio Ambiente (2019), los impactos físicos asociados al cambio climático en la zona costera a partir de una combinación de marejadas y las variaciones en el nivel del mar, se pueden categorizar en: 1) inundación de las zonas bajas; 2) cambios en la dinámica y desaparición de humedales; 3) erosión de playas y acantilados; 4) efectos en la dinámica de las dunas; 5) efectos en la hidrodinámica y morfodinámica de estuarios; 6) efectos sobre la operación de puertos y caletas; 7) daños más frecuentes sobre las obras marítimas; 8) pérdida de deltas; 9) intrusión salina en acuíferos.

Figura 30. N° de alertas de marejadas en el país, 2011-2022.



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2024.

Un signo notorio del efecto de la intensificación de las marejadas es la erosión de las playas chilenas. De las diferentes localidades costeras del país, la Playa Grande de Tongoy, es aquella con el mayor riesgo de aumento del potencial erosivo, presentando altos niveles de sensibilidad y exposición, factores determinantes del riesgo (**Ver Cuadro 12 y Anexo 7**); en segundo lugar, se encuentra la playa de Hornitos con riesgo categorizado como “Muy Alto”; y en tercero la Bahía de Chañaral con riesgo “Alto”.



Figura 30. N° de alertas de marejadas en el país, 2011-2022.

Playa	Amenaza	Exposición	Sensibilidad	Riesgo
Playa Grande, Tongoy	Baja	Muy Alta	Alta	Muy Alto
Hornitos	Alta	Baja	Muy Alta	Muy Alto
Chañaral (bahía)	Baja	Moderada	Alta	Alto
Arauco – Laraquete	Muy alto	Moderado	Moderado	Moderado
La Serena	Baja	Muy alta	Baja	Moderado
Bahía La Ligua	Moderada	Baja	Alta	Moderado
Santo Domingo a El Yali	Moderada	Exposición	Moderada	Moderado
Pichilemu (Punta de Lobos)	Alta	Muy baja	Muy Alta	Bajo
Lebu – Tirúa	Muy alta	Muy baja	Baja	Bajo
Bahía de Concón	Moderada	Baja	Moderada	Bajo

Fuente: ARClim, 2022.

La erosión de las playas implica una reducción en los servicios ecosistémicos que éstas proveen a las personas, principalmente, el referido a otorgar un espacio de recreación (Enríquez-Acevedo et al., 2018). Adicionalmente, se espera que la erosión de las playas posiblemente generé daños económicos en las localidades costeras, ya que una disminución en el tamaño de las playas, se vincula a una potencial reducción del número de visitantes, al existir un menor espacio que pueda ser usado por parte de las personas. A modo de ejemplo, según un estudio realizado por el Ministerio del Medio Ambiente (2019), un retroceso de 3,48 m en la playa Reñaca, podría significar una disminución de 57.529 turistas anuales, lo que se asocia con una pérdida de 211.541 dólares por año.

3.4.1.5.3. ACIDIFICACIÓN DEL MAR

La acidificación de los océanos resultante de la absorción de carbono emitido por los humanos, ha significado principalmente en la disminución de su pH, trayendo consecuencias negativas en los ecosistemas marinos alrededor del mundo (Cooley *et al*., 2022). Desde la era preindustrial el valor del pH ha cambiado de un 8,2 a un 8,1 y se espera siga disminuyendo en un futuro, siendo un componente responsable de la pérdida de hábitat y poblaciones, extinción de especies y cambios en las redes tróficas marinas (Cooley *et al*., 2022).

La acidificación de los océanos también puede traer beneficios para algunas especies de algas y microalgas al propiciar condiciones para su propagación, generando Floraciones Algales Nocivas (FAN), más conocidas como mareas verdes, amarillas, cafés y rojas, sobre todo cuando es sumada a un aumento de temperatura del océano y disponibilidad de nutrientes (Gao et al., 2021). Sin embargo, estas floraciones masivas de algas resultan perjudiciales para la actividad pesquera, siendo las costas de las regiones de Magallanes, Aysén y Los Lagos donde se concentra la ocurrencia de eventos de marea roja en las últimas cuatro décadas, los cuales han ido aumentado en frecuencia e intensidad (Herrera-Mansilla, 2020; Anderson-Roselló & Villareal-Zan, 2020).

El riesgo que presenta la acidificación del océano para los moluscos y crustáceos de nuestro país significaría pérdidas en especial para el sector pesquero de la zona norte y sur-austral, debido a bajas en la producción de moluscos en cuanto a número y tamaño, además de la posibilidad de desaparición de especies (Cubillos et al., 2020).

Adicionalmente, debido a la disminución de precipitaciones esperada producto del cambio climático, y con ello una baja en la disponibilidad de agua dulce, un incremento en la salinidad y aumento de la temperatura superficial, surge un fuerte riesgo en particular para la industria salmonícola respecto a pérdidas de biomasa de salmones por eventos de FAN resultantes de aquellas condiciones (Soto et al., 2020).

3.4.1.6. CAMBIOS EN LOS GLACIARES

Numerosos estudios confirman el retroceso de los glaciares a lo largo de la Cordillera de los Andes en las últimas décadas (Dussaillant et al., 2019; Masiokas et al., 2020; Vargo et al., 2017; Barcaza et al., 2017). Proceso atribuido en gran medida a la pérdida de albedo que han experimentado, la cual trae como consecuencia un aumento en su derretimiento. Entre las causas de la pérdida de albedo se pueden encontrar, la reducción de superficie de nieve, reducción en las precipitaciones y aumento de temperatura (Shaw et al., 2021; Masiokas et al., 2020). Se ha estudiado una disminución de los días de nieve en Los Andes de al menos 15 días por año para el periodo 2000-2016 (Saavedra, 2020). Algunos estudios además proponen la influencia producida por el depósito de material particulado de origen antrópico en la superficie de los glaciares como un factor de disminución del albedo debido al oscurecimiento de la superficie (Cereceda et al., 2022; Lapere et al., 2021).

Para los glaciares ubicados en la zona central de Los Andes, se ha estudiado una disminución del albedo entre -0,024 y -0,035 por década desde 1986 (Shaw et al., 2021), acentuándose desde el inicio de la megasequía en 2010, periodo desde el cual los glaciares, en particular los de la zona seca de los Andes, han perdido grandes cantidades de masa (Dussaillant et al., 2019; Masiokas et al., 2020).

En mayor detalle, el volumen glacial de la cuenca del Río Maipo entre 1955 y 2016 ha disminuido en un quinto reducción que continuará durante los próximos años (Ayala et al., 2019). El glaciar Olivares Alfa presentó un retroceso anual de 1,78% para el periodo 1990-2017, el Beta un 1,33% y el Gama un 1,1% debido a una fuerte reducción en su albedo (Peña y Olmedo, 2019). A su vez, el glaciar Echaurren Norte presenta una tendencia negativa de pérdida de masa estudiada desde 1978 (Masiokas et al., 2016), la cual se acentuó desde 2010, pudiendo desaparecer en los próximos años (Farías-Barahona et al., 2019). Los glaciares presentes en Nevados de Chillán muestran un fuerte retroceso propiciado principalmente por el cambio climático, presentando para el periodo 2009-2019 una disminución de 2,2 km2 (De Moraes-Balboa et al., 2020). También se ha comprobado el retroceso de los glaciares Marinelli y Pigafetta en la Cordillera Darwin mediante el estudio de morrenas presentes en las bahías circundantes (Izagirre et al., 2018). Bajo el escenario RCP8.5 se esperan reducciones de masa en los glaciares de campos de hielo sur de -1,5 m e.a. y para los campos de hielo norte de -1,9 e.a. por año (1 m3 e.a. = 1 m e.a. distribuido uniformemente sobre 1 m2) (Bravo et al., 2021). El glaciar San Rafael es otro glaciar que ha presentado un fuerte retroceso en los últimos 30 años (Mardones et al., 2018), esperándose una tasa de pérdida de masa entre -0,34 y -0,03 Gt al año (Collao-Barrios et al., 2018).

Una consecuencia directa del derretimiento de glaciares debido al aumento de temperaturas, es el aumento de riesgo por inundaciones repentinas generadas por el colapso de lagos glaciales (GLOF, por sus siglas en inglés), especialmente para Sudamérica (Adler et al., 2022). Eventos de este tipo se relacionan con desastres históricos de nuestro país como el aluvión en la Villa Santa Lucía en 2017, el cual fue gatillado por fuertes precipitaciones que produjeron deslizamientos los cuales presionaron las inestables condiciones de un glaciar y su lago correspondiente, derivando en su colapso y posterior flujo de agua y detritos hacia la villa (Mella et al., 2018)

3.4.1.7. CAMBIOS EN LA DISTRIBUCIÓN DE LA BIOCENOSIS

Producto del cambio climático, se están generando cambios en la distribución, patrones de migración, abundancia, interacciones y actividades estacionales de especies terrestres y marinas (Parmesan et al., 2022), afectando a nivel global la abundancia y biomasa de especies y con ello la estructura y funcionalidad de los ecosistemas. Aquello cobra relevancia, al tener en cuenta que “la capacidad adaptativa de todas las especies tiene un límite frente a ambientes cambiantes” (Pecl et al., 2017). También, se espera que grandes áreas protegidas se vean expuestas a nuevas condiciones climáticas (Cooley et al., 2022). La redistribución de especies tiene serias consecuencias tanto a nivel ecosistémico como a nivel de desarrollo económico, seguridad alimentaria y salud humana (Pecl et al., 2017).

Fuentes-Castillo et al. (2019) modelaron la distribución de biodiversidad para el hotspot mediterráneo de Chile bajo los escenarios RCP2.6 y RCP 8.5 para el año 2080, estudiando la riqueza de especies, riqueza genética y diversidad filogenética. Los principales resultados señalan una mayor disminución esperada para la riqueza genética y diversidad filogenética en las montañas de la zona costera sur. Un aumento de la riqueza de especies en la Cordillera de Los Andes, pero una disminución para la zona del valle central, la zona costera y la zona norte de la cordillera. En cuanto a las especies endémicas mediterráneas, el escenario RCP8.5 muestra una pérdida de un 25% para todas las formas de vida más comunes como árboles, arbustos, helechos y hierbas (Fuentes-Castillo et al., 2019).

En cuanto a la vegetación terrestre, el estudio de las especies a escala milenaria ha permitido descubrir que la actual distribución de especies en el desierto de Atacama, tanto perennes como herbáceas, tiene su origen en migraciones derivadas de falta de agua y temperaturas extremas, similares condiciones que se están desarrollando en la actualidad, por lo que la adaptación de las especies a las nuevas condiciones climáticas podría significar profundos cambios y desplazamientos al igual que ocurrió en el pasado (Díaz *et al*., 2019).

Para el caso de *Jubaea chilensis* (palma chilena), esta especie endémica de Chile central presenta un déficit de regeneración, bajos niveles de diversidad genética y una falta de dispersores de larga distancia. Por lo que puede aumentar su tasa de endogamia y la migración verse sobrepasada por los efectos del cambio climático (Jara-Arancio *et al*., 2022).

Modelos han permitido estimar la distribución de *Eschscholzia californica* o "dedal de oro" al 2050 para la zona mediterránea de Chile, esperándose aumente su presencia en zonas montañosas de la Región Metropolitana y las zonas semiáridas de la Región de Valparaíso, llegando a expandirse hasta la Región de la Araucanía. Aumentando en general su presencia en mayores alturas para toda la zona, demostrando además su gran capacidad de adaptación hídrica y térmica (Pavez y Molina, 2019).

Respecto a la fauna, recientemente, se ha descubierto la expansión de la distribución del Piuchén (*Desmodus rotundus*), única especie de murciélago hematófago en Chile. Extendiéndose el límite sur desde las zonas costeras de Curaumilla en la Región de Valparaíso hasta la comuna de Navidad en la Región del Libertador Bernardo O'Higgins. Estudios a nivel mundial han asociado cambios en la distribución de diferentes especies de murciélagos con el cambio climático, por lo que es una interrogante a estudiar en la reciente expansión del Piuchén (Iturra-Herrera *et al*., 2019; Festa *et al*., 2022).

Un estudio referido al cambio en la distribución del zorro de Darwin producto del cambio climático, proyecta que la especie se desplace y concentre en zonas coincidentes con áreas protegidas, sin embargo, los porcentajes siguen siendo bajos para los esperados escenarios futuros de reducción de poblaciones del zorro y peligro de extinción (Molina et al., 2018).

Además, el continuo déficit de precipitaciones y el aumento de las temperaturas se prevé afecte a diversos polinizadores de plantas, poniendo en riesgo en mayor medida a especies dependientes de polinizadores externos. Destacando los picaflores debido a su sensibilidad térmica y su conexión con flora perteneciente a la familia Mutisia, la cual es altamente dependiente del picaflor para su polinización (Powers et al., 2017; Arroyo et al., 2022). Para 2080-2100, se ha estudiado una disminución en el rango de distribución cercano al 14% del Bombus dahlbomii o abejorro chileno nativo, especie actualmente en peligro de extinción (Morales et al., 2022).

Por otro lado, las especies exóticas presentes en Chile se concentran mayormente en la zona central, extendiéndose hasta la Región de Los Lagos. No obstante, bajo los escenarios PRC 2.6 y 8.5 se espera una expansión de especies exóticas capaces de llegar hasta la Patagonia y Tierra del Fuego, poniendo en peligro numerosas especies nativas (Marquet et al., 2019). A su vez, los incendios forestales facilitan la expansión de algunas especies invasoras, lo cual puede tener consecuencias negativas sobre la biodiversidad al afectar la polinización de especies nativas y su reproducción (Marquet et al., 2019). El cambio climático también puede dificultar el control y manejo de las especies invasoras, así como también la restauración de aquellos ecosistemas (Marquet et al., 2019).

En torno a los ambientes marinos, la adaptación en sistemas costeros y oceánicos se ha manifestado desde el nivel celular hasta ecosistémico, siendo el calentamiento, la falta de oxígeno y acidificación del océano forzantes de cambios en el comportamiento de animales, derivando en migraciones y disminución de hábitat (Cooley *et al*., 2022).

Para el caso de la anchoa (*Engraulis ringens*), modelaciones al año 2050 acorde a los escenarios RCP pudieron estimar un deterioro general del hábitat de las anchoas para la zona costera centro-norte de Chile, generando una respuesta negativa en cuanto a la presencia de anchoas adultas para la zona debido a procesos de redistribución, lo que afectará a su vez al mercado pesquero de anchoa (Silva *et al*., 2018). También es esperada una disminución en la abundancia de sardina, pero un aumento en la de jurel para 2065 (Liu *et al*., 2020). Adicionalmente, se prevé que la distribución de *Pelecanus thagus* se extienda más hacia el sur de la costa chilena debido al cambio de temperatura y productividad marina, lo que afectaría a su vez en un 20% la distribución de las zonas reproductivas (Cursach *et al*., 2019).

Los escenarios previstos debido al cambio climático demuestran una repercusión a nivel transversal de todos los componentes de la biocenosis. En la actualidad ya pueden evidenciarse cambios notorios a pequeña y gran escala a lo largo de todo el país, hechos que levantan la preocupación no sólo de la comunidad científica, sino que también de los sectores productivos. Se vuelve necesario reforzar los sistemas de monitoreo y continuar trabajando para mejorar la comprensión de los diversos ecosistemas que presenta Chile, para poder avanzar en materia de prevención y remediación mediante soluciones basadas en la naturaleza, de forma de avanzar en materia de adaptación frente al cambio climático y las cambiantes variables climáticas.

3.4.2. CENTROS DE INVESTIGACIÓN SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

3.4.2.1. CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS (UNIVERSIDAD DE CHILE)



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

3.4.2.1. Centro de Análisis de Políticas Públicas (Universidad de Chile)

El Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP) de la Facultad de Gobierno de la Universidad de Chile tiene por misión contribuir e influir en la generación de conocimiento e información para dar solución a problemas públicos en los ámbitos de Medio Ambiente, Ordenamiento Territorial, Cambio Climático, Descentralización y Gobiernos Subnacionales, mediante la realización de investigación, docencia y asesoría que contribuyan al debate nacional con el fin de impulsar decisiones políticas informadas, sustentables y sostenibles. Actualmente, cuenta con tres áreas de trabajo:

1) Programa de Medio Ambiente y Cambio Climático: se orienta al desarrollo de investigaciones, docencia y asesorías en diversas áreas relacionadas con el medio ambiente y cambio climático, junto con la realización de diagnósticos e informes al respecto tanto a nivel internacional como nacional siempre teniendo como metas la elaboración de políticas públicas. En su labor se destaca la realización periódica del Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile, en sus más de ocho versiones

2) Programa de Ordenamiento Territorial: tiene como objetivo principal desarrollar políticas y estrategias para un uso eficiente y equitativo del territorio, promoviendo un desarrollo urbano y rural equilibrado. Tiene la responsabilidad de todas las temáticas relacionadas con la información territorial, los sistemas de percepción remota y las metodologías de manejo de la información.

3) Programa de Descentralización e Instituciones Subnacionales: tiene como objetivo principal fortalecer las capacidades de los gobiernos subnacionales y promover una distribución más equitativa del poder y los recursos, mejorando la gobernanza local y regional. Se enfoca en áreas clave como el fortalecimiento de la gobernanza local, la participación ciudadana y la gestión pública a nivel subnacional.

3.4.2.2. CENTRO DE CIENCIAS DE CLIMA Y RESILIENCIA (CR)2 (UNIVERSIDAD DE CHILE)



Fotografía del equipo del CR2, **capturada en 2023.**

3.4.2.2. CENTRO DE CIENCIAS DE CLIMA Y RESILIENCIA (CR)2 (UNIVERSIDAD DE CHILE)

También conocido como (CR)2, está conformado por investigadores de la Universidad de Chile como institución patrocinante, e investigadores de la Universidad de Concepción y la Universidad Austral de Chile, entre otras, como instituciones asociadas.

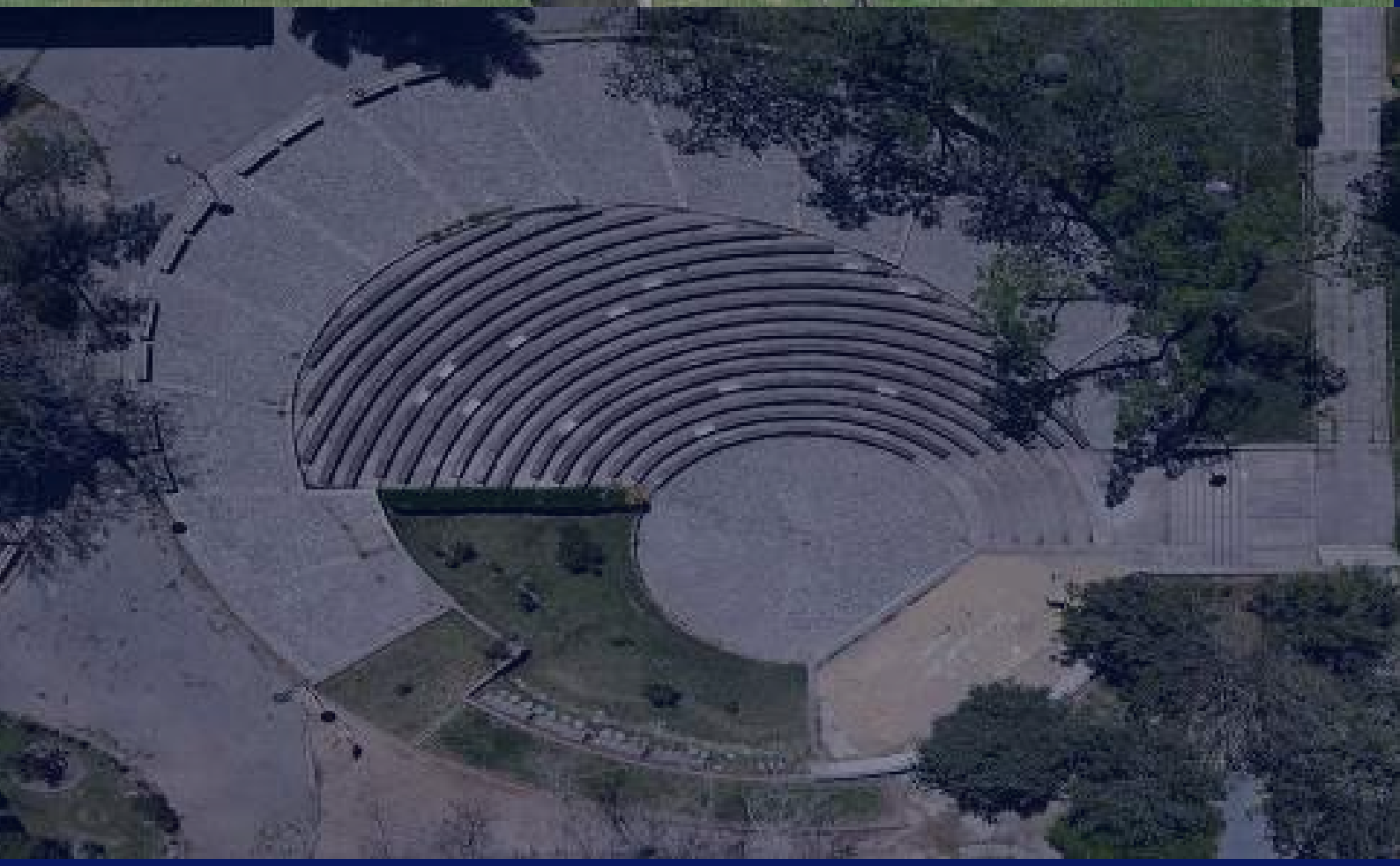
El CR2 tiene como propósito generar conocimiento sobre ciencia del clima y la resiliencia desde un enfoque interdisciplinario, y estudiar cómo el cambio climático impacta a los ecosistemas y a la sociedad chilena.

Durante su primer ciclo (2013–2017), el CR2 centró su trabajo en la comprensión del sistema climático y sus impactos en Chile, en el fortalecimiento de la comunidad científica nacional y en la contribución al diseño e implementación de medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático. En su segundo ciclo (2018–2023), el centro sumó el compromiso de posicionarse como un actor clave a nivel nacional para impulsar el desarrollo sostenible y contribuir al cumplimiento de las metas de reducción de emisiones establecidas por Chile en el marco del Acuerdo de París. Para el período 2024–2025, el CR2 proyecta expandir su investigación a nivel sudamericano, incluyendo el territorio antártico, con el objetivo de sentar las bases para una futura proyección regional de su trabajo.

Dentro de los servicios climáticos que entrega el Centro, las simulaciones climáticas son las que más han cobrado relevancia, sobre todo en el marco de cumplimiento de los Acuerdos Internacionales de Cambio Climático. El centro ha realizado simulaciones climáticas globales, como fue el caso del proyecto Coupled Model Intercomparison Project Phase 5“- CMIP5, realizado para la preparación del quinto reporte del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), También han realizado Simulaciones Climáticas Regionales que evalúan en un escenario futuro las condiciones más probables del sistema climático regional. Además, se han realizado simulaciones para la Dirección Meteorológica de Chile (DMC), que corresponden a WRF-MIROC5, en los escenarios RCP 2.6 y RCP 8.5.



3.4.2.3. CENTRO DE AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE, AGRIMED (UNIVERSIDAD DE CHILE)



3.4.2.3. CENTRO DE AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE, AGRIMED (UNIVERSIDAD DE CHILE)

El Centro AGRIMED fue creado en el año 1995 con el propósito de vincular a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile con la problemática ambiental que enfrenta la agricultura del país (AGRIMED). Con este propósito ha desarrollado investigación utilizando tecnologías como Sistemas de Información Geográfica (SIG), análisis de imágenes satelitales, modelamiento numérico espacial, sistemas de visualización 2D y 3D, bases de datos ambientales, técnicas de simulación para la creación de escenarios de Cambio Climático y evaluación de impactos sobre los recursos naturales.

Este centro posee cuatro unidades de desarrollo: 1) Unidad de Geomática y Modelación Espacial, 2) Unidad de Agroclimatología y Modelación de cultivos para la Agricultura y el Medio Ambiente, 3) Unidad de Tecnologías Educativas basadas en TIC's, y 4) Unidad de Bioprocesos y Reciclaje orgánico.

Dentro de sus acciones se pueden destacar la creación de un sistema de gestión de riesgos agroclimáticos para la adaptación a nuevos escenarios climáticos, la participación en el diagnóstico de vulnerabilidad y adaptación a los extremos climáticos en las Américas (VACEA), la elaboración de un portafolio de propuestas de adaptación del sector silvoagropecuario al Cambio Climático en Chile, entre otros proyectos. Como uno de los proyectos más significativos se puede destacar el Atlas Agroclimático de Chile, impulsado por el Ministerio de Agricultura a través de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) que busca responder sobre el comportamiento climático y sus efectos en la agricultura del país.



3.4.2.4. CENTRO DE CAMBIO GLOBAL (PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE)

3.4.2.5. CENTRO DE ECOLOGÍA APLICADA Y SUSTENTABILIDAD (PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE)



3.4.2.6. CENTRO DE CIENCIAS AMBIENTALES EULA-CHILE (UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN)



3.4.2.7. CENTRO DE ACCIÓN CLIMÁTICA (PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO)



3.4.2.8. CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA LA SUSTENTABILIDAD (UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO)



3.4.2.9. CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES (UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO)



3.4.2.10. CENTRO DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO (CIICC) (UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS)

3.4.2.4. CENTRO DE CAMBIO GLOBAL (PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE)

El Centro de Cambio Global UC fue inaugurado el año 2009, y tiene por misión "crear y transferir conocimiento interdisciplinario, identificando necesidades y generando soluciones, formar agentes de cambio y colaborar con distintos actores para contribuir al desarrollo sustentable de la sociedad".

Surgió de la alianza de cinco facultades de la Pontificia Universidad Católica de Chile: Agronomía e Ingeniería Forestal, Ciencias Biológicas, Ingeniería, Ciencias Económicas y Administrativas e Historia, Geografía y Ciencia Política.

Sus objetivos principales son: i) Generar conocimiento para fortalecer la capacidad nacional (y regional) para enfrentar el Cambio Global. ii) Establecer vínculos estrechos con los sectores público y privado para contribuir eficazmente al desarrollo sustentable del país. iii) Comunicar y difundir los resultados obtenidos, creando conciencia de las responsabilidades individuales y colectivas en la mitigación y adaptación al cambio Global.

Adicionalmente, posee tres ámbitos de acción (Centro de Cambio Global UC, 2022): 1) Desarrollo sustentable, mediante la realización de proyectos abocados en lograr una reducción de la huella de la sociedad en el planeta; 2) Vulnerabilidad, impactos y adaptación, lo que incorpora elementos de gestión del riesgo y manejo de incertidumbre climático, así como también análisis de vulnerabilidad; y 3) Gestión de los Recursos Naturales, que se fundamenta en el entendimiento cabal del estado, dinámica y de las condiciones que permiten la conservación de estos recursos.

3.4.2.5. CENTRO DE ECOLOGÍA APLICADA Y SUSTENTABILIDAD (PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE)

El Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad (CAPES por sus siglas en inglés), fue instituido el año 2014 y actualmente cuenta con la misión de “realizar investigación aplicada en asuntos ambientales de creciente importancia para el desarrollo sustentable de Chile”.

Adicionalmente, se orienta a establecer y promover buenas prácticas en el sector público y privado, en pos de mejorar los estándares ambientales actuales y alcanzar las transformaciones políticas de los sistemas socio-ecológicos del país (CAPES, 2025a).

Este centro cuenta actualmente con siete líneas de investigación (CAPES, 2025b): 1) Impactos ambientales de metales y rehabilitación de suelos; 2) Aproximaciones de la bioingeniería a la protección ambiental y las tecnologías sustentables; 3) Fisiología del cambio global; 4) Dinámicas de población, cambio global y sustentabilidad socioecológica; 5) Gestión sustentable de los recursos naturales e investigación en política pública; 6) Intensificación ecológica para la agricultura sustentable; 7) Servicios ecosistémicos y comportamiento humano

3.4.2.6. CENTRO DE CIENCIAS AMBIENTALES EULA-CHILE (UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN)

El Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile de la Universidad de Concepción fue creado el año 1990 y al día de hoy cuenta con la misión de "ser un Centro Universitario multi e interdisciplinario de ciencias ambientales, orientado a la investigación, difusión, educación permanente y asesorías ambientales integrales para el sector público y privado contribuyendo con ello, al desarrollo sustentable de la región y el país". A su vez, cuenta con la visión de "Ser un referente de excelencia en Ciencias Ambientales, con reconocimiento nacional e internacional en investigación y asistencia técnica, para contribuir de forma innovadora a la solución de problemas de la sociedad, permitiendo de esta forma la sustentabilidad del desarrollo regional y nacional" (EULA, 2025a).

Este centro posee tres principales líneas de investigación (EULA, 2025b): 1) El estudio de procesos que ocurren en las cuencas hidrográficas, tanto en su parte aérea, terrestre y acuática, incluyendo aquellos que afectan la calidad de agua, ciclos biogeoquímicos, biodiversidad, bioindicadores de calidad ambiental y modelación, así como también los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos, para apoyar la gestión sustentable de las cuencas y sus recursos naturales; 2) El análisis de los procesos que ocurren en las ciudades con un enfoque de ecología urbana y del paisaje, la búsqueda e identificación de indicadores de calidad de vida, pobreza, desarrollo rural indígena, además de la incidencia de procesos ambientales en la demográfica. El análisis económico de la toma de decisiones ambientales, también forma parte del eje de la investigación; 3) La investigación aplicada a procesos menos contaminantes, el análisis y remediación de sitios contaminados, el diseño de bioprocesos para el tratamiento de efluentes, la modelación de la dispersión de contaminantes emitidos a la atmósfera y la relación entre medio ambiente y fuentes de generación de energía.

Actualmente realiza asesorías en diversas áreas, como por ejemplo (EULA, 2025c): a) calidad del agua en sistemas acuáticos continentales y marinos, b) gestión energética; c) modelación atmosférica y calidad del aire; d) estrategias de producción limpia; e) planificación territorial y conservación de la biodiversidad, entre otros.

3.4.2.7. CENTRO DE ACCIÓN CLIMÁTICA (PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO)

Este centro se encuentra orientado a aumentar la preparación de la región de Valparaíso y del país a la actual crisis climática e impulsar el desarrollo de propuestas y soluciones integrales que fortalezcan la resiliencia climática, en colaboración con entidades públicas y privadas (Centro de Acción Climática [CAC], 2025a).

El trabajo del Centro de Acción Climática, se orienta en tres ejes principales: 1) investigación, que engloba riesgos, adaptación y resiliencia en municipios y empresas de servicios básicos de la región de Valparaíso, así como en el sector de apicultura; 2) educación, con el objeto de educar a los profesionales de hoy y de mañana, además de proveerles formación contínua, así como de hacer divulgación sobre cambio climático para el público general; 3) vinculación, que se expresa en la vinculación con el territorio de la Región de Valparaíso, Chile y Latinoamérica (CAC, 2025b).

Entre algunos de sus proyectos de investigación se encuentra: apicultura y cambio climático, plataforma de riesgo y adaptación climática territorial, evaluación multidimensional e integral de la cadena de valor para el hidrógeno verde en Chile, y ecos del futuro.

Por otra parte, entre sus publicaciones científicas recientes se encuentran (CAC, 2025b): 1) The influence of human activities on streamflow reductions during the megadrought in central Chile; 2) Hydroclimate variability in the Tropical Andes recorded by δ18O isotopes from a new network of Polylepis tarapacana tree-rings; 3) Local and global environmental drivers of growth chronologies in a demersal fish in the south-eastern Pacific Ocean; 4) Chemical Signals in Tree Rings from Northern Patagonia as Indicators of Calbuco Volcano Eruptions since the 16th Century; 5) Leaf Thermal and Chemical Properties as Natural Drivers of Plant Flammability of Native and Exotic Tree Species of the Valparaíso Region, Chile.

3.4.2.8. CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA LA SUSTENTABILIDAD (UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO)

Este centro de investigación, se creó el año 2010 al alero de la ex Facultad de Ecología y Recursos Naturales (actual Facultad de Ciencias para la vida), cuyo objetivo es hacer del medioambiente un objeto de estudio y un espacio de investigación para enfrentar los múltiples desafíos en esta materia, así como promover el desarrollo sustentable a nivel universitario, como a nivel de la sociedad (Universidad Andrés Bello, 2025; Centro de Investigación para la Sustentabilidad [CIS], 2025).

Actualmente, posee tres líneas de investigación (CIS, 2025): 1) cambio global, que se desglosa en contaminación ambiental, ordenamiento territorial y mitigación y adaptación al cambio climático; 2) ciudades circulares, que incluye economía circular, análisis del ciclo de vida, agricultura sustentable, manejo de residuos y tratamiento de aguas, energías renovables no convencionales; 3) conservación de la biodiversidad, que incorpora las amenazas a la biodiversidad, ecología y control de especies invasoras, enfermedades emergentes.

Los investigadores de este centro, se encuentran desarrollando y/o se han adjudicado más de treinta proyectos desde el año 2013 en adelante, siendo algunos de ellos (CIS, 2025): 1) Assessing freshwater health in the context of global change: an approach using invasive species and molecular epidemiology; 2) Xenopus laevis and global change: an interesting combination to assess freshwater health in a drying world; 3) Urban Mining: Recycling of electronic waste for the recovery of valuable metals; 4) Fighting the pandemic causing the greatest biodiversity loss: advancing in the mitigation of amphibian chytridiomycosis; 5) Impact of sedimentary fluxes of algal blooms on the bioaccumulation and biomagnification of Persistent Organic Pollutants.

3.4.2.9. CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES (UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO)

El Centro de Investigación y Gestión de Recursos Naturales de la Universidad de Valparaíso (CIGREN), fue creado el año 2004. Este posee por visión "consolidar un núcleo dinámico y multidisciplinario de investigadores con una capacidad creciente para abordar problemas actuales y futuros derivados del impacto de las actividades humanas y del cambio climático sobre los ecosistemas naturales".

El CIGREN posee dos principales objetivos (CIGREN, 2025a): 1) Consolidar un núcleo dinámico de investigadores con una capacidad creciente para abordar problemas actuales y futuros derivados de la expansión de la industria del cultivo de especies hidrobiológicas, creando una cultura académico-técnica multidisciplinaria; 2) Contribuir al desarrollo Regional y Nacional a través de la generación de conocimiento y tecnologías aplicadas a la conservación de los recursos naturales para un uso sustentable en ecosistemas acuáticos y terrestres. Actualmente, este centro posee cuatro líneas de investigación (CIGREN, 2025b): 1) manejo y gestión de recursos naturales; 2) estudio del efecto y exposición de agentes químicos en los ecosistemas; 3) modelamiento y adaptabilidad al cambio climático; 4) aproximación ecológicas y biotecnologías para el estudio de la biodiversidad y la conservación.

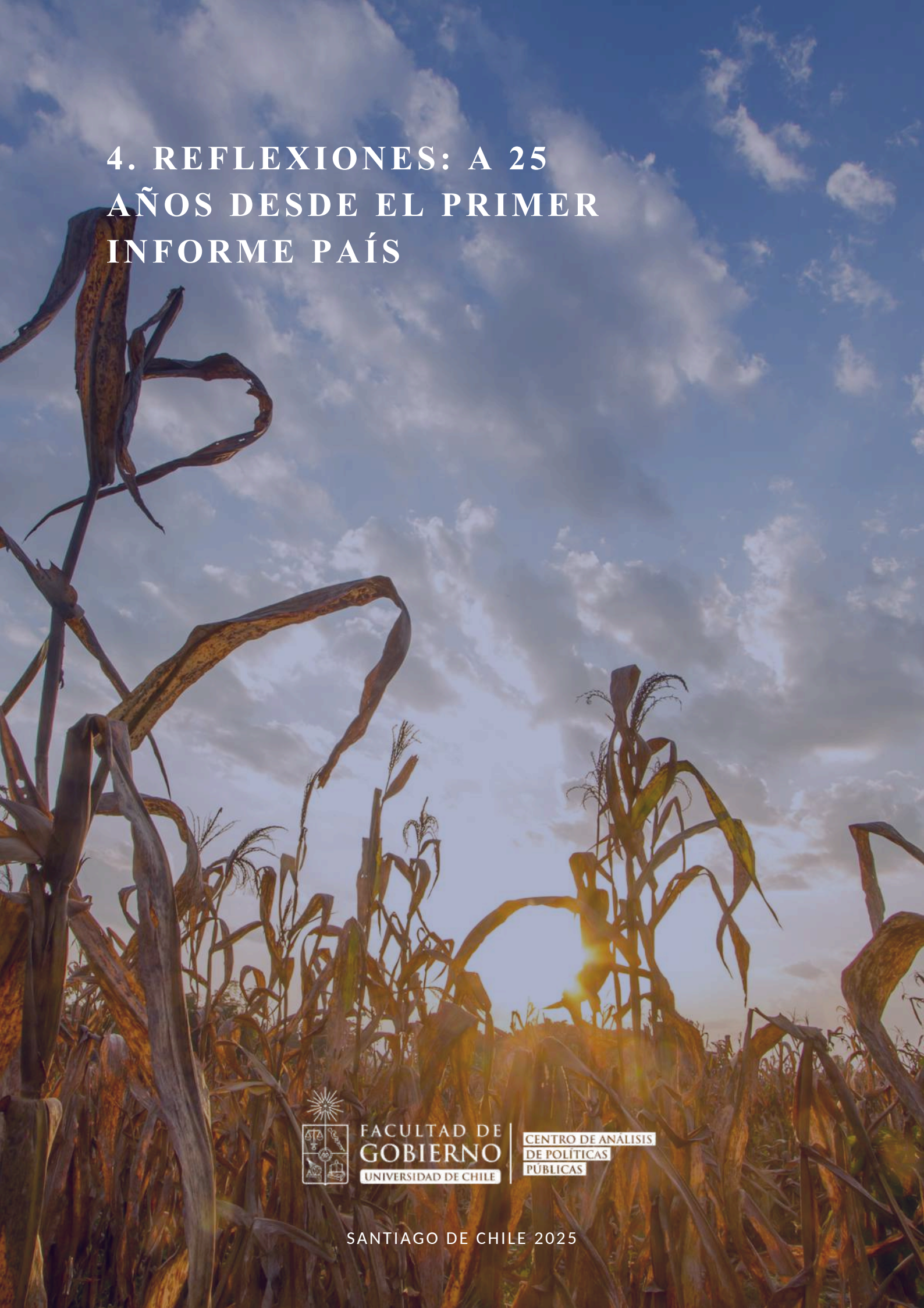
Entre algunos de sus proyectos de investigación desarrollados se encuentra (CIGREN, 2025c): 1) Diseño de aplicación móvil georreferenciada, para la comunicación, educación medio ambiental y participación ciudadana, en el sistema de recolección de aseo de la ciudad de Valparaíso (2022); 2) HidroCL: Modelo de pronóstico de caudales basado en machine learning (2021); 3) Estudio del índice de vulnerabilidad y riesgo de territorio del Área Metropolitana de Valparaíso (AMV) al Cambio Climático e identificación de las respectivas medidas de adaptación (2020); 4) The influence of the amundsen–bellingshausen and weddell low pressure centers on the recent and future climate variability of the antarctic peninsula (2020); 5) Implementación de técnicas de fitoestabilización para recuperación de suelos degradados en sectores de la Comuna de Puchuncaví (2020).

3.4.2.10. CENTRO DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO (CIICC) (UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS)

También conocido como CiiCC, es un centro que tiene como misión realizar "investigación básica y aplicada a orientar y a entender los efectos del cambio climático sobre los ecosistemas costeros, con énfasis en las oportunidades de innovación científica y tecnológica que ofrece nuestro capital natural para la adaptación y mitigación de sus impactos." Posee cinco líneas de investigación, entre ellas (CiiCC, 2025a): 1) Investigar e innovar sobre el efecto del cambio climático en los océanos y su impacto económico y social en Chile; 2) Proveer asesorías a organizaciones públicas y privadas interesadas en el desarrollo de estrategias de mitigación y adaptación para enfrentar el impacto del cambio climático; 3) Transferir nuevas tecnologías para la pesquería de pequeña escala, acuicultura y otros grupos de interés; 4) Apoyar la formación en ciencias; 5) Comunicar la ciencia del cambio climático y su impacto hacia todos los niveles educativos de la sociedad chilena.

Algunos de sus proyectos internos realizados en los últimos años, se han referido a (CiiCC, 2025b): 1) evaluar el efecto potencial del cambio global sobre los patrones macroecológicos y biogeográficos de las especies de aves nidificantes en Chile continental (2016-2017); 2) establecimiento de variables biotecnológicas de cultivo óptimas, de la rana grande chilena que permitan generar individuos sanos, en el menor tiempo, desde la fase larval (2011-2013). Adicionalmente, han realizado diferentes proyectos externos, siendo algunos de ellos: 1) Conservación biológica: Integrando cambio climático, parasitismo y recursos de importancia económica para una gestión sustentable (2020-2022); 2) Virtualización de las rutas turísticas, atractivos naturales y patrimoniales para la gestión del turismo en la provincia de Palena (2020-2021); 3) Integrating structure and function of ecological mechanical and mineralogical properties of marine calcifiers: Shell carbonates as source of bio-inspiration (Carbo Nat Lab) (2018-2019).

4. REFLEXIONES: A 25 AÑOS DESDE EL PRIMER INFORME PAÍS



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

Desde la publicación de las primeras versiones del “Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile”, la noción de macropresiones ha sido importante para comprender que los problemas socioambientales no son situaciones aisladas, sino que constituyen el resultado de dinámicas e interacciones sociales, culturales, económicas y ambientales profundas.

En la primera versión del capítulo de macropresiones (publicada en 2005), ya se advertía sobre la presión ejercida por el crecimiento económico nacional basado principalmente en la extracción intensiva y exportación de recursos naturales. Se destacaba también el impacto ambiental de los diferentes sectores productivos, entre ellos, la minería, industrial, silvoagropecuario, y pesquero. No obstante, el discurso en aquella época apostaba por un fortalecimiento de la institucionalidad ambiental y las innovaciones tecnológicas para reducir el impacto de los sectores productivos.

25 años más tarde, en 2025, si bien se han producidos importantes avances a nivel institucional, entre ellos, la creación del Ministerio del Medio Ambiente, la Superintendencia del Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental, los Tribunales Ambientales y recientemente del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas, las bases estructurales del crecimiento económico en Chile no han sufrido modificaciones significativas. Es decir, Chile continúa anclado a una economía extractiva intensiva, altamente dependiente de la exportación de sus recursos naturales, como el cobre, el litio, el salmón, y la fruta, por nombrar algunos.

Además, aunque se han incorporado nociones como la “minería verde” o “acuicultura sustentable”, materializados en planificaciones que buscan incorporar criterios ambientales en los procesos productivos, las presiones e impactos generados en el medio ambiente, continúan sobrepasando la capacidad estatal para otorgar una solución efectiva a los diferentes problemas socioambientales generados.

Uno de los principales cambios desde la primera versión del Informe País a la fecha, es la creciente importancia y visibilidad del cambio climático como una macropresión con repercusión global y local. Si bien en el Informe País del año 1999, el cambio climático era abordado como un factor de preocupación emergente, a día de hoy, se le reconoce como la principal macropresión y preocupación del siglo XXI, debido a los múltiples efectos que esta generando y generará en el país, tales como los cambios en los patrones de precipitación, olas de calor, aumento de las temperaturas, acelerando de pérdida de glaciares y aumento en la frecuencia de fenómenos extremos (inundaciones, sequía). La nueva realidad climática, pone en tensión la modalidad usual de planificar el desarrollo, arista en la que Chile ha generado importantes avances a la luz de la publicación de la Ley Marco de Cambio Climático, misma que a tres años de su lanzamiento, enfrenta retrasos en su implementación, que afectan la capacidad de adaptación y mitigación del país.

Adicionalmente, el factor social ha cobrado una importante relevancia. En el último cuarto de siglo, se ha evidenciado que los impactos sociales no se distribuyen de forma equitativa en la población, identificándose grupos vulnerables (comunidades rurales, pueblos indígenas) que se identifican como los principales afectados de la contaminación ambiental, la pérdida de biodiversidad y de la crisis climática. Aquello ha dado lugar a que en Chile, en los últimos 25 años se produjeran diferentes conflictos socioambientales.

Por otra parte, hace décadas atrás existía una inquietud por fortalecer el proceso de evaluación de impacto ambiental de proyectos y actividades, lo que dio origen a la creación del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, el que hace 25 años, era un instrumento de gestión ambiental incipiente, con una institucionalidad aún en formación y con una limitada capacidad técnica y operativa. En la actualidad, la discusión es la contraría, existiendo una creciente presión política y empresarial dirigida a acelerar la entrega de permisos ambientales, reducir estándares, y flexibilizar las normativas en pos del crecimiento económico y en desmedro de la protección medio ambiental. Esta tendencia refleja que la histórica tensión entre el crecimiento económico y el resguardo ambiental se ha agudizado, poniendo en entredicho los avances institucionales e instrumentales generados en el último cuarto del siglo.

No obstante, no se debieran omitir los avances generados. Se reconoce la existencia de una ciudadanía que ha desarrollado una mayor conciencia ambiental, con organizaciones de la sociedad civil con una mayor capacidad de incidencia, y de la presencia de representantes del sector académico y público que han impulsado iniciativas de innovación ambiental, conservación biológica, y de transición energética a distintas escalas territoriales. Es decir, a 25 años del primer informe, la demanda por una mayor sustentabilidad no es un fenómeno propiamente tal del sector académico, sino más bien, una exigencia que engloba a los diferentes sectores de la sociedad.

En resumidas cuentas, las macropresiones han de reconocerse no como fenómenos inevitables, sino como factores o fuerzas cuya expresión depende directamente y/o indirectamente del actuar del ser humano, lo que en consecuencia, significa, que pueden ser moldeadas, modificadas o reorientadas hacia expresiones con menores externalidades ambientales negativas.

A 25 años del Informe País, el análisis de las macropresiones constituye una oportunidad para replantear el modelo de crecimiento económico ilimitado, por nuevos paradigmas de desarrollo que sean ambientalmente sustentables, poniendo en perspectiva la necesidad de resguardar un país y un planeta para las actuales generaciones y las venideras.

1.7. BIBLIOGRAFÍA

- Abraham, J.P., Baringer, M., Bindoff, N.L., Boyer, T., Cheng, L.J., Church, J.A., Conroy, J.L., Domingues, C.M., Fasullo, J.T., Gilson, J., Goni, G., Good, S.A., Gorman, J.M., Gouretski, V., Ishii, M., Johnson, G.C., Kizu, S., Lyman, J.M., Macdonald, A.M., Minkowycz, W.J., Moffitt, S.E., Palmer, M.D., Piola, A.R., Reseghetti, F., Schuckmann, K., Trenberth, K.E., Velicogna, I., & Wills, J.K. (2013). A review of global ocean temperature observations: Implications for ocean heat content estimates and climate change. Review of Geophysics, 51, 450–483. doi:10.1002/rog.20022

- Adler, C., Wester, P., Bhatt, I., Huggel, C., Insarov, G., Morecroft, M., Muccione, V., & Prakash, A. (2022). Cross-Chapter Paper 5: Mountains. En H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (Eds.), Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability (pp. 2273-2318). Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press.

- Albers, H.J., Baquedano, M., Chávez, C., Dresdner, J., & Yubini, K. (2021). Oportunidades y desafíos para la acuicultura de pequeña escala: La perspectiva de los actores en la Región de Los Lagos-Chile. Revista internacional de agricultura y recursos naturales, 48(3), 259-287. doi: https://dx.doi.org/10.7764/ijanr.v48i3.2316

- Anderson-Roselló, R., & Villareal-Zan, R. (2020). Economic impact of the 2016 Red Tide over the exporting sector of Chile's Tenth Region. Munich Personal RePEc Archive (MPRA) Paper.

- Arroyo, M.T.K., Robles, V., Tamburrino, I., Martínez-Harms, J.M., Garreaud, R.D., Jara-Arancio, P., Castro, K. (2020). Extreme Drought Affects Visitation and Seed Set in a Plant Species in the Central Chilean Andes Heavily Dependent on Hummingbird Pollination. Plants, 9(11), 1553. doi: https://doi.org/10.3390/plants9111553

- Ayala, Á., Farías-Barahona, D., Huss, M., Pellicciotti, F., McPhee, J., & Farinotti, D. Glacier runoff variations since 1955 in the Maipo River basin, in the semiarid Andes of central Chile. The Cryosphere, 14, 2005–2027. doi: https://doi.org/10.5194/tc-14-2005-2020, 2020.

- Banco Central de Chile. (2025a). Comercio Exterior de Bienes. Recuperado de https://www.bcentral.cl/web/banco-central/areas/estadisticas/comercio-exterior-de-bienes

- Banco Central de Chile. (2025b). Cuentas Nacionales. Producto interno bruto por clase de actividad económica, a precios corrientes, series empalmadas, referencia 2018 (miles de millones de pesos). Recuperado de https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_CCNN/MN_CCNN76/CCNN2018_P1/637801087677220267?cbFechaInicio=2017&cbFechaTermino=2022&cbFrecuencia=ANNUAL&cbCalculo=NONE&cbFechaBase=

- Banco Central de Chile. (2025c). Sector Externo. Exportaciones de bienes (millones de dólares FOB). Recuperado de https://si3.bcentral.cl/siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_BDP/MN_BDP42/BP6M_EXPORT?cbFechaInicio=2017&cbFechaTermino=2025&cbFrecuencia=ANNUAL&cbCalculo=NONE&cbFechaBase=

- Banco Central de Chile. (2025d). Cuentas Nacionales. Producto interno bruto por actividad económica, volumen a precios año anterior encadenado, series empalmadas, referencia 2018 (miles de millones de pesos encadenados). Recuperado de https://si3.bcentral.cl/siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_CCNN/MN_CCNN76/CCNN2018_P2?cbFechaInicio=2017&cbFechaTermino=2022&cbFrecuencia=ANNUAL&cbCalculo=NONE&cbFechaBase=

- Banco Central de Chile. (2025e). Principales Estadísticas Macro. Recuperado de https://si3.bcentral.cl/siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_ESTADIST_MACRO/MN_EST_MACRO_IV/PEM_ACTyDDA_IndMacA_2_2018?idSerie=F032.PIB.PP.Z.USD.2018.Z.Z.0.A

- Banco Mundial. (2025a). PIB (US$ a precios actuales). Recuperado de https://datos.bancomundial.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD

- Banco Mundial. (2025b). Crecimiento del PIB (% anual). Recuperado de https://datos.bancomundial.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?end=2021&start=1961

- Banco Mundial. (2022c). Crecimiento del PIB (% anual) - Chile. Recuperado de https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?end=2017&locations=CL&start=2001

- Banco Mundial. (2025d). Crecimiento del PIB per cápita (% anual) - Chile. Recuperado de https://datos.bancomundial.org/indicator/NY.GDP.PCAP.KD.ZG?end=2023&locations=CL&start=1961&view=chart

- Banco Mundial. (2025e). Global Economic Proyects. Recuperado de https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/c1544edb-cf9b-46db-9652-afb2bafd866e/content

- Banco Mundial. (2025f). Exportaciones de bienes y servicios (% del PIB) - Chile. Recuperado de https://datos.bancomundial.org/indicator/NE.EXP.GNFS.ZS?end=2023&locations=CL&start=2010

- Banco Mundial. (2025g). *Índice de Gini - Chile*. Recuperado de https://datos.bancomundial.org/indicator/SI.POV.GINI?locations=CL

- Banco Mundial. (2025h). PIB (US$ a precios actuales) - Chile. Recuperado de https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.CD?end=2023&locations=CL&start=2013

- Barcaza, G., Nussbaumer, S.U., Tapia, G., Valdés, J., García, J.L., Videla, Y., Albornoz, A., & Arias, V. (2017). Annals of Glaciology, 58(75), 166-180.

- Bravo, C., Bozkurt, D., Ross, A.N., & Quincey, D.J. (2021) Projected increases in surface melt and ice loss for the Northern and Southern Patagonian Icefields. Scientific Report, 11. doi: https://doi.org/10.1038/s41598-021-95725-w

- Cardemil, M. (2021). Industria Forestal en Chile. Recuperado de https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/32419/1/N_68_21_Industria_Forestal_en_Chile.pdf

- Castellanos, E., Lemos, M.F., Astigarraga, L., Chacón, N., Cuvi, N., Huggel, C., Miranda, L., Moncassim, M., Ometto, J.P., Peri, P.L., Postigo, J.C., Ramajo, L., Roco, L., & Rusticucci, M. (2022). Central and South America. En H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (Eds.), Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (pp. 1689–1816). Cambridge, UK and New York, USA: Cambridge University Press. Centro de Acción Climática (2025a). Nosotros. Recuperado de https://accionclimaticapucv.com/investigacion-2/

- Centro de Acción Climática (2025b). Investigación. Recuperado de https://accionclimaticapucv.com/investigacion-2/

- Centro de Cambio Global UC. (2025). Quiénes somos. Presentación Centro de Cambio Global UC. Recuperado de https://cambioglobal.uc.cl/quienes-somos/sobre-el-centro

- Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2. (2025). Acerca del CR2. Recuperado de https://www.cr2.cl/acerca-del-cr2/

- Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2. (2015). Informe a la Nación. La megasequía 2010-2015: Una lección para el futuro. Recuperado de https://www.cr2.cl/wp-content/uploads/2015/11/informe-megasequia-cr21.pdf

- Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile. (2025a). Misión / visión. Recuperado de http://www.eula.cl/centro-eula/misionvision/

- Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile. (2025b). Líneas de investigación. Recuperado de http://www.eula.cl/investigacion/lineas-de-investigacion/

- Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile. (2025c). Servicios. Recuperado de http://www.eula.cl/servicios/

- Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad. (2025a). ¿Qué es CAPES? Recuperado de https://capes.cl/el-centro/
- Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad. (2025b). Recursos y publicaciones. Recuperado de https://capes.cl/recursos-y-publicaciones/
- Centro de Investigación para el Cambio Climático (CiiCC). (2025a). Líneas de investigación. Recuperado de http://www.ciicc.cl/lineas-de-investigacion/
- Centro de Investigación para el Cambio Climático (CiiCC). (2022b). Proyectos. Recuperado de http://www.ciicc.cl/proyectos/
- Centro de Investigación para la Sustentabilidad. (2025). Ciencia para enfrentar el cambio global. Recuperado de https://cis.unab.cl/
- Centro de Investigación y Gestión de Recursos Naturales (CIGREN). (2025a). Nosotros. Recuperado de https://cigren.cl/nosotros/
- Centro de Investigación y Gestión de Recursos Naturales (CIGREN). (2025b). Líneas de investigación. Recuperado de https://cigren.cl/nosotros/
- Centro de Investigación y Gestión de Recursos Naturales (CIGREN). (2025c). Proyectos. Recuperado de https://cigren.cl/proyectos/
- Cereceda-Balic, F., Ruggeri, M.F., Vidal, V., Ruiz, L., Fu, J.S. (2022). Understanding the role of anthropogenic emissions in glaciers retreat in the central Andes of Chile. Environmental Research, 214.
- Church, J.A., & White, N.J. (2011). Sea-Level Rise from the Late 19th to the Early 21st Century. Surveys in Geophysics, 32, 585–602. doi: https://doi.org/10.1007/s10712-011-9119-1
- Cordero, R., Feron, S., Llanillo, P., & Barria, K. (2019). Influencia del agujero de ozono en las precipitaciones de Sudamérica. Boletín Antártico Chileno, 31(1-2), 30-31.
- Cifuentes, L.; Quiroga, D.; Valdes, J. & Cabrera, C., 2020. Informe Proyecto ARClim: Salud. Recuperado de https://arclim.mma.gob.cl/media/informes_consolidados/12_SALUD_B.pdf
- Collao-Barrios, G., Gillet-Chaulet, F., Favier, V., Casassa, G., Berthier, E., Dussaillant, I., Mouginot, J., & Rignot, E. (2018). Ice flow modelling to constrain the surface mass balance and ice discharge of San Rafael Glacier, Northern Patagonia Icefield. Journal of Glaciology, 64(246), 568-582. doi:10.1017/jog.2018.46
- Comisión Chilena del Cobre. (2025a). Proyección de la producción de cobre en Chile 2024 - 2034. Recuperado de https://www.cochilco.cl/web/otros-estudios-del-cobre/

- Comisión Chilena del Cobre. (2024). Mercado del Litio. Proyección 2024-2025. Recuperado de https://www.cochilco.cl/web/litio/

- Comisión Chilena del Cobre. (2020). Oferta y demanda de litio hacia el 2030. Recuperado de https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/Produccion%20y%20consumo%20de%20litio%20hacia%20el%202030.pdf

- Cooley, S., Schoeman, D., Bopp, L., Boyd, P., Donner, S., Ghebrehiwet, D.Y., Ito, S., Kiessling, W., Martinetto, P., Ojea, E., Racault, M.F., Rost, B., & Skern-Mauritzen, M. (2022). Oceans and Coastal Ecosystems and Their Services. En H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (Eds.), Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability (pp. pp. 379–550). Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press.

- Cubillos, L., Soto, D., Hernández, A., & Norambuena, R. (2020). Informe Proyecto ARClim: Pesca Costera. Recuperado de https://arclim.mma.gob.cl/media/informes_consolidados/02_PESCA_COSTERA.pdf

- Cursach, J.A., Arriagada, A., Rau, J.R., Ojeda, J., Bizama, G., & Becerra, A. (2019). Predicting the potential distribution of the endemic seabird Pelecanus thagus in the Humboldt Current Large Marine Ecosystem under different climate change scenarios. . PeerJ, 7:e7642 doi: http://doi.org/10.7717/peerj.7642

- De Moraes-Balboa, M., Lara, C., Paredes, Á., & Broitman, B. (2020). Efectos del cambio climático sobre los glaciares del complejo volcánico nevados de Chillán. Revista Geográfica de Chile Terra Australis, 56, 5-13.

- Diaz, F., Latorre, C., Carrasco-Puga, G., Madera, J.M., Wilmshurst, J.M., Soto, D.C., Cole, T.L., & Gutierrez, R.A. (2019). Multiscale climate change impacts on plant diversity in the Atacama Desert. Global Change Biology, 5(5), 1733-1745.

- Dirección General de Aguas (DGA). (2022). Embalses al 40% de su capacidad. Recuperado de https://dga.mop.gob.cl/noticias/Paginas/DetalledeNoticias.aspx?item=825

- Dirección General de Aguas (DGA). (2024). Pronóstico de caudales de deshielo. Período septiembre 2024 - marzo 2025. Recuperado de https://dga.mop.gob.cl/uploads/sites/13/2024/11/Pronostico_Caudales_Deshielo_2024_2025.pdf

- Dussaillant, I., Berthier, E., Brun, F., Masiokas, M., Hugonnet, R., Favier, V., Rabatel, A., Pitte, P., & Ruiz, L. (2019). Two decades of glacier mass loss along the Andes. *Nature Geoscience*, 12, 802–808. doi: https://doi.org/10.1038/s41561-019-0432-5

- Festa, F., Ancillotto, L., Santini, L., Pacifici, M., Rocha, R., Toshkova, N.,...Razgour, O. (2022). Bat responses to climate change: a systematic review. Biological Reviews. doi: 10.1111/brv.12893

- Fonseca, M. (2020). Opinión: estimaciones de los efectos del estallido social y la COVID-19 sobre el empleo y el crecimiento económico en Chile. Recuperado de https://portal.ucm.cl/noticias/opinion-estimaciones-los-efectos-del-estallido-social-la-covid9-empleo-crecimiento-economico-chile

- Fuentealba, A., Duran, L., & Morales, N. (2021). The impact of forest science in Chile: history, contribution, and challenges. Canadian Journal of Forest Research, 51(6): 753-765. https://doi.org/10.1139/cjfr-2020-0471

- Fuentes-Castillo, T., Scherson, R.A., Marquet, P.A., Fajardo, J., Corcorán, D., Román, M.J., & Pliscoff, P. (2019). Modelling the current and future biodiversity distribution in the Chilean Mediterranean hotspot. The role of protected areas network in a warmer future. Diversity and Distributions, 25(12): 1897-1909.

- Fundación Rewilding Chile, Ministerio de Agricultura, Servicio Nacional de Turismo, Chile es Tuyo, Aysén Patagonia. (2022). Pasaporte. Ruta de los Parques de la Patagonia. Recuperado de https://pasaporte.rutadelosparques.org/

- Gao, G., Zhao, X., Jiang, M., & Gao, L. (2021). Impacts of Marine Heatwaves on Algal Structure and Carbon Sequestration in Conjunction With Ocean Warming and Acidification. Frontiers in Marine Science, 8, 1-12. doi: 10.3389/fmars.2021.758651

- Garreaud, R.D., Boisier J.P., Rondanelli, R., Montecinos, A., Sepúlveda, H.H., Veloso-Aguila, D. (2019). The Central Chile Mega Drought (2010– 2018): A climate dynamics perspective. International Journal of Climatology. 1-19.

- Global Carbon Project. (2025). Global Carbon Atlas 2023. Recuperado de http://www.globalcarbonatlas.org/en/content/welcome-carbon-atlas

- Gobler, C. (2020). Climate Change and Harmful Algal Blooms: Insights and perspective. Harmful Algae, 91, 1-4. doi: https://doi.org/10.1016/j.hal.2019.101731

- Habit, E., González, J., Ortiz-Sendoval, J., Elgueta, A., Sobenes, C. 2015. Efectos de la invasión de salmónidos en ríos y lagos de Chile. Ecosistema, 24(1): 43-51. doi.: 10.7818/ECOS.2015.24-1.08

- Hernández, C. (2019). Revisión sistemática de trabajos académicos en Chile sobre Conflictos Socio Ambientales durante el periodo 2008-2018 como aporte en la toma de decisiones en la gestión y planificación ambiental (tesis de magíster). Universidad de Chile, Santiago, Chile.

- Herrera-Mansilla, M. (2020). Controversias socioambientales al sur de Chile: el caso de la crisis de la marea roja en la Isla Grande de Chiloé. Región y sociedad, 32, 1-25. doi: https://doi.org/10.22198/rys2020/32/1343

- Huneeus, N., Urquiza A., Gayó, E., Osses, M., Arriagada, R., Valdés, M., Álamos, N., Amigo, C., Arrieta, D., Basoa, K., Billi, M., Blanco, G., Boisier, J.P., Calvo, R., Casielles, I., Castro, M., Chahuán, J., Christie, D., Cordero, L., Correa, V., Cortés, J., Fleming, Z., Gajardo, N., Gallardo, L., Gómez, L., Insunza, X., Iriarte, P., Labraña, J., Lambert, F., Muñoz, A., Opazo, M., O'Ryan, R., Osses, A., Plass, M., Rivas, M., Salinas, S., Santander, S., Seguel, R., Smith, P., Tolvett, S (2020). El aire que respiramos: pasado, presente y futuro – Contaminación atmosférica por MP2,5 en el centro y sur de Chile. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2. Recuperado de https://www.cr2.cl/wp-content/uploads/2020/09/Informe_Contaminacion_Espanol_2020.pdf

- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2025). Primeros resultados. Censo de Población y Vivienda 2024. Recuperado de https://www.ine.gob.cl/sala-de-prensa/prensa/general/noticia/2025/03/27/primeros-resultados-del-censo-2024-18.480.432-personas-fueron-censadas-en-chile-manteni%C3%A9ndose-la-tendencia-de-envejecimiento-de-la-poblaci%C3%B3n

- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2025a). Medio Ambiente Informe Anual 2024. Recuperado de https://www.ine.gob.cl/docs/default-source/variables-basicas-ambientales/publicaciones-y-anuarios/informe-anual-de-medio-ambiente/informe-anual-de-estadisticas-del-medio-ambiente-2024.pdf

- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2025b). Variables básicas ambientales. Recuperado de https://www.ine.cl/estadisticas/economia/energia-y-medioambiente/variables-basicas-ambientales

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). Climate Change 2021. The Physical Science Basis.

- International Labour Organization. (2019). "Working on a Warmer Planet". Recuperado en: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---

- Istúriz, D. (25 de octubre de 2018). Tres consecuencias del cambio climático que ya se sienten en Chile. La tercera. Recuperado de https://www.latercera.com/que-pasa/noticia/tres-consecuencias-del-cambio-climatico-ya-se-sienten-chile/375289/

- Iturra-Herrera, L., Brito-Carrasco, B., Daigre, M., Arce, P., Arriagada-Gajewski, M. (2019). Ampliación del rango de distribución sur de Desmodus rotundus (E. Geoffroy Saint Hilaire, 1810), Islote de Pupuya, región del Libertador Bernardo O'Higgins, Chile Central. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 68(1-2), 5-12.

- Izagirre, E., Darvill, C.M., Rada, C., & Aravena, J.C. (2018) Glacial geomorphology of the Marinelli and Pigafetta glaciers, Cordillera Darwin Icefield, southernmost Chile, Journal of Maps, 14, 269-281, doi: 10.1080/17445647.2018 .1462264

- Jara-Arancio, P., Silva-Carvalho, C., Carmona-Ortiz, M., Bustamante, R.O., Schmidt, P.M., Da Silva, S.C.,...Fleury, M. (2022). Genetic Diversity and Population Structure of Jubaea chilensis, an Endemic and Monotype Gender from Chile Based on SNP Markers. Plants, 11(15), 1-14.

- Lapere, R., Mailler, S., Menut, L., & Huneeus, N. Pathways for wintertime deposition of anthropogenic light-absorbing particles on the Central Andes cryosphere. Environmental Pollution, 272. doi: https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115901.

- Ley N° 19.300. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 09 de marzo de 1994.

- Ley N° 21.455. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 13 de junio de 2022.

- Liu, S., Liu, Y., Alabia, I.D., Tian, Y., Ye, Z., Yu, H.,...Cheng, J. (2020). Impact of Climate Change on Wintering Ground of Japanese Anchovy (Engraulis japonicus) Using Marine Geospatial Statistics. Frontiers in Marine Science, 31.

- Naciones Unidas (NU). (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Recuperado de https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf

- Nerem, R.S., Beckley, B.D., Fasullo, J.F., Hamlington, B.D., Masters, D., & Mitchum, G.T. (2018). Climate-change–driven accelerated sea-level rise detected in the altimeter era. The Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), 115(9), 2022-2025.

- Nicolo, G., Alonso, G., Barkin, D., Brailovsky, A., Brzovic, F., Carrizosa, J., Villamil, J. (2020). La tragedia ambiental de América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). ISBN: 9789211220438

- Nunez, C., & National Geographic Staff. (2022). Sea level rise, explained. Recuperado de https://www.nationalgeographic.com/environment/article/sea-level-rise-1#:~:text=Average%20sea%20levels%20have%20swelled,by%20a%20foot%20by%202050

- Manterola, C., Astudillo, P., Arias, E., & Claros, N. (2013). Revisiones sistemáticas de la literatura. Qué se debe saber acerca de ellas. Cirugía Española, 91(3), 149-155. doi: 10.1016/j.ciresp.2011.07.009

- Mardones F., Aguayo, M., Smith, E., & Ruiz, P. (2018). Retroceso glacial reciente en el Campo de Hielo Norte, región de Aysén, Chile: relación con variaciones climáticas. Revista de geografía Norte Grande, (69), 121-147. doi: https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022018000100121

- Marquet P. A., Altamirano, A., Arroyo, M.T.K., Fernández, M., Gelcich, S., Górski, K.,...Smith-Ramírez, C. (2019). Biodiversidad y cambio climático en Chile: Evidencia científica para la toma de decisiones. Santiago, Chile: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

- Masiokas, M.H., Rabatel, A., Rivera, A., Ruiz, L., Pitte, P., Ceballos, J.L., Barcaza, G., Soruco, A., Bown, F., Berthier, E., Dussaillant, I., & MacDonell, S. (2020). A Review of the Current State and Recent Changes of the Andean Cryosphere. Frontiers in Earth Science, 8:99. doi: 10.3389/feart.2020.00099

- Masiokas, M.H., Christie, D.A., Le Quesne, C., Pitte, P., Ruiz, L., VIllalba, R., Luckman, B.H., Berthier, E., Nussbaumer, S.U., González-Reyes, Á., McPhee, J., & Barcaza, G. (2016). Reconstructing the annual mass balance of the Echaurren Norte glacier (Central Andes, 33.5◦ S) using local and regional hydroclimatic data, The Cryosphere, 10, 927–940.

- Mella, M., Duhart, P., Garrido, N., Vergés, A., Fernández, J., Sepúlveda, V., Quiroz, D., Hermosilla, G., & Moreno, H. Flujo de lodo turbulento por desagüe explosivo (outburst) de lago proglacial asociado a un deslizamiento en el marco del cambio climático: Desastre en Villa Santa Lucía, Andes del Sur, Chile. XV Congreso Geológico Chileno “Geociencias hacia la Comunidad”. Universidad de Concepción, Nov 2018, Concepción, Chile.

- Ministerio de Desarrollo Social y Familia. (2023). Resumen de resultados: Pobreza por Ingresos, Pobreza Multidimensional y Distribución de los Ingresos. Recuperado de https://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/encuesta-casen-2022

- Ministerio de Relaciones Exteriores. (2020). Mares de Chile. Visión 2040. Recuperado de https://biblioteca.digital.gob.cl/bitstream/handle/123456789/3940/60_Mares%20de%20Chile.%20Visi%C3%B3n%202040.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Ministerio de Salud. (2019). Olas de calor. Recuperado de https://samucoquimbo.cl/Cambio%20Climatico/28%20y%2029%20agosto/7)%20Olas%20de%20Calor.pdf

- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2025). Informe del Estado del Medio Ambiente 2024. Recuperado de https://iema.mma.gob.cl/

- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2024). Octavo Reporte del Estado del Medio Ambiente 2023. Recuperado de https://sinia.mma.gob.cl/estado-del-medio-ambiente/reporte-del-estado-del-medio-ambiente-2023/

- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2021). Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente 2021. Recuperado de https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/06/REMA2021.pdf

- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2020a). Atlas de riesgos climáticos. Sequías hidrológicas. Recuperado de https://arclim.mma.gob.cl/atlas/view/sequias_hidrologicas/

- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2020b). Atlas de riesgos climáticos. Erosión de playas. Recuperado de https://arclim.mma.gob.cl/atlas/view/playas/

- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2019). Determinación del riesgo de los impactos del cambio climático en las costas de Chile. Recuperado de https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/04/2019-09-23-Informe-V01-CCCostas-Amenazas-Rev1.pdf

- Molina, C., Castillo, A. & Samaniego, H. (2018). Evaluación del nicho ambiental de Lycalopex fulvipes (zorro de Darwin) y la incidencia del cambio climático sobre su distribución geográfica. Gayana (Concepción), 82(1), 65-78. doi: https://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382018000100065

- Morales, C.L., Montalva, J., Arbetman, M.P., Aizen, M.A., Martins, A.C., & Paiva, D. (2022). Does climate change influence the current and future projected distribution of an endangered species? The case of the southernmost bumblebee in the world. Journal of Insect Conservation, 26, 257–269. doi: https://doi.org/10.1007/s10841-022-00384-5

- Müller-Using, S., Bahamóndez V, C., Sagardía Parga, R., Vergara, G., & Reyes, R. (2021). Bosques nativos de Chile: estado, presiones e importancia en una época de cambios. INFOR. https://doi.org/10.52904/20.500.12220/30461

- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). (2025). Boletín Bimestral de Empleo Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca septiembre - noviembre 2024 / octubre - diciembre 2024. Recuperado de https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/bitstream/handle/20.500.12650/73839/BEmpleo022025.pdf

- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). (2017). Agricultura Chilena: Reflexiones y desafíos al 2030. Recuperado de https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2018/01/ReflexDesaf_2030-1.pdf

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO). (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura. La transformación azul en acción. Recuperado de https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/ac22c090-772a-4624-8265-43e289ac3743/content

- Organization for Economic Co-Operation and Development (OECD). (1993). OECD core set of indicators for environmental performance reviews. A synthesis report by the Group on the State of the Environment. París, Francia.

- Organization for Economic Co-Operation and Development (OECD). (2022). Income inequality (indicator). Recuperado de 10.1787/459aa7f1-en

- Otavo, S., & Echeverría, C. (2017). Fragmentación progresiva y pérdida de hábitat de bosques naturales en uno de los hotspot mundiales de biodiversidad. Revista Mexicana de Biodiversidad. 88(4), 924-935.

- Pandia, E. (2016). Modelo presión, estado, respuesta (p-e-r), para la clasificación de indicadores ambientales y gestión de la calidad del agua caso: cuenca del río Puyango Tumbes. Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas. 19(37), 39-46.

- Parmesan, C., Morecroft, M.D., Trisurat, Y., Adrian, R., Zakaria, G., Arneth, A., Gao, Q., Gonzalez, P., Harris, R., Price, J., Stevens, N., Hirak, G. (2022). Terrestrial and Freshwater Ecosystems and Their Services. En H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (Eds.), Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability (pp. 197-377). Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press.

- Pavez M., & Molina, M. (2019). Proyección bioclimática de la Eschscholzia californica en la zona mediterránea de Chile central. Revista Geográfica de Valparaíso, (56), 1-12.

- Pecl, G.T., Araújo, M.B., Bell, J.D., Blanchard, J., Bonebrake, T.C., Chen, I.,...Williams, S.E. (2017). Biodiversity redistribution under climate change: Impacts on ecosystems and human well-being. Science, 355(6332).

- Peña, M., & Olmedo, F. (2019). Estimación de las variaciones espacio temporales de albedo en los glaciares olivares, Chile Central. Revista Geográfica de Chile Terra Australis, 55, 35-44.

- Poveda, R. (2020). Estudio de caso sobre la gobernanza del litio en Chile. Santiago, Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

- Powers, D.R., Langland, K.M., Wethington, S.M., Powers, S.D., Graham, C.H., & Tobalske, B.W. (2017). Hovering in the heat: effects of environmental temperature on heat regulation in foraging hummingbirds. Royal Society Open Science, 4, 1-14.

- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2024). Informe sobre Desarrollo Humano 2023/2024. Panorama General. Recuperado de https://hdr.undp.org/system/files/documents/global-report-document/hdr2023-24overviewsp.pdf

- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2020). Informe sobre Desarrollo Humano 2020. Recuperado de https://hdr.undp.org/system/files/documents/global-report-document/hdr2020spinformesobredesarrollohumano2020.pdf

- Quinteros, B. (2021). Las actitudes de los residentes hacia el turismo. Caso de estudio: comuna de Cochamó, Chile. Revista de Turismo e Identidad, 2(2): 17-38.

- Rivas, H. (1998). Los Impactos Ambientales en áreas Turísticas Rurales y propuestas para la Sustentabilidad. Gestión Turística, (3), 47-75. doi: https://doi.org/10.4206/gest.tur.1998.n3-04

- Saa, R. (12 de agosto de 2022). Desalinización de agua de mar en el marco de la propuesta constitucional. Facultad de Gobierno. Recuperado de https://gobierno.uchile.cl/noticias/189163/desalinizacion-de-agua-de-mar-en-la-propuesta-constitucional

- Saavedra, F. (2020). Conexión entre ENSO y la frecuencia de nieve en Los Andes. En R. Cordero y R. Fuenzalida (Eds.), El Niño y Cambio Climático. Sus efectos en Chile. El Niño-Oscilación del Sur (ENSO) y teleconexión (pp. 61-62).

- Sánchez, B. (2019). Medioambiente y pobreza: Construir resiliencia frente al cambio climático. Recuperado de https://www.entreculturas.org/sites/default/files/noticias/documento_medioambiente_y_pobreza.pdf

- Shaw, T., Ulloa, G., Farías-Barahona, D., Fernandez, R., Lattus, J., & McPhee, J. (2021). Glacier albedo reduction and drought effects in the extratropical Andes, 1986–2020. Journal of Glaciology, 67(261), 158-169. doi:10.1017/jog.2020.102

- Sierra-Beltrán, A.P., Lluch-Cota, D.B., Lluch-Cota, S.E., Cortés-Altamirano, R., Cortés-Lara, M.C., Castillo-Chávez, M., Carrillo, L., Pacas, L., Víquez, R., & García -Hansen, I. (2004). Dinámica espacio-temporal de organismos precursores de marea roja en la costa Pacífica de América del Norte y Centroamérica. Revista de Biología Tropical, 52(1), 99-107.

- Silva, C., Leiva, F., & Lastra, J. (2018). Predicting the current and future suitable habitat distributions of the anchovy (Engraulis ringens) using the Maxent model in the coastal areas off central-northern Chile. Fisheries Oceanography, 28(2), 171-182.

- Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA). (2025). Registro público de Sanciones. Recuperado de https://snifa.sma.gob.cl/RegistroPublico/Resultado

- Solórzano-Chamorro, J. J., Vera-Basurto, J. S., & Buñay-Cantos, J. P. (2022). Crecimiento económico y medio ambiente. RECIAMUC, 6(1), 203-212. doi: https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(1).enero.2022.203-212

- Soto, D., León-Muñoz, J., Molinet, C., Soria-Galvarro, Y., Videla, J., Opazo, D., Díaz, P., Tapia, F., & Segura, C. (2020). Informe Proyecto ARClim: Acuicultura. Recuperado de https://arclim.mma.gob.cl/media/informes_consolidados/01_ACUICULTURA.pdf

- Suárez, G. (2011). Crecimiento económico vs. degradación ambiental: ¿existe una curva de Kuznets ambiental en América Latina y el Caribe? Periodo 1970-2008 (tesis de maestría). Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Quito, Ecuador.

- Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales. (2021). Informe: Perspectivas Económicas Globales y Comercio Exterior de Chile. Recuperado de https://www.subrei.gob.cl/docs/default-source/estudios-y-documentos/otros-documentos/informe-macro-agosto-2021.pdf?sfvrsn=b4b1e23b_1

- Subsecretaria de Turismo. (2022). Visitas a Parques, Reservas, Áreas Protegidas y Monumentos Nacionales, Serie 2009 – 2023. Recuperado de https://www.subturismo.gob.cl/estadisticas-y-estudios/otros-informes-y-estadisticas/snaspe/

- Subsecretaria de Turismo y Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR). (2024). Anuario de Turismo 2023. Recuperado de https://www.subturismo.gob.cl/wp-content/uploads/2024/12/anuario-turismo-2023.pdf

- Subsecretaria de Turismo y Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR). (2025). Barómetro de Turismo. Enero 2025. Recuperado de https://www.subturismo.gob.cl/wp-content/uploads/2025/02/barometro-de-turismo-enero-2025.pdf

- Tewari, K. (2022). A Review of Climate Change Impact Studies on Harmful Algal Blooms. Phycology, 2, 244-253. doi: https://doi.org/10.3390/phycology2020013

- Torres, R. (2019). Efectos del Cambio Climático sobre la Salud y el Trabajo Impacto sobre actividades laborales y su entorno. Recuperado de https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27839/1/Efectos_del_cambio_climatico_sobre_la_salud_y_el_trabajo.pdf

- Universidad Andrés Bello. (2025). Centro de Investigación para la Sustentabilidad. Recuperado de https://vinculacion.unab.cl/programas-por-facultad/centro-investigacion-para-la-sustentabilidad/

- Valdés-Pineda R., Cañón, J., Valdés, J.B. (2018). Multi-decadal 40- to 60-year cycles of precipitation variability in Chile (South America) and their relationship to the AMO and PDO signals. *Journal of Hydrology, 556*, 1153-1170. doi: https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.01.031.

- Velásquez, L., & D' Armas, M. (2013). Indicadores de desarrollo sostenible para la planificación y toma de decisiones en el municipio caroní. Universidad, Ciencia y Tecnología, 17(6), 19-27.

- Vicente-Serrano, S.M., López-Moreno, J.I., Gimeno, L., Nieto, R., Morán-Tejeda, E., Lorenzo-Lacruz, J., Beguería, S., & Azorin-Molina, C. (2011). A multiscalar global evaluation of the impact of ENSO on droughts. Journal of Geophysical Research. 116, 1-23. doi: 10.1029/2011JD016039.

- Abujatum J (2019) Tratados, acuerdos y regulación medioambiental de Chile. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

- Agüero T (2009) La importancia de los recursos genéticos vegetales y animales en el desafío de convertir a Chile en un potencia alimentaria y forestal. Publicación de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias ODEPA. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile.

- Ahumada RB, Pinto LA, Camus PA (2000) The Chilean Coast. En: Seas at the millennium: An environmental evaluation. Volume I, Regional Chapters: Europe, The America and West Africa, pp. 699-717 (Sheppard CRC (Ed.). Pergamon, Amsterdam, The Netherlands.

- Alaniz A, Galleguillos M, Pérez-Quezada J (2016) Chile: Assessment of quality of input data used to classify ecosystems according to the IUCN Red List methodology: The case of the central Chile hotspot. Biological Conservation 204: 378-385.

- Araya B, Bernal M (1995) Aves. En: Diversidad biológica de Chile, pp. 350-360 (Simonetti JA, Arroyo MTK, Spotorno AE, Lozada E, Eds.). CONICYT, Santiago, Chile.

- Artigas J (1975) Introducción al estudio por computación de las áreas zoogeográficas de Chile continental basado en la distribución de 903 especies de animales terrestres. Gayana Miscélanea (Concepción) 4: 1-25.

- Bachmann P, de la Barrera M, Tironi A (2014) Recopilación y sistematización de información relativa a estudios de evaluación, mapeo y valorización de servicios ecosistémicos en Chile. Reporte para el Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile.

- Bannister JR, Vidal OJ, Teneb E, Sandoval V (2012) Latitudinal patterns and regionalization of plant diversity along a 4270-km gradient in continental Chile. Austral Ecology 37: 500-509.

- Bernal P, Ahumada RB (1985) Ambiente Oceánico. En: Medio Ambiente en Chile, pp 55-106 (Soler F Ed.). Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente (CIPMA). Santiago, Chile.

- Bustos L, Jaksic F (2017) Marco regulatorio aplicable al proceso de internación de especies exóticas a la república de Chile. Ediciones CAPES-UC. Santiago, Chile. http://www.capes.cl/wp-content/uploads/2018/01/Libro-PUC-Laurita-Bustos_Fabian-Jaksic.pdf

- Camus P, Jaksic F (2009) Piscicultura en Chile: entre la productividad y el deterioro ambiental 1856-2008. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. 100 pp.

- Cárdenas L, Hernández CE, Poulin E, Magoulas A, Kornfield I, Ojeda FP (2005) Origin, diversification and historical biogeography of the genus Trachurus (Perciformes: Carangidae). Molecular Phylogenetics and Evolution 35: 496-507

- Charrier A, Correa C, Castro C, Méndez MA (2015) A new species of Alsodes (Anura: Alsodidae) from Altos de Cantillana, central Chile. Zootaxa 3915: 540-550.

- Cione A, Tonni E, Bargo S, Bond M, Candela AM, Carlini A et al. (2007) Mamíferos continentales del Mioceno tardío a la actualidad en la Argentina: cincuenta años de estudios. Ameghiniana (Argentina) Publicación Especial 1: 257-278.

- Cofré HL, Samaniego H, Marquet PA (2007) Rarity and richness patterns of small mammals in mediterranean and temperate Chile: En: The quintessential naturalist: honouring the life and legacy of Oliver P. Pearson, pp. 275-302 (Kelt DA, Lessa E, Salazar-Bravo JA, Patton JL, Eds.). University of California Publications in Zoology. Berkeley, California, USA.

- Cohen-Shacham E, Andrade A, Dalton J, Dudley N, Jones M., Kumar C, Maginnis S, Maynard S, Nelson CR, Renaud FG, Welling R, Walters G (2019) Core principles for successfully implementing and upscaling Nature-based Solutions. Environmental Science, Policy 98: 20-29.

- Comisión Permanente del Pacífico Sur (2014) Estado del Medio Ambiente Marino y Costero del Pacífico Sudeste. Comisión Permanente del Pacífico Sur-CPPS. Serie Estudios Regionales 4. Guayaquil, Ecuador. 244 pp.

- Comité Nacional de Restauración Ecológica (2018) Documento Marco Restauración Ecológica.

- Comité Operativo para el Control de las Especies Exóticas Invasoras, COCEI (2014) Estrategia Nacional Integrada para la Prevención, el Control y/o Erradicación de las Especies Exóticas Invasoras. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile. 26 pp.

- CONAF (2017a) El gran incendio de Chile de 2017, descripción e impactos. http://www.conaf.cl/

- CONAF (2017b) Reporte de Neutralidad en la Degradación de las Tierras (NDT) ante la Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación (CNULD).

- CONAF (2017c) Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetales 2017-2025.
- CONAMA (2006) Biodiversidad de Chile: Patrimonio y Desafíos.
- CONAMA (2008) Biodiversidad de Chile: Patrimonio y Desafíos.
- CONAMA-Centro de Ecología Aplicada (2006) Protección y manejo sustentable de Humedales integrados a la cuenca hidrográfica.
- CONAMA-CONAF-BIRF (1999) Catastro y evaluación de los recursos vegetacionales nativos de Chile: Informe nacional con variables ambientales. Santiago, Chile.
- Conservation International (2005) Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. Editado por CEMEX y Conservación Internacional.
- Contreras A, Castro I (2008) Catálogo de variedades de papas nativas de Chile. Valdivia, Chile.
- Contreras ER, Pizarro M, Köhler H, Zamora P, Zúñiga G (2019) UV-B shock induces photoprotective flavonoids but not antioxidant activity in Antarctic Colobanthus quitensis (Kunth) Bartl. Environmental and Experimental Botany 159: 179-190.
- Contreras LC, Yáñez JL (1995) Mamíferos. En: Diversidad biológica de Chile, pp. 336-349 (Simonetti JA, Arroyo MTK, Spotorno AE, Lozada E, Eds.). CONICYT, Santiago, Chile.
- Correa C (2019) Nueva lista comentada de los anfibios de Chile (Amphibia, Anura). Boletín Chileno de Herpetología 6: 1-14.
- Correa C (2022) Lista viva de las especies de anfibios de Chile (Versión 2022.1). Ediciones de la Asociación Red Chilena de Herpetología, RECH. Accesible en: www.herpetologiadechile.cl
- Cubillos MC (2020) Constitucionalismo ambiental en Chile: Una mirada para el siglo XXI. Revista de Derecho 21 25-51.
- Cuvertino J, Ardiles V, Osorio F, Romero X (2012) New records and additions to the Chilean bryophyte flora. Ciencia e Investigación Agraria 39: 245-254.
- De Groot RS, Wilson M, Boumans R (2002) A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. Ecological Economics 41: 393-408.
- Di Castri F (1968) Biologie de l'Amerique Australe, 4. Esquisse écologique du Chili. CNRS, Paris, France.

- Díaz S, Demissew S, Carabias J, Joly C, Lonsdale M, Ash N, Larigauderie A et al. (2015) The IPBES conceptual framework: Connecting nature and people. Current Opinion in Environmental Sustainability 14: 1-16.

- Dinerstein E, Olson D, Graham D, Webster A, Primm S, Bookbinder M, Ledec G (1995) Una evaluación del estado de conservación de las ecorregiones terrestres de América Latina y el Caribe. Banco Mundial. Washington, DC, EEUU.

- Dring MJ (1982) The biology of marine plants (Contemporary biology) Edward Arnold Publishers, London, UK (citado en Ministerio del Medio Ambiente 2018a).

- Dubois A, Lenne P, Nahoe E, Rauch M (2013) Plantas de Rapa Nui: Guía Ilustrada de la Flora de Interés Ecológico y Patrimonial. Umanga Mo Te Natura, CONAF y ONF International. Santiago, Chile.

- Durán A, Casalegno S, Marquet P, Gaston K (2013) Representation of ecosystem services by terrestrial protected areas: Chile as a case study. PLoS ONE 8: e82643.

- Ecosistemas y Bienestar Humano: Marco para la Evaluación (2003) Informe del Grupo de Trabajo sobre Marco Conceptual de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio. Santiago, Chile.

- Estrategia Nacional de Biodiversidad (2017-2030) Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile.

- Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetales (2016) CONAF y Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile.

- Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025 (2013) Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile.

- FAO, Food and Agriculture Organization, Organización de las Naciones Unidas para Alimentación y la Agricultura (2009). Pago por Servicios Ambientales en Áreas Protegidas en América Latina.

- Fernández I, Morales N, Olivares L, Salvatierra J, Gómez M, Montenegro G (2010) Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales. PUC-Gobierno de Chile. Santiago, Chile.

- Ferrada S, Hernández, Montoya K, Galleguillos R (2002) Estudio poblacional del recurso anchoveta (Engraulis ringens, Jenyns 1842) (Clupeiformes, Engraulidae), mediante análisis de ADN. Gayana (Concepción) 66: 243-248.

- Figueroa E (2010) Valorización Económica Detallada de las Áreas Protegidas. Proyecto GEF SNAP “Creación de un Sistema Nacional Integral de áreas protegidas”. Santiago, Chile.

- Formas JR (1995) Anfibios. En: Diversidad biológica de Chile, pp. 314-325 (Simonetti JA, Arroyo MTK, Spotorno AE, Lozada E, Eds.). CONICYT, Santiago, Chile.

- Fuentes ER, Montenegro G, Rundel PW, Arroyo MTK, Ginocchio R, Jaksic FM (1995) Functional approaches to biodiversity in the mediterranean-type ecosystems of central Chile. En: Mediterranean-type ecosystems: The function of biodiversity, pp. 185-232 (Davis GW, Richardson DM, Eds.). Springer-Verlag, Berlin.

- Gajardo R (1994) La vegetación natural de Chile, Clasificación y distribución geográfica, Editorial Universitaria. Santiago, Chile.

- Galleguillos R, Troncoso L, Monsalves J, Oyarzun C (1997) Diferenciación poblacional en la sardina chilena Strangomera bentincki (Pisces: Clupeidae). Revista Chilena de Historia Natural 70: 351-361.

- Garilleti R (2012) New Ulota species with multicellular spores from southern South America. The Bryologist 115: 585-600.

- Garilleti R, Mazimpaka V, Lara F (2015) Ulota larrainii (Orthotrichoideae, Orthotrichaceae, Bryophyta) a new species from Chile, with comments on the worldwide diversification of the genus. Phytotaxa 217: 133-144.

- Gonzáles A, Beltrán J, Hiriart-Bertrand L, Flores V, de Reviers B, Correa JA, Santelices B (2012) Identification of cryptic species in the Lessonia nigrescens complex (Phaeophycea, Laminariales). Journal of Phycology 48: 1153-1165.

- González ME, Lara A, Urrutia R, Bosnich J (2011) Cambio climático y su impacto potencial en la ocurrencia de incendios forestales en la zona centro-sur de Chile (33°-42°S). Bosque (Valdivia) 32: 215-219.

- Guillemin ML, Contreras-Porcia L, Tamirez ME, Macaya E, Bulboa C, Woods H, Wyatt C, Brodie J (2016) The bladed Bangiales (Rhodophyta) of the South Eastern Pacific: Molecular species delimitation reveals extensive diversity. Molecular Phylogenetics and Evolution 96: 814-826

- Habit E, Dyer B, Vila I (2006) Estado de conocimiento de los peces dulceacuícolas de Chile. Gayana (Concepción) 70: 100-113

- Habit E, González J, Ortiz-Sandoval J, Elgueta A, Sobenes C (2015) Efectos de la invasión de salmónidos en ríos y lagos de Chile. Ecosistemas 24: 43-51}

- Halpern B, Longo C, Hardy D, McLeod K, Samhouri J, Katona S et al. (2012) An index to assess the health and benefits of the global ocean. Nature 488: 615-620

- Hässel de Menéndez GG, Rubies MF (2009) Catalogue of the Marchantiophyta and Anthocerotophyta of southern South America. Nova Hedwigia 134: 1-672.

- Holmgren M, Stapp P, Dickman C, Gracia C, Graham S, Gutiérrez J, Hice C et al. (2006) Extreme climatic events shape arid and semiarid ecosystems. Frontiers in Ecology and the Environment 4: 87-95.
- Huber A, Trecaman R (2004) Eficiencia del uso del agua en plantaciones de Pinus radiata en Chile. Bosque (Valdivia) 25: 33-43.
- Instituto de Asuntos Públicos IAP, Universidad de Chile (1999) Informe País, Estado del Medio Ambiente en Chile. Santiago, Chile.
- Instituto de Asuntos Públicos IAP, Universidad de Chile (2005) Informe País, Estado del Medio Ambiente en Chile. GEO Chile. Santiago, Chile.
- Instituto de Asuntos Públicos IAP, Universidad de Chile (2008) Informe País, Estado del Medio Ambiente en Chile. GEO Chile. Santiago, Chile.
- Instituto de Asuntos Públicos IAP, Universidad de Chile (2012) Informe País, Estado del Medio Ambiente en Chile. GEO Chile. Santiago, Chile.
- Instituto de Asuntos Públicos IAP, Universidad de Chile (2015) Informe País, Estado del Medio Ambiente en Chile. Comparación 1999-2015. Santiago, Chile.
- Instituto de Asuntos Públicos IAP, Universidad de Chile. Estado del medio ambiente en Chile: Informe País 2018 (Gligo N, Ed.). Santiago, Chile. 600 pp. http://www.inap.uchile.cl/publicaciones/159662/informe-pais-estado-del-medio-ambiente-en-chile-2018
- IPBES (2019) Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (Brondizio ES, Settele J, Díaz S, Ngo HT, Eds.). IPBES Secretariat, Bonn, Germany.
- IPCC (2013) Cambio Climático 2013: Base de ciencia física. Afirmaciones principales del Resumen para responsables de políticas.
- IPCC (2018) Global Warming of 1.5°C. Summary for Policymakers.
- Ireland RR (2017) Studies on the moss flora of the Bío-Bío Region of Chile: Part 3. PhytoKeys 77: 1-20.
- Jaksic FM (1998) Vertebrate invaders and their ecological impacts in Chile. Biodiversity and Conservation 7: 1427-1445.
- Jaksic FM, Camus P, Castro SA (2012) Ecología y Ciencias Naturales: historia del conocimiento del patrimonio biológico de Chile. Ediciones CASEB/DIBAM, Santiago, Chile. 228 pp. https://www.researchgate.net/publication/348977178

- Jaksic FM, Castro SA (2014) Invasiones biológicas en Chile: causas globales e impactos locales. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 526 pp.
- Jaksic FM, Jiménez JE (1986) The conservation status of raptors in Chile. Birds of Prey Bulletin 3: 95-104.
- Jones KR, Venter O, Fuller RA, Allan JR, Maxwell SL, Negret PJ, Watson JEM (2018) One-third of global protected land is under intense human pressure Science 360: 788-791.
- Jürgensen PM, León-Yáñez S (1999) Catalogue of the vascular plants of Ecuador. Monographs in Systematic Botany of the Missouri Botanical Garden 75: 1-1182.
- Laboratorio de Genética y Acuicultura, Universidad de Los Lagos (2006) Caracterización Genética de los Principales Recursos Pesqueros de Chile. Informe final corregido del Proyecto FIP 2006-52. Osorno, Chile. 243 pp.
- Langholz J, Krug W (2003) Private protected area action plan: WPC Governance Stream, Parallel Session 2.5. World Parks Congress, Durban, RSA.
- Larraín J (2016) The mosses (Bryophyta) of Capitán Prat Province, Aisén Region, southern Chile. PhytoKeys 68: 91-116.
- Larraín J, Atala (2017) Lorentziella (Gigaspermaceae, Bryophyta) new for Chile, and lectotypification of the genus. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 52: 351-355.
- Larraín J, Bahamonde N (2017) Los briófitos de la Estancia Cerro Paine, Parque Nacional Torres del Paine, Magallanes, Chile. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 52: 27-38.
- Larraín J, Drapela P (2022) Catálogo de los briófitos del Parque Nacional La Campana (Región de Valparaíso, Chile). Lilloa 59: 127-187.
- Larraín J, Vargas R (2021) Briófitos y líquenes en las turberas de Sphagnum de la región de Aysén, Chile. En: Funciones y servicios ecosistémicos de las turberas de Sphagnum en la región de Aysén, pp.161-191 (Domínguez, Martínez MP Eds.). Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Chile). Santiago, Chile.
- Larraín J, Cano MJ, Jiménez JA (2020a) New bryophyte records from the mediterranean region of Chile. Cryptogamie, Bryologie 41: 121-130.
- Larraín J, Huttunen S, Ignatova E, Ignatov M (2020b) Rhynchostegium occultum (Brachytheciaceae), a new species from relict forests of central Chile. Phytotaxa 453: 199-217.

- Larraín J, Suárez M, Brinda JC, Tangney R, von Konrat M, Crabtree D (2020c) Notocynodontium parvulum, a new genus and species of the Rhabdoweisiaceae (Bryophyta: Dicranidae) from southern South America. Nova Hedwigia 150: 97-108.
- Las Áreas Protegidas de Chile (2015) Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile.
- Leuschner C (2013) Vegetation and ecosystems. En: Vegetation ecology, second edition, pp. 285-307 (van der Maarel E, Franklin J, eds.). Blackwell Science, Oxford, UK.
- Lima M, Núñez A, Luna JP, Jaksic F (2022) Análisis comparado de constituciones latinoamericanas en materia ambiental. Revisión de casos: Chile, Costa Rica, Colombia, Ecuador y México. Ediciones CAPES-UC, Santiago, Chile. 41 pp. http://www.capes.cl/capes-constituciones/
- Lobos G, Vidal M, Correa C, Labra A, Díaz-Páez H, Charrier A, Rabanal F, Díaz S, Tala C (2013) Anfibios de Chile, desafíos para la conservación. Ministerio del Medio Ambiente, Fundación Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile y Red Chilena de Herpetología. Santiago, Chile.
- Lowe S, Browne M, Boudjelas S, De Poorter M (2004) 100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo: una selección del Global Invasive Species Database. Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI), Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN).
- Luebert F, Pliscoff P (2006) Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- Luebert F, Pliscoff P (2017) Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Segunda edición. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- Maass A, Samaniego H, Amaya L, Chávez RO, Corcoran D, Fonturbel FE, García N, Pérez MF, Poulin E, Salas-Eljatib C, Scherson R, Tevy F, Travisany D, Vergara G (2019) Datos en biodiversidad: un informe para COP25. Comité Científico COP25, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. Santiago, Chile.
- Macaya E, Zuccarello G (2010a) Genetic structure of the giant kelp Macrocystis pyrifera along the south-eastern Pacific. Marine Ecology Progress 420: 103-112
- Macaya E, Zuccarello G (2010b) DNA barcoding and genetic diagnosis in the giant kelp Macrocystis (Laminariales) Journal of Phycology 46: 736-724
- Mack R, Simberloff D, Lonsdale W, Evans H, Clout M, Bazzaz F (2000) Biotic Invasions: Causes, epidemiology, global consequences and control. Ecological Applications 10: 689-710.
- Malo J, González B, Mata C, Vielma A, Donoso D, Fuentes N, Estades C (2015) Low habitat overlap at landscape scale between wild camelids and feral donkeys in the Chilean desert. Acta Oecologica 70: 1-9.

- Marquet P, Abades S, Armesto J, Barria I, Arroyo MTK, Cavieres L, Gajardo R, Garín C, Labra F, Meza F, Prado C, Ramírez de Arellano P, Vicuña S (2010) Vulnerabilidad de la biodiversidad terrestre en la ecorregión mediterránea, a nivel de ecosistemas y especies, y medidas de adaptación frente a escenarios de cambio climático. IEB, Santiago, Chile.

- Marquet P, Valladares F, Magro S, Gaxiola A, Enrich-Prast A (2018) Cambio global, una mirada desde Iberoamérica. ACCI ediciones con Fundación Española de Historia Moderna. Madrid, España. 276 pp.

- Marquet PA, Gaxiola A, M. Ávila-Thieme MI, Pica-Téllez A, Vicuña S, Alaniz A, Etcheberry G, González D, Jara V, Menares L (2022) Las tres brechas del desarrollo sostenible y el cierre de la brecha ambiental en Chile: oportunidades para una recuperación pospandemia más sostenible y con bajas emisiones de carbono en América Latina y el Caribe. Documentos de Proyectos (LC/TS.2022/35), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47883/1/S2100898_es.pdf

- Martinez-Tilleria K, Núñez-Ávila M, León C, Pliscoff P, Squeo F, Armesto J (2017) A framework for the classification of Chilean terrestrial ecosystems as a tool for achieving global conservation targets. Biodiversity and Conservation 26: 2857-2876.

- Millanao A, Barrientos M, Gómez C, Tomova A, Bischmann A, Dölz H, Cabello F (2011) Uso inadecuado y excesivo de antibióticos: salud pública y salmonicultura en Chile. Revista Médica de Chile 139: 107-118.

- Miller S, Rottmann J, Raedeke KJ, Taber RD (1983) Endangered mammals of Chile: Status and conservation. Biological Conservation 25: 335-352.

- Ministerio de Agricultura, Corporación Nacional Forestal y Ministerio del Medio Ambiente (2021) Plan Nacional de Restauración de Paisajes 2021-2030. Santiago, Chile.

- Ministerio del Medio Ambiente (2014a) Plan de adaptación al cambio climático en biodiversidad. Elaborado en el marco del PANCC y de la actualización de la Estrategia Nacional de Biodiversidad. Santiago, Chile. 95 pp.

- Ministerio del Medio Ambiente (2014b) Quinto Informe Nacional de Biodiversidad de Chile ante el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile, 140 pp.

- Ministerio del Medio Ambiente (2015) Las Áreas Protegidas de Chile.

- Ministerio del Medio Ambiente (2016a) Clasificación de ecosistemas marinos chilenos de la zona económica exclusiva. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile.

- Ministerio del Medio Ambiente (2016b) Informe del Estado del Medio Ambiente. Santiago, Chile.

- Ministerio del Medio Ambiente (2017a) Estrategia Nacional de Biodiversidad (2017-2030). Santiago, Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente (2017b) Manual del Sistema de Certificación Ambiental Municipal. Santiago, Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente (2018a) Biodiversidad de Chile: Patrimonio y Desafíos. Tercera Edición, Tomo I, 430 pp. Santiago, Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente (2018b) Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos. Tercera Edición, Tomo II, 264 pp. Santiago, Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente (2018c) Cuarto Reporte del Estado del Medio Ambiente. Santiago, Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente (2020) Informe del Estado del Medio Ambiente. Santiago, Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente (2021) Reporte del Estado de Medio Ambiente 2021. Santiago, Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente y Centro de Ecología Aplicada CEA (2011) Diseño del inventario nacional de humedales y el seguimiento ambiental. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile. 164 pp.
- Ministerio del Medio Ambiente, CATIE, CTCN y ICRAF (2016) Diseño de una Red de Monitoreo de Biodiversidad y Cambio Climático. Santiago, Chile. 172 pp.
- Ministerio de Obras Públicas MOP. Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025 (2013) Santiago, Chile.
- Miranda A, Altamirano A, Cayuela L. et al. (2017) Native forest loss in the Chilean biodiversity hotspot: Revealing the evidence. Regional Environmental Change 17: 285-297.
- Mittermeier RA, Turner W, Larsen F, Brooks T, Gascon C (2011) Global biodiversity conservation: the critical role of hotspots. En: Biodiversity hotspots (Zachos F, Habel J, eds.), pp. 3-22. Springer, Berlin, Heidelberg, Germany.
- Mora C, Tittenson D, Adl S, Simpson A, Worm B (2011) How many Species are there on Earth and in the Ocean? PLoS Biology 9: e1001127.
- Morlans (2010) Contaminación Difusa en Acuíferos: Estudio de Caso en la Comuna de Colina, Región Metropolitana. Memoria para optar al título de Ingeniera Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

- Muñoz AE, Arellano E, Bonacic C (2016) Manual de Conservación de Biodiversidad en Predios Agrícolas de Chile Central. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile, 124 pp.
- Muller F (2009a) An updated checklist of the mosses of Chile. Archive for Bryology 58:1-124.
- Muller F (2009b) New records and new synonyms for the Chilean moss flora. Tropical Bryology 30: 76-83.
- Nahuelhual L, Laterra P, Barrena J (2015) Recopilación de información de indicadores de servicios ecosistémicos a nivel nacional e internacional. Reporte para el Ministerio del Medio Ambiente de Chile. Santiago, Chile.
- National Geographic Society, Oceana Chile & Armada de Chile (2011) Expedición a la Isla de Pascua y Sala y Gómez. Informe Científico, Febrero-Marzo 2011. Disponible en: http://oceana.org/sites/default/files/reports/Informe IPySG_final.pdf
- Neill PE, Alcalde O, Faugeron S, Navarrete S, Correa J (2006) Invasion of Codium fragile ssp. tomentosoides in northern Chile: A new threat for Gracilaria farming. Aquaculture 259: 202-210.
- Núñez D (2004) Valoración económica del servicio ecosistémico de producción de agua, del bosque de la cuenca de Llancahue, Décima región. Tesis para optar al título de Magíster en Desarrollo Rural, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 152 pp.
- Núñez L, Santero C (1990) Primeros poblamientos en el cono sur de América (XII-IX milenio AP.) Revista de Arqueología Americana 1: 91-139.
- Olson D, Dinerstein E, Canevari P, Davidson I, Castro G, Morriset V, Abell V, Toledo E (1998) Freshwater biodiversity of Latin America and the Caribbean: A conservation assessment. Biodiversity Support Program. Washington, DC, USA.
- Olson DM, Dinerstein E (2002) The Global 200: Priority ecoregions for global conservation. Annals of the Missouri Botanical Garden 89: 199-224.
- Ortega F (2016) Conservación y uso de los recursos genéticos chilenos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA. Santiago, Chile.
- Oyarzo-Miranda C, Otaíza R, Bellorín A, Vega JMA, Tala F, Lagos NA, Oyarzún FX, Estévez RA, Latorre-Padilla N, Mora Tapia AM, Figueroa-Fábrega L, Jara-Yáñez R, Bulboa C, Contreras-Porcia L (2023) Seaweed restocking along the Chilean coast: History, present, and inspiring recommendations for sustainability. Frontiers in Marine Science 9: 1062481.

- Parra MJ, Rodríguez R, Cavieres L, Muñoz-Tapia L, Atala C (2015) Latitudinal patterns in pteridophyte distribution of continental Chile. Gayana (Concepción) 72: 47-57.
- Perspectiva Mundial sobre Diversidad Biológica (2001) Secretaria del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Montreal, Canadá.
- Plan de Acción Nacional de Cambio Climático, PANCC 2017-2022. Gobierno de Chile. Santiago, Chile.
- Pliscoff P (2015) Aplicación de los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) para la evaluación de riesgo de los ecosistemas terrestres de Chile. Informe Técnico elaborado para el Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile. 63 pp.
- PNUD (2009) Towards Ecosystem-Based Management of the Humboldt Current Large Marine Ecosystem.
- PNUD (2017a) Catálogo de las especies exóticas asilvestradas/naturalizadas en Chile. LIB, UDEC, Proyecto GEF/MMA/PNUD Fortalecimiento de los Marcos Nacionales para la Gobernabilidad de las Especies Exóticas Invasoras: Proyecto Piloto en el Archipiélago de Juan Fernández. Santiago, Chile.
- PNUD (2017b) Valoración económica del impacto de siete especies exóticas invasoras sobre los sectores productivos y la biodiversidad en Chile. Proyecto GEF/MMA/PNUD Fortalecimiento de los Marcos Nacionales para la Gobernabilidad de las Especies Exóticas Invasoras: Proyecto Piloto en el Archipiélago de Juan Fernández. Santiago, Chile.
- Ramírez ME (1995) Algas Marinas Bentónicas. En: Diversidad Biológica de Chile, pp. 38-47 (Simonetti JA, Arroyo MTK, Spotorno AE, Lozada E, Eds.). CONICYT, Santiago, Chile.
- Rodríguez R, Marticorena C, Alarcón D, Baeza C, Cavieres L, Finot V, Fuentes N, et al. (2018) Catálogo de las plantas vasculares de Chile. Gayana Botánica (Concepción) 75: 1-430.
- Root-Bernstein M, Montecinos-Carvajal Y, Ladle R, Jepson P, Jaksic FM (2013) Conservation easements and mining: The case of Chile. Earth’s Future 1: 33-38. https://doi.org/10.1002/2013EF000136
- Rovira J, Herreros J (2016) Clasificación de ecosistemas marinos chilenos de la zona económica exclusiva. Departamento de Panificación y Políticas en Biodiversidad, División de Recursos Naturales y Biodiversidad, Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile.
- Ruiz de Gamboa M (2016) Lista actualizada de los reptiles de Chile. Boletín Chileno de Herpetología 3: 7-12.

- Salazar A, Baldi G, Hirota M, Skytus J, McAlpine C (2015) Land use and land cover change impacts on the regional climate of non-Amazonian South America: A review. Global and Planetary Change 128: 103-119.

- Samaniego H, Marquet PA (2009) Mammal and butterfly species richness in Chile: Taxonomic covariation and history. Revista Chilena de Historia Natural 82: 135-151.

- Santibañez F, Santibañez P, Caroca C, González P, Gajardo N, Pery P, Simonetti J, Pliscoff P (2013) Plan de acción para la protección y conservación de la biodiversidad, en un contexto de adaptación al cambio climático. MMA-Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile. Santiago, Chile. 224 pp.

- Schulz J, Cayuela L, Echeverria C, Salas J, Rey Benayas JM (2010) Monitoring land cover change of the dryland forest landscape of central Chile (1975-2008). Applied Geography 30: 436-447.

- Searle JP, Rovira J (2008) Cambio Climático y Efectos en la Biodiversidad: el caso chileno. En: Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos, pp. 502-505. CONAMA, Santiago, Chile.

- Seddon N, Chausson A, Berry P, Girardi CAJ, Smith A, Turner B (2020) Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 375: 20190120.

- Simonetti JA, Arroyo MTK, Spotorno AE, Lozada E, Eds. (1995) Diversidad biológica de Chile. CONICYT, Santiago, Chile.

- Simonetti, JA (2002) Diversidad biológica. En: Estado del medio ambiente en Chile (Gligo N, Ed.), pp. 161-195. LOM Ediciones, Santiago, Chile.

- Spalding M, Fox H, Allen G, Davidson N, Ferdana Z, Finlayson M et al. (2007) Marine ecoregions of the world: A bioregionalization of coastal and shelf areas. BioScience 57: 573-583.

- Sullivan K, Bustamante G (1999) Setting geographic priorities for marine conservation in Latin America and the Caribbean. The Nature Conservancy, Arlington, VA, USA.

- UNEP-WCMC (2015) Manual de Usuario 1.4 de la Base de Datos Mundial sobre Áreas Protegidas.

- Veloso A, Ortiz JC, Navarro J, Núñez H, Espejo P, Labra MA (1995) Reptiles. En: Diversidad biológica de Chile, pp. 326-335 (Simonetti JA, Arroyo MTK, Spotorno AE, Lozada E, Eds.). CONICYT, Santiago, Chile.

- Villagrán C (2018). Biogeografía de los bosques subtropical-templados del sur de Sudamérica: Hipótesis históricas. Magallania (Punta Arenas) 46: 27-48.

6. ANEXOS



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

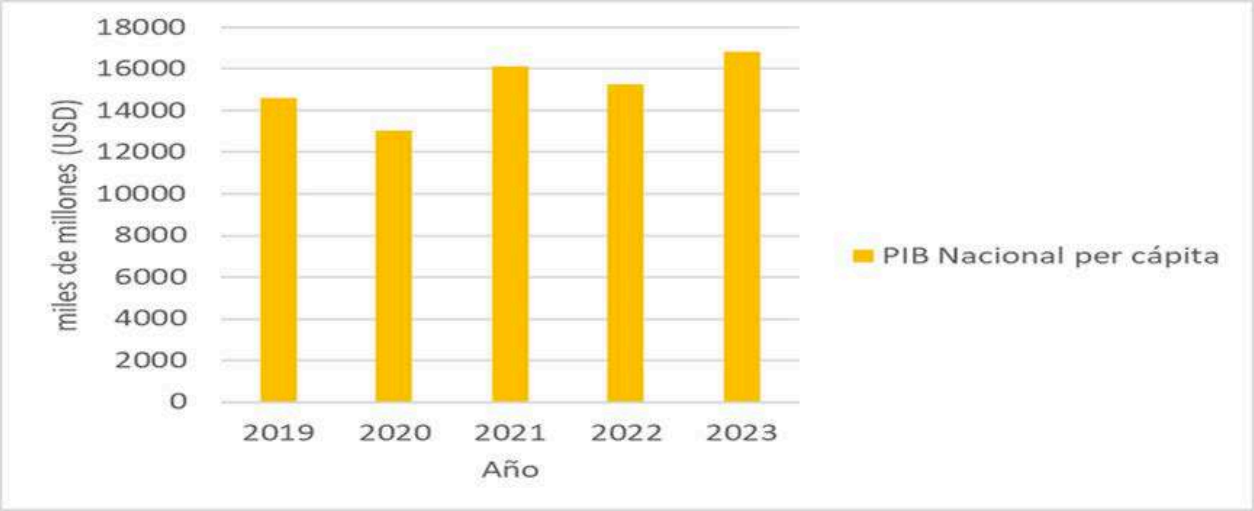
SANTIAGO DE CHILE 2025

ANEXO 1. PIB per cápita 2019-2023.

Periodo	PIB Nacional per cápita (USD)
2019	14.579
2020	13.087
2021	16.026
2022	15.268
2023	16.832

Fuente: Banco Central de Chile, 2025e.

ANEXO 2. Evolución del PIB per cápita (2019-2023).



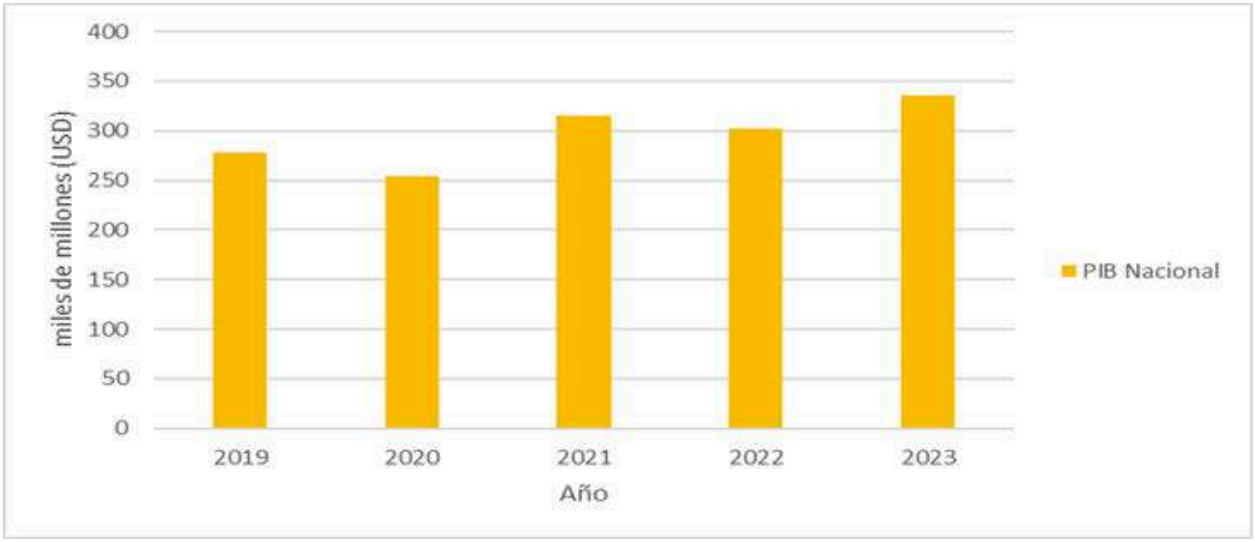
Fuente: Banco Central de Chile, 2025e.

ANEXO 3. Evolución del PIB nacional 2019-2023 (USD).

Año	PIB Nacional
2019	278.285.058.719
2020	254.042.159.309
2021	315.515.014.839
2022	302.116.539.409
2023	335.533.331.669

Fuente: Banco Mundial, 2025h.

ANEXO 4. Evolución del PIB (miles de millones de USD), periodo 2019-2023).



Fuente: Banco Mundial, 2025h.

ANEXO 5. Precipitaciones anuales, según estación meteorológica (2019-2023).

ANEXO 5. Precipitaciones anuales, según estación meteorológica (2019-2023).

Estación	Ubicación	2019	2020	2021	2022	2023	1991-2020
Chacalluta	Arica	6,2	7,8	1,5	0,9	3,2	2,1
Diego Aracena	Iquique	4,4	2,6	0	-	0	1
Cerro Moreno	Antofagasta	0,4	3,2	0,4	0,2	1,1	4,5
Mataverí	Isla de Pascua	878,4	991,6	881,4	596,6	714,9	1128,9
La Florida	La Serena	12,2	50	15,8	87,7	12,1	82,5
Punta Ángeles	Valparaíso	83,2	261,1	...	290,3	350,2	333,7
Jardín Botánico	Viña del Mar	...	303,4	...	293,5	377,7	450
Arturo Merino Benitez	Santiago	47,2	150,1	75,9	120	207,7	225,4
Quinta Normal	Santiago	82	187,7	113,9	161	310,7	266,6
Juan Fernández	Juan Fernández	687	840	973	869,4	1001,6	970,6
General Freire	Curicó	163,4	438	327,2	350,7	740,6	591,3
Bernardo O'Higgins	Chillán	628,4	572,5	552,4	676,8	984,3	935,2
Carriel Sur	Concepción	715,6	808,8	559,2	835,2	797,7	984,1
Manquehue	Temuco	...	823,7	...	1031,7	622,4	1080,8
Pichoy	Valdivia	1071,3	1400,9	949	1367,8	1241,2	1685,4
Cañal Bajo	Osorno	865	1136,6	744,2	1102,9	1210,5	1237,9
El Tepual	Puerto Montt	1127,2	1352	921,7	1279,6	1313	1556
Teniente Vidal	Coyhaique	783,2	1039,2	720,9	1029,8	1140,1	1019,9
Balmaceda	Coyhaique	...	416,3	...	486,1	549,7	519,8
Pdte. Carlos Ibáñez	Punta Arenas	334,6	300,4	242,2	193	289,2	403,2
Eduardo Frei Montalva	Base Antártica	641,7	779,1	440, 2	396,3	471,2	546,4

Fuente: Elaboración propia en base a datos provistos por INE y MeteoChile, 2025.

ANEXO 6. Estado embalses al 31 de agosto de 2024.

Embalse	Año Inicio	Región	Cuenca	Uso principal	Promedio Período 1991-2020 (mill m3)	2020	2021	2022	2023	2024
Recoleta	1959	IV	Limarí	Riego	69	54	27	19	14	16
La Paloma	1967	IV	Limarí	Riego	431	309	178	106	57	59
El Yeso	1967	RM	Maipo	A.P.	164	123	180	158	186	179
Rapel	1970	VI	Rapel	Generación	525	494	611	595	627	477
Colbún	1985	VII	Maule	Generación	1038	886	913	865	1507	998
Lago Laja	1930	VIII	Bío Bío	Gen. Y Riego	1674	930	945	865	1612	1880

Fuente: Elaboración propia a partir de DGA, 2024.

ANEXO 7. Erosión de playas chilenas

Playa	Amenaza	Exposición	Sensibilidad	Riesgo
Playa Grande, Tongoy	0,8451	0,8919	0,5205	0,3923
Hornitos	0,8795	0,4573	0,9167	0,3687
Chañaral (bahía)	0,8187	0,5824	0,4756	0,2268
Arauco – Laraquete	0,9849	0,5737	0,3801	0,2148
La Serena	0,8365	1	0,2244	0,1877
Bahía La Ligua	0,8897	0,399	0,5154	0,1829
Santo Domingo a El Yali	0,8919	0,4229	0,416	0,1569
Pichilemu (Pta. de Lobos)	0,9139	0,1902	0,75	0,1304
Lebu – Tirúa	1	0,2875	0,434	0,1248
Bahía de Concón	0,8944	0,4154	0,3109	0,1155
Escuadrón	0,981	0,2292	0,3949	0,0888
Algarrobo	0,8919	0,1261	0,5718	0,0643
Guanaqueros	0,8427	0,315	0,2244	0,0596
Quintero	0,8934	0,1774	0,3269	0,0518
Bahía de Lebu	0,9934	0,2223	0,2346	0,0518
Bahía Huasco	0,81	0,174	0,3167	0,0446
Cartagena y El Tabo	0,89	0,1592	0,284	0,0402
Bahía de Coronel, Playa Blanca	0,9826	0,0759	0,5109	0,0381
Playa Pichidangui	0,8871	0,1649	0,2571	0,0376
Iquique (playa Brava)	0,7803	0,0882	0,4186	0,0288
Playa Amarilla (Ba. Conchalí), Los Vilc	0,8845	0,109	0,2821	0,0272
Bahía de Papudo	0,891	0,0702	0,3981	0,0249

La Herradura	0,8372	0,0649	0,4199	0,0228
Bahía de San Vicente (Talcahuano - Hualpén)	0,9756	0,11	0,209	0,0224
Caldera	0,8097	0,3284	0,0833	0,0222
Pichicuy	0,8896	0,1063	0,2122	0,0201
Los Marineros	0,8952	0,1036	0,1763	0,0164
Reñaca	0,8954	0,058	0,3096	0,0161
El Quisco	0,8912	0,0539	0,3192	0,0153
Tunquén	0,8927	0,0587	0,2744	0,0144
Iquique (playa Cavancha)	0,7803	0,0378	0,4756	0,014
Llico	0,9844	0,0581	0,1667	0,0095
Los Molles	0,8888	0,0348	0,2128	0,0066
Tubul	0,9847	0,034	0,1667	0,0056
Caleta Abarca	0,895	0,0095	0,4218	0,0036
Caleta Portales	0,8949	0,0096	0,3506	0,003
Las Cruces	0,8904	0,0117	0,2917	0,003
Las Salinas	0,8953	0,006	0,3987	0,0022
Anakena	0,8099	0,006	0,3481	0,0017
El Encanto	0,8955	0,0045	0,3333	0,0014
Las Cañitas	0,8954	0,0035	0,4167	0,0013
Las Torpederas	0,895	0,0028	0,4929	0,0013
Maitencillo	0,8917	0,0029	0,4429	0,0011
Cochoa	0,8955	0,0026	0,3333	0,0008
Miramar	0,895	0,0012	0,4878	0,0005

Fuente: ARClim, 2022.

InformePaís2025

ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE

Y DEL PATRIMONIO NATURAL



aire

SEGUNDA PARTE CAPÍTULO I

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

SEGUNDA PARTE
CAPÍTULO I.
AIRE.

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

Autores:
Héctor Anabalón Zurita (1)

Edición:
Daniel Olivares (2)

(1) Secretario ejecutivo e investigador, Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.
(2) Estudiante de Administración Pública, Universidad de Santiago de Chile, Semillerista Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.

1.1. ANTECEDENTES GENERALES

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

1. AIRE

1.1. ANTECEDENTES GENERALES

La calidad del aire continúa deteriorándose a nivel global, situándose en 2019 al 99% de la población mundial viviendo en lugares donde se superan las Directrices de la Organización Mundial de la Salud sobre calidad del aire. La evidencia científica reciente confirma que la contaminación atmosférica constituye uno de los principales riesgos ambientales para la salud humana, dado que la exposición, tanto aguda como crónica, a contaminantes del aire incrementa la probabilidad de desarrollar cardiopatías isquémicas, accidentes cerebrovasculares, enfermedades respiratorias crónicas y agudas, así como cáncer de pulmón. Los efectos combinados de la contaminación del aire exterior y del aire doméstico se asocian actualmente a 6,7 millones de muertes prematuras cada año, mientras que la contaminación del aire ambiente exterior por sí sola provocó en 2019 aproximadamente 4,2 millones de muertes prematuras a nivel mundial, principalmente atribuibles a la exposición a materia particulada fina. Del total de estas muertes, un 89% se concentra en países de ingresos bajos y medianos, registrándose las cifras más elevadas en las regiones de Asia Sudoriental y del Pacífico Occidental de la Organización Mundial de la Salud (Organización Mundial de la Salud, 2024).

La creciente evidencia sobre los efectos negativos de la contaminación del aire en la salud humana ha incrementado la presión sobre los Estados para fortalecer la regulación ambiental y adoptar políticas que permitan reducir los contaminantes atmosféricos y mejorar la calidad del aire. La Organización Mundial de la Salud enfatiza que la contaminación atmosférica constituye el segundo factor de riesgo para las enfermedades no transmisibles y que su mitigación requiere acciones coordinadas en múltiples sectores, dado que la mayoría de sus fuentes escapan al control individual. Entre las estrategias recomendadas se incluyen el uso de tecnologías industriales más limpias, la mejora en la gestión de desechos urbanos y agrícolas, el acceso a energía doméstica no contaminante, la promoción del transporte sostenible, el diseño urbano eficiente y con áreas verdes, y el aumento del uso de energías renovables sin combustión. Asimismo, la planificación sanitaria orientada hacia servicios con bajas emisiones de carbono puede contribuir a sistemas de salud más resilientes, costoefectivos y coherentes con la protección ambiental. Estas directrices, respaldadas por la Organización Mundial de la Salud, complementan las actualizaciones realizadas en sus orientaciones sobre calidad del aire, cuyo objetivo es proteger la salud pública mediante límites cada vez más estrictos y basados en la evidencia científica disponible (Organización Mundial de la Salud, 2024).

La mayor parte de los países miembros de la OCDE han reducido sus emisiones totales de gases de efecto invernadero desde el punto máximo alcanzado en 2007 gracias a políticas climáticas más ambiciosas, la adopción de energías más limpias, mejoras tecnológicas y cambios en los patrones de consumo. Sin embargo, el progreso es heterogéneo y persisten importantes discrepancias entre los países. El informe The Climate Action Monitor 2025 de la OCDE señala que en 2023 las emisiones agregadas de los 50 países miembros y asociados se encontraban un 8 % por encima del nivel compatible con sus contribuciones nacionalmente determinadas (NDC) para 2030 lo que evidencia una brecha persistente entre los compromisos y la realidad. Asimismo, el documento destaca que la producción de electricidad y calor junto con el transporte siguen representando las principales fuentes de emisiones, mientras que el ritmo de

expansión de políticas climáticas se redujo a solo un 1 % en 2024, lo que sugiere una pérdida de impulso en la acción climática (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2025)**.(Ver Cuadros 1.1 y 1.2).**

Para el caso de Chile, en el 2017 resultó ser el 7mo mayor país emisor de MP2,5 y el 8vo mayor emisor de SO2 y CO respecto a los 38 países que conforman la OCDE, superando a países como Alemania, Reino Unido, España e Italia para algunos contaminantes **(Ver Cuadros 1.1, 1.2 y 1.3).** En el caso de NO2, Chile ocupó en el 2017 el puesto 14 de los países de la OCDE, sin embargo, posee el mismo nivel de intensidad de emisión que España, país que ocupa el puesto 10 **(Ver Cuadro 1.4).**

Cuadro 1.1. Intensidad de emisiones de GEI por PIB Toneladas de CO_2 equivalente (t CO_2e) por cada 1000 USD (PPA de 2015),

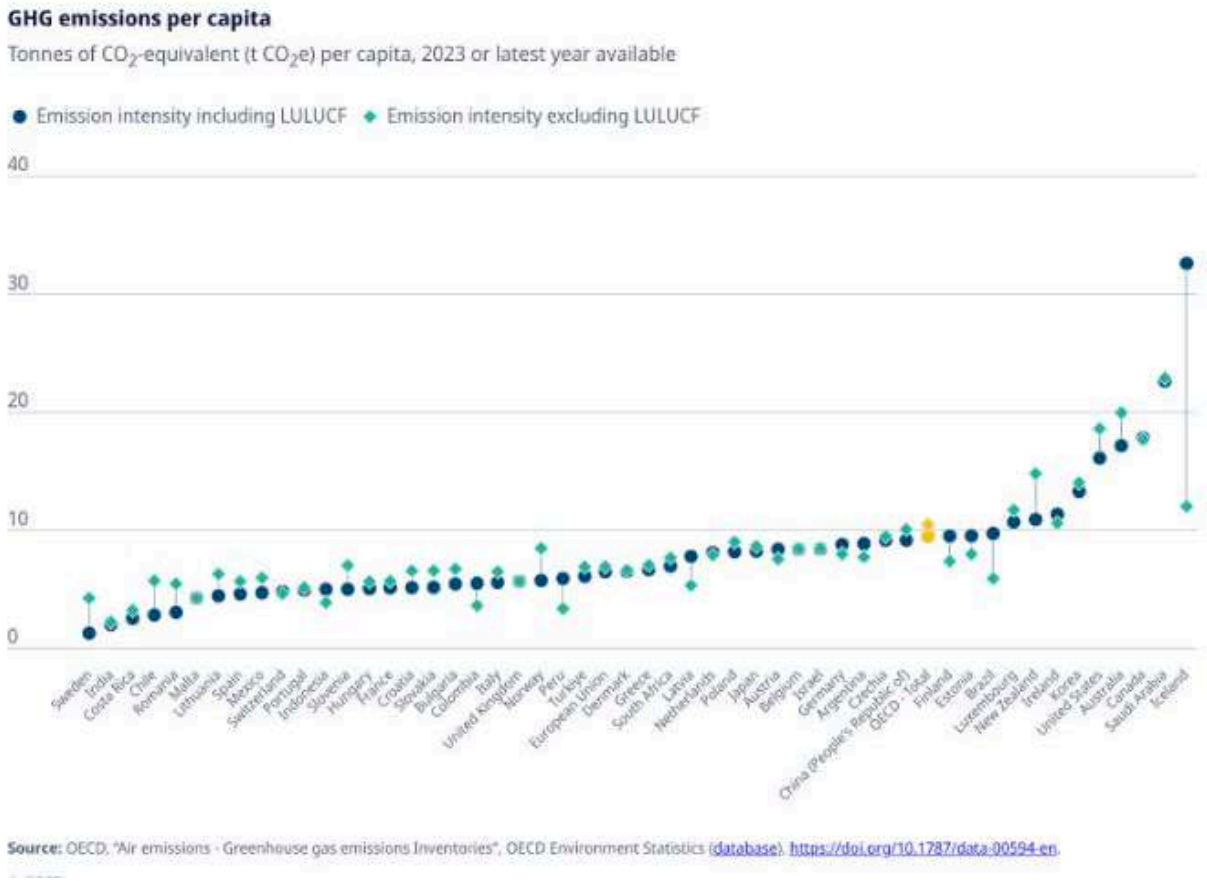


Fuente: OCDE, "Emisiones atmosféricas - Inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero", Estadísticas ambientales de la OCDE (base de datos),https://www.oecd.org/en/data/indicators/air-and-ghg-emissions.html

expansión de políticas climáticas se redujo a solo un 1 % en 2024, lo que sugiere una pérdida de impulso en la acción climática (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2025)**.(Ver Cuadros 1.1 y 1.2).**

Para el caso de Chile, en el 2017 resultó ser el 7mo mayor país emisor de MP2,5 y el 8vo mayor emisor de SO2 y CO respecto a los 38 países que conforman la OCDE, superando a países como Alemania, Reino Unido, España e Italia para algunos contaminantes **(Ver Cuadros 1.1, 1.2 y 1.3).** En el caso de NO2, Chile ocupó en el 2017 el puesto 14 de los países de la OCDE, sin embargo, posee el mismo nivel de intensidad de emisión que España, país que ocupa el puesto 10 **(Ver Cuadro 1.4).**

Cuadro 1.2.Emisiones de GEI per cápita Toneladas de CO_2 equivalente (t CO_2e) per cápita, 2023



Fuente:OCDE, "Emisiones atmosféricas - Inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero", Estadísticas ambientales de la OCDE (base de datos), https://doi.org/10.1787/data-00594-en

En Chile, la gestión de la calidad del aire se estructura a partir de un conjunto de instrumentos normativos, operativos y de monitoreo que buscan evaluar, prevenir y controlar episodios de contaminación atmosférica, así como orientar la planificación de mediano y largo plazo en materia ambiental. Esta arquitectura institucional combina herramientas regulatorias, indicadores de gestión y medidas extraordinarias que se activan frente a condiciones críticas, permitiendo articular respuestas diferenciadas según las características territoriales y la magnitud del riesgo sanitario asociado a la exposición a contaminantes.

Uno de los instrumentos centrales es el Índice de Calidad del Aire referido a partículas, utilizado para caracterizar en tiempo real la condición ambiental a partir de la concentración de material particulado respirable y fino. El índice clasifica la calidad del aire en cinco categorías: bueno entre 0 y 99, regular entre 100 y 199, alerta ambiental entre 200 y 299, preemergencia entre 300 y 499 y emergencia desde 500. Esta clasificación permite activar medidas de gestión según el nivel de riesgo, estandarizar la comunicación pública y orientar las decisiones preventivas tanto de las autoridades como de la población. Su uso se ha consolidado como un mecanismo fundamental para la coordinación intersectorial y la protección sanitaria, especialmente durante los meses de invierno, cuando aumentan las emisiones de contaminantes.

En el marco de la gestión estacional, el país aplica medidas adicionales para reducir las emisiones en períodos de mayor riesgo. Desde el 1 de mayo hasta el 31 de agosto de 2025 se implementa una restricción vehicular que opera de lunes a viernes, excepto festivos, entre las 7:30 y las 21:00 horas, abarcando toda la Provincia de Santiago junto con las comunas de Puente Alto y San Bernardo. Esta medida se dirige principalmente a vehículos catalíticos inscritos antes del 2011 y motocicletas inscritas antes de 2010, los que presentan tecnologías más antiguas y mayores niveles de emisión. La ampliación del perímetro respecto de años anteriores, que originalmente se limitaba al anillo de Américo Vespucio, responde al objetivo de aumentar la eficacia de la gestión territorial y de reducir emisiones en zonas donde la circulación vehicular tiene efectos acumulativos sobre la calidad del aire.

Cuando las condiciones de ventilación atmosférica empeoran y se registran niveles críticos de material particulado, las autoridades pueden decretar episodios de preemergencia o emergencia ambiental. En estas situaciones, se activan restricciones vehiculares adicionales definidas según dígitos específicos de patentes, cuyo anuncio se realiza por los canales oficiales del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Esta medida complementa otras acciones como la suspensión de actividades físicas al aire libre en establecimientos educacionales, la restricción de uso de calefactores a leña en zonas donde este combustible constituye una fuente relevante de emisiones y el refuerzo de fiscalización ambiental.

En conjunto, estos mecanismos muestran que la gestión de la calidad del aire en Chile opera bajo un enfoque preventivo y reactivo, combinando herramientas de planificación, sistemas de vigilancia en línea y medidas de control temporal. No obstante, su efectividad depende de factores estructurales como la densidad del parque vehicular, la disponibilidad de sistemas de transporte público eficientes y la capacidad institucional para fiscalizar el cumplimiento de las medidas, así como de condiciones geográficas y meteorológicas que influyen en la dispersión de contaminantes.

Complementariamente, los Planes de Prevención y Descontaminación Atmosférica constituyen el principal instrumento de gestión ambiental para reducir las concentraciones de contaminantes, mediante la implementación de medidas orientadas a disminuir las emisiones en zonas declaradas saturadas o latentes y la adopción de acciones de corto plazo en áreas sin planes vigentes pero con altos niveles de material particulado. Estas estrategias se complementan con recomendaciones destinadas al uso eficiente de la calefacción residencial, considerando que mantener una temperatura entre 19 y 21 grados Celsius optimiza el consumo energético. Prácticas como ventilar el hogar entre diez y quince minutos, aprovechar la radiación solar mediante la apertura de cortinas durante el día y cerrarlas por la noche, utilizar cortinas gruesas o persianas y vestir ropa adecuada para el invierno contribuyen a conservar el calor, disminuir el uso de calefacción y evitar una demanda energética excesiva que afecta directa e indirectamente la calidad del aire.

Para velar por la calidad del aire en Chile, la emisión de contaminantes al aire se encuentra regulada por normas primarias las cuales determinan límites para las emisiones al aire de contaminantes como el material particulado (MP), dióxido de azufre (SO2), dióxido de nitrógeno (NO2), monóxido de carbono (CO), ozono (O3) y plomo (Pb).

El sistema de alerta de calidad del aire mide principalmente los niveles de MP, obteniéndose en el año 2024 para el MP10 197 episodios sobre la norma a nivel país y 69 episodios de alerta, destacando Coyhaique con 15 y Santiago con 19 eventos (Departamento de Redes, Ministerio del Medio Ambiente y División de Calidad del Aire, 2024). En cuanto al número de episodios críticos de contaminación respecto al material particulado MP2,5, para el año 2024 se reportaron un total de 606 casos a nivel nacional entre los meses de enero y septiembre **(Ver Cuadro 1.3).**

Cuadro 1.3. Registro de 2024 de episodios críticos de MP2,5.

	Sobre_Norma	Bueno	Regular	Alerta	Preemergencia	Emergencia	Total_Episodios
Santiago	61	196	54	19	5	0	24
Rancagua	59	194	48	26	5	1	32
Curicó	46	205	36	23	6	0	29
Talca	62	188	39	24	22	1	47
Cauquenes	14	243	20	5	0	0	5
San Carlos	30	151	18	6	12	6	24
Chillán	56	192	39	17	20	6	43
Los Ángeles	51	195	36	19	13	11	43
Concepción	54	194	46	24	10	0	34
Curanilahue	47	197	48	14	14	0	28
Temuco	70	179	51	25	18	1	44
Valdivia	54	189	55	14	12	3	29
La Unión	51	188	55	21	5	0	26
Osorno	68	172	41	20	29	10	59
P. Montt-P.Varas	77	157	44	35	23	15	73
Aysén	24	223	41	8	2	0	10
Coyhaique	104	153	34	29	36	22	87

Fuente: (Reportes de Evolución de episodios críticos para MP2.5 MMA), 2024.

1.1.1. Estaciones de monitoreo de calidad del aire

Al año 2024, nuestro país cuenta con 224 estaciones correspondientes al Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA), las cuales reportan información sobre la medición de diversos contaminantes, entre los cuales se puede encontrar al material particulado y al dióxido de azufre como los más medidos. Siendo las regiones de Antofagasta, de Valparaíso y del Bio Bio las con mayor número de estaciones, a diferencia de la situación de las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Magallanes, que cuentan con solo una estación reportante al SINCA **(Ver Cuadro 1.4).**

Cuadro 1.4. Estaciones reportantes al SINCA por región, año 2024.

	Estaciones	MP 2,5	MP 10	SO_2	NO_2	CO	O_3
Región XV	1	1	0	0	0	0	0
Región I	1	1	0	0	0	0	0
Región II	34	12	30	22	9	6	7
Región III	29	5	16	20	3	1	2
Región IV	17	2	14	0	0	0	0
Región V	38	21	30	27	20	16	23
Región Metropolitana	14	13	13	5	11	10	11
Región VI	14	4	11	10	3	6	7
Región VII	9	7	8	3	3	3	2
Región XVI	6	3	4	3	2	2	2
Región VIII	35	24	27	25	17	15	15
Región IX	6	5	5	0	1	2	0
Región XIV	7	4	6	5	5	5	4
Región X	8	6	5	1	1	1	0
Región XI	4	4	2	1	1	1	1
Región XII	1	1	0	0	0	0	0
Total	224	113	171	122	76	68	74

Fuente: SINCA, 2024.

Aun cuando la presencia de estaciones de medición es más abundante para algunas regiones, es necesario considerar la representatividad de dichas estaciones. La representatividad de una estación viene dada por el cumplimiento de ciertas condiciones por parte de la estación que aseguran que las mediciones entregadas representan una condición general de la zona donde se ubican y no se ven alteradas por eventos particulares y aislados. Su importancia además radica en que es en estas estaciones donde se debe verificar el cumplimiento de la norma de calidad de aire (Ministerio del Medio Ambiente, s. f.).

Si se considera este factor, el número de estaciones a nivel nacional disminuye a 195, resultando en cero estaciones a nivel regional para algunos contaminantes. Disminución aún más drástica para el caso del MP2,5 el cual pasa de 97 estaciones a 11 estaciones con representatividad a nivel nacional, las cuales a su vez se concentran en la zona centro sur del país **(Ver Cuadro 1.5).**

Cuadro 1.5. Listado de estaciones con representatividad poblacional.

	Estaciones	EMRP MP10	EMRPG Ozono	EMRPG Dióxido de azufre	EMRPG Dióxido de nitrógeno	EMRPG Monóxido de carbono	EMRP MP 2,5
Región XV	1	0	0	0	0	0	0
Región I	1	0	0	0	0	0	0
Región II	34	12	2	9	5	1	0
Región III	29	3	2	3	2	2	0
Región IV	17	13	0	0	0	0	0
Región V	38	14	4	9	4	2	1
Región Metropolitana	14	11	7	7	0	7	0
Región VI	14	7	5	5	3	4	1
Región VII	9	0	0	0	0	0	0
Región XVI	6	0	0	0	0	0	0
Región VIII	35	9	5	7	5	6	2
Región IX	6	5	0	0	0	1	4
Región XIV	7	1	0	0	0	0	1
Región X	8	1	0	0	0	0	1
Región XI	4	1	0	0	0	0	1
Región XII	1	0	0	0	0	0	0
Total	224	77	25	40	19	23	11

Fuente: SINCA, 2024.

1.1.2. Registro de emisiones y transferencias de contaminantes

Una fuente complementaria y de alta relevancia para el monitoreo de las emisiones de contaminantes atmosféricos en Chile es el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes. Este instrumento, adoptado de manera generalizada por los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, constituye un sistema de reporte y transparencia ambiental que permite conocer, con un nivel significativo de detalle, los flujos de contaminantes liberados al ambiente por diversas actividades productivas. Su diseño responde al principio de acceso a la información ambiental y al fortalecimiento de la rendición de cuentas del sector industrial, lo que ha contribuido a mejorar la vigilancia de las emisiones y a orientar políticas públicas basadas en evidencia.

En Chile, este registro es administrado por el Ministerio del Medio Ambiente y consolida información declarada por establecimientos industriales y no industriales, cuyos reportes se encuentran obligados por normas de emisión, resoluciones de calificación ambiental, planes de prevención y descontaminación atmosférica y otros instrumentos regulatorios. Asimismo, incorpora reportes voluntarios que buscan mejorar la trazabilidad de las emisiones y reflejar el compromiso de algunos sectores con la gestión ambiental. El Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes integra también información proveniente del Sistema de Información de Centrales Termoeléctricas y del régimen de impuestos verdes, lo que permite complementar la caracterización de emisiones asociadas a la generación energética y al uso de combustibles fósiles.

Una de las fortalezas principales del registro es su capacidad para organizar y disponibilizar datos de emisiones tanto al aire como al agua, lo que amplía el alcance del análisis ambiental y facilita la identificación de puntos críticos de contaminación. En particular, el módulo referido a emisiones atmosféricas establece una distinción metodológica entre fuentes puntuales, fuentes difusas y transporte terrestre. Esta clasificación es fundamental para entender la diversidad de dinámicas de emisión presentes en el territorio. Las fuentes puntuales corresponden a instalaciones industriales que descargan contaminantes a través de chimeneas o ductos, mientras que las fuentes difusas se asocian a actividades no canalizadas, tales como la combustión residencial de leña, quemas agrícolas o procesos donde no existe una salida única. El transporte terrestre, por su parte, incorpora las emisiones generadas por el parque vehicular, lo que otorga una visión más completa de su contribución a los niveles de contaminación urbana y periurbana.

La integración de estas categorías en un único sistema de información permite construir diagnósticos más precisos sobre la distribución territorial de las emisiones y sobre la magnitud relativa de los distintos sectores emisores. Asimismo, facilita la evaluación de políticas públicas mediante la comparación interanual de tendencias, el seguimiento de medidas de mitigación y la identificación de brechas de cumplimiento normativo. De esta forma, el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes se ha consolidado como un soporte esencial para la gestión de la calidad del aire en Chile, al proveer datos verificables y actualizados que fortalecen el diseño, la implementación y la evaluación de la política ambiental (Ministerio del Medio Ambiente, 2025).

1.1.2.1. Fuentes puntuales

Las fuentes puntuales o estacionarias corresponden a aquellas instalaciones cuyas emisiones se canalizan a través de un ducto, chimenea u otro sistema fijo de descarga, lo que permite identificar con precisión su ubicación y cuantificar los contaminantes que liberan. Estas fuentes se asocian principalmente a actividades industriales, energéticas, mineras y manufactureras que operan mediante procesos térmicos o de combustión y que, por su carácter localizado, presentan mayor trazabilidad y control regulatorio en comparación con las fuentes difusas (Ministerio del Medio Ambiente, s. f.).

A nivel nacional, las emisiones de contaminantes al aire provenientes de fuentes puntuales superaron los 64 millones de toneladas durante el año 2022, cifra que evidencia un incremento sostenido desde 2020, con un aumento promedio cercano a los dos millones de toneladas por año. Este crecimiento se relaciona con la reactivación de actividades productivas, la intensificación de operaciones en sectores industriales estratégicos y el aumento de la demanda energética en diversas regiones del país. Aunque su contribución relativa difiere según el tipo de contaminante, las fuentes puntuales siguen representando un componente relevante en la evaluación global de la calidad del aire, ya que concentran emisiones de alto impacto provenientes de sectores regulados.

A escala macroregional, la distribución de las emisiones muestra una concentración persistente desde 2015 en la zona sur del país, seguida por la zona norte, la zona centro y, en menor magnitud, la zona austral. Este patrón responde a la localización histórica de grandes complejos industriales, plantas de celulosa, instalaciones de generación eléctrica y operaciones mineras y portuarias. En la zona sur destacan las actividades forestales e industriales de alto volumen; en el norte, la minería y la generación energética; en la zona centro predominan actividades manufactureras y logísticas; mientras que la zona austral presenta niveles menores debido a su menor densidad industrial. Esta distribución es consistente con las características económicas y productivas de cada territorio y ha mostrado una estabilidad significativa a lo largo del tiempo **(Ver Cuadro 1.6).**

El análisis de estas tendencias confirma que las fuentes puntuales continúan siendo un elemento clave para comprender el comportamiento de las emisiones atmosféricas en el país. Su monitoreo constante resulta fundamental para orientar las políticas de reducción de emisiones, diseñar estrategias de fiscalización efectivas y promover la reconversión tecnológica hacia procesos más limpios. Asimismo, la estabilidad territorial de estas emisiones entrega información relevante para fortalecer la planificación ambiental regional y priorizar acciones de mitigación en las zonas donde la carga industrial ejerce mayor presión sobre la calidad del aire.

Cuadro 1.6. Emisión de contaminantes al aire por fuentes puntuales por macrorregión (toneladas).

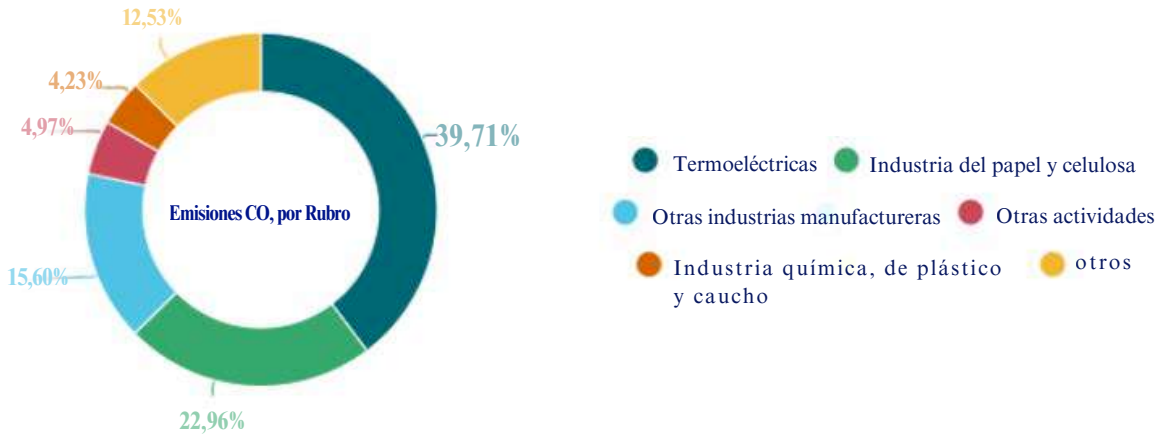
Macrorregión	2022	2020	2018	2015
NORTE	19.560.741,71	22.154.406,27	19.708.662,86	21.082.778,94
CENTRO	15.704.741,24	14.754.001,64	12.351.318,31	11.975.138,36
SUR	2.466.474.467	23.242.816,06	25.174.713,07	12.231.956,16
AUSTRAL	4.514.090,08	2.293.486,70	832.486,18	825.227,97
Total	**64.444.317,70**	**62.444.710,67**	**58.067.180,42**	**46.115.101,43**

Fuente: Elaboración propia con datos de RETC, 2024.

De la totalidad de emisiones anuales, para el año 2022, el 39.7% de ellas por fuentes puntuales corresponden a termoeléctricas, lo que equivale a poco más de 26 millones de toneladas, seguida de las emisiones por la industria del papel y celulosa con un 22.9%. Un 15.6% de las emisiones son agrupadas según la fuente de otras industrias manufactureras **(Ver Figura 1.1).**

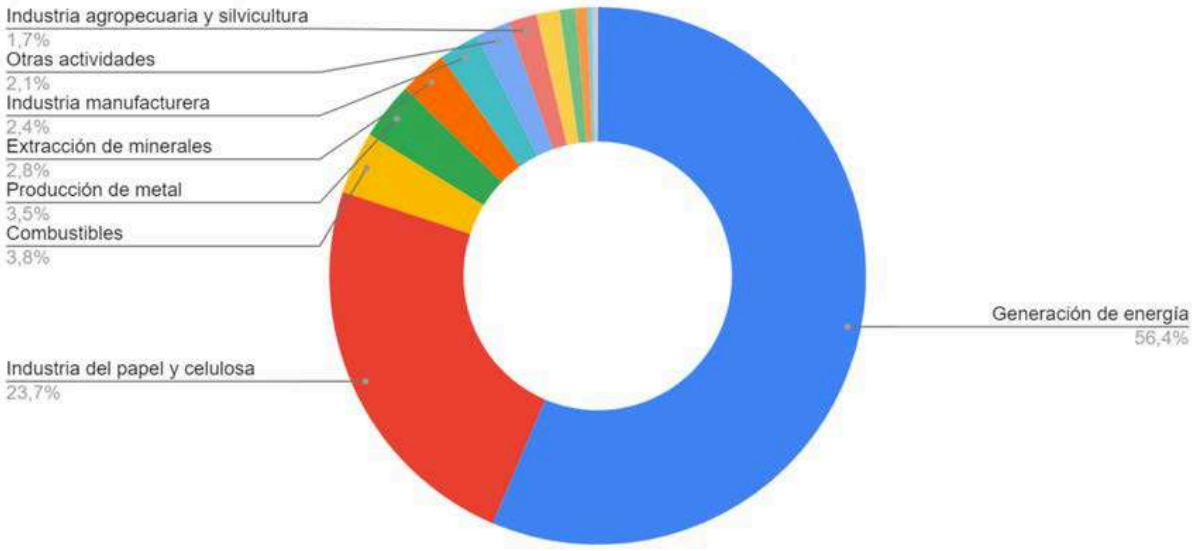
Como se puede apreciar en la **Figura 1.2 y 1.3**, respecto a los valores históricos, para el año 2015 y 2018, el RETC utilizó una categorización diferente y más general de las fuentes de emisión, por lo que su comparación directa resulta compleja, sin embargo, la mayor porción de emisiones correspondió a la generación de energía, la cual alcanzó valores de un 56,4% y 70,5% para los años 2018 y 2015 respectivamente. Ello refleja en cierta medida una disminución considerable de las emisiones de contaminantes por el sector energético de nuestro país para los últimos 10 años.

Figura 1.1. Emisiones al aire de fuentes puntuales por sector año 2022.



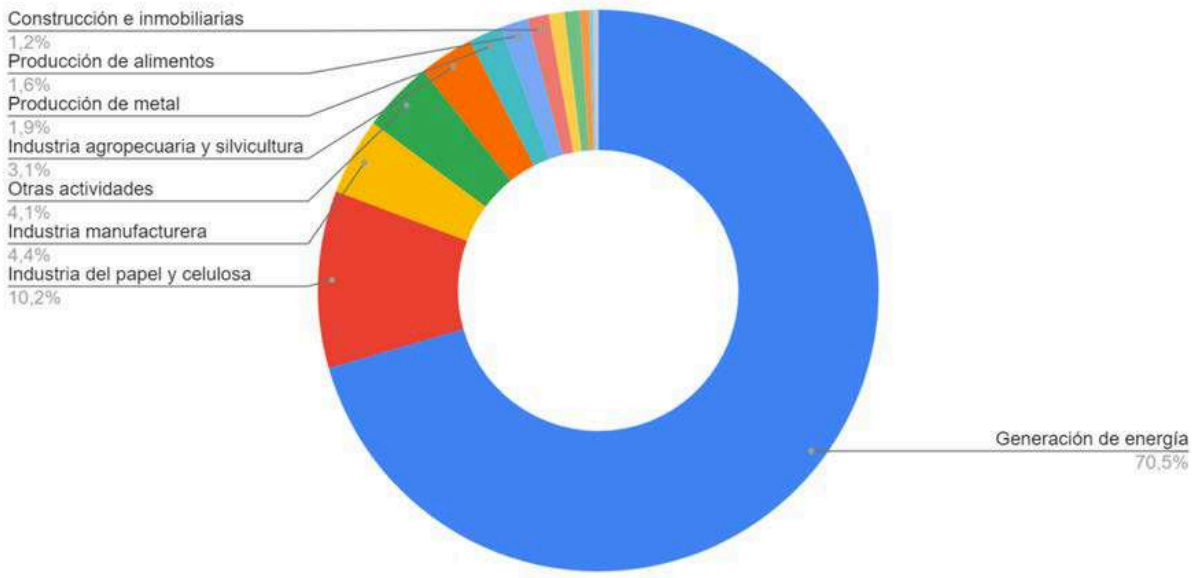
Fuente: RETC, 2022.

Figura 1.2. Emisiones al aire de fuentes puntuales 2018.



Fuente: Elaboración propia con datos de RETC, 2022.

Figura 1.3. Emisiones al aire de fuentes puntuales 2015.



Fuente: Elaboración propia con datos de RETC, 2022.

1.1.2.2. Fuentes difusas

Las fuentes difusas, también denominadas no puntuales, corresponden a emisiones atmosféricas que no se canalizan a través de un ducto, chimenea u otra estructura fija, sino que se originan en actividades de carácter móvil o disperso cuya liberación de contaminantes se distribuye de manera amplia en el territorio. Este tipo de fuente incluye procesos como el tránsito vehicular, la combustión residencial de leña, las quemas agrícolas y los incendios forestales, los cuales presentan una naturaleza dinámica y difícil de controlar debido a su variabilidad espacial y temporal (Ministerio del Medio Ambiente, s. f.). A diferencia de las fuentes estacionarias, cuya ubicación y caudal pueden medirse con alta precisión, las fuentes difusas representan un desafío para la gestión de la calidad del aire, ya que se encuentran fuertemente asociadas a comportamientos sociales, condiciones climáticas y prácticas energéticas cotidianas.

A escala nacional, las emisiones atmosféricas provenientes de fuentes difusas superaron los 34 millones de toneladas durante el año 2022. Esta cifra evidencia un incremento significativo en comparación con 2020, explicado en gran medida por la intensidad de la temporada de incendios forestales, la cual amplificó sustancialmente la liberación de partículas y gases en diversas regiones del país. Estas variaciones interanuales reflejan la alta sensibilidad de las emisiones difusas a fenómenos meteorológicos extremos y a la ocurrencia de eventos no controlados, así como a factores estructurales como el uso de combustibles sólidos en los hogares.

Desde una perspectiva territorial, estas emisiones se concentran principalmente en la Región Metropolitana, que aporta el 25,33 %, equivalente a 9.133.408,96 toneladas; seguida por La Araucanía, con el 19,38 %, correspondiente a 6.987.393,39 toneladas; y Biobío, con el 14,61 %, que representa 5.269.034,62 toneladas. Estas cifras reflejan la combinación de varios elementos: densidad poblacional, extensión del parque vehicular, dependencia de la leña como combustible para calefacción, presencia de áreas forestales susceptibles de incendiarse y condiciones atmosféricas que favorecen la acumulación de contaminantes. La concentración de emisiones en estas regiones constituye un indicador relevante para orientar medidas de gestión específicas y focalizar esfuerzos de mitigación territorial **(Ver Cuadro 1.7).**

En conjunto, el análisis de las fuentes difusas evidencia que este tipo de emisiones constituye uno de los principales desafíos para la política pública en materia de calidad del aire. Su carácter disperso, su vinculación con procesos sociales y climáticos y su alta variabilidad dificultan la aplicación de medidas regulatorias tradicionales. Por ello, la reducción efectiva de este tipo de emisiones requiere estrategias intersectoriales que integren políticas de energía, vivienda, transporte, ordenamiento territorial y manejo forestal, así como acciones educativas destinadas a modificar prácticas de combustión residencial y prevención de incendios.

Cuadro 1.7. Emisión de contaminantes al aire por fuentes difusas por macrorregión (toneladas).

Macrorregión	2022	2020	2018	2015
NORTE	2.166.544,59	64.232,27	63.576,83	71.112,38
CENTRO	11.374.414,63	1.696.216,89	1.385.170,65	3.039.636,80
SUR	17.320.742,33	11.648.657,14	8.563.422,23	22.986.130,25
AUSTRAL	3.766.176,22	2.813.626,89	3.888.613,76	5.041.722,46
Total	**34.627.877,77**	**16.222.733,19**	**13.900.783,47**	**31.138.601,88**

Fuente: Elaboración propia con datos de RETC, 2022.

En síntesis, la contaminación atmosférica se ha consolidado como una de las principales amenazas ambientales para la salud humana, afectando al 99 % de la población mundial que en 2019 vivía en zonas que superaban los límites recomendados por la Organización Mundial de la Salud. La evidencia científica demuestra que la exposición prolongada o intermitente a contaminantes atmosféricos incrementa de forma significativa el riesgo de enfermedades cardiovasculares, respiratorias y oncológicas, lo que se traduce en millones de muertes prematuras cada año. Solo la contaminación del aire exterior provocó en 2019 aproximadamente 4,2 millones de fallecimientos, concentrados mayoritariamente en países de ingresos bajos y medianos, especialmente en las regiones de Asia Sudoriental y del Pacífico Occidental (Organización Mundial de la Salud, 2024).

Este escenario ha impulsado una presión creciente sobre los Estados para fortalecer la regulación ambiental y avanzar hacia políticas más estrictas de reducción de emisiones. La Organización Mundial de la Salud señala que la contaminación del aire constituye el segundo factor de riesgo para las enfermedades no transmisibles y que su mitigación exige acciones intersectoriales, dado que las principales fuentes no están bajo control individual. Entre las estrategias internacionales recomendadas se encuentran la incorporación de tecnologías industriales limpias, la transición hacia energías no contaminantes, la mejora en la gestión de desechos urbanos y agrícolas, la promoción de sistemas de transporte sostenibles y el diseño de ciudades más eficientes y con espacios verdes. Estas orientaciones buscan consolidar sistemas energéticos, productivos y sanitarios más resilientes y coherentes con la salud ambiental (Organización Mundial de la Salud, 2024).

En el plano internacional, los países de la OCDE han mostrado avances relevantes desde 2007, reduciendo de manera progresiva sus emisiones totales de gases de efecto invernadero. Sin embargo, persisten importantes brechas entre las reducciones alcanzadas y los compromisos asumidos. De acuerdo con The Climate Action Monitor 2025, las emisiones conjuntas de los países miembros y asociados todavía se encuentran un 8 % por encima de los niveles compatibles con las metas climáticas proyectadas para 2030, lo que evidencia una distancia considerable entre la política climática declarada y su implementación real. Asimismo, sectores como la producción de electricidad y calor, junto con el transporte, continúan siendo los principales responsables de las emisiones, y el ritmo de expansión de medidas climáticas cayó a solo un 1 % en 2024, reflejando una pérdida de impulso en la acción climática global (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2025). En este contexto, Chile presenta una situación compleja. En 2017 se ubicó entre los países de la OCDE con mayores niveles de emisión de contaminantes, destacando el séptimo lugar en emisiones de $MP_{2,5}$ y el octavo en dióxido de azufre y monóxido de carbono, superando a economías altamente industrializadas como Alemania, Reino Unido, España e Italia. En el caso del dióxido de nitrógeno, Chile ocupó el puesto catorce, aunque con una intensidad de emisión equivalente a la de España, país ubicado en el décimo lugar. Estos indicadores reflejan desafíos estructurales asociados a la matriz energética, el transporte y el uso de combustibles sólidos.

A nivel nacional, la gestión de la calidad del aire se articula mediante instrumentos como el Índice de Calidad del Aire referido a partículas, los Planes de Prevención y Descontaminación Atmosférica y medidas operativas complementarias. Entre ellas destaca la restricción vehicular que se aplica entre mayo y agosto de 2025 en la Provincia de Santiago, incluyendo Puente Alto y San Bernardo, la cual busca reducir emisiones en períodos críticos. Asimismo, los planes de descontaminación incorporan medidas de corto y largo plazo para controlar el MP_{10} y el $MP_{2,5}$, los contaminantes más relevantes por sus impactos en la salud.

Pese a estos esfuerzos, los registros de 2024 muestran un número significativo de episodios críticos: se reportaron 197 eventos por MP_{10} y 606 episodios por $MP_{2,5}$ entre enero y septiembre, afectando con particular intensidad a ciudades como Coyhaique y Santiago. Esto confirma la persistencia de condiciones estructurales que dificultan la reducción de contaminantes y refuerza la necesidad de políticas más profundas y sostenidas que integren acciones energéticas, urbanas y sociales (Departamento de Redes, Ministerio del Medio Ambiente y División de Calidad del Aire, 2024).

1.2. NORMATIVA APLICABLE



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

1.2.1. Normas primarias de calidad del aire

Según el artículo 2, letra n) de la Ley N° 19.300 "Sobre Bases Generales del Medio Ambiente" una Norma Primaria de Calidad Ambiental (NPCA) es:

"Aquélla que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población."

En los siguientes apartados se detallarán las NPCA actualmente vigentes;

1.2.1.1. Material particulado respirable MP10

El 04 de junio de 2022 se publicó en el Diario Oficial el Decreto N° 12, que "Establece Norma Primaria de Calidad Ambiental para Material Particulado Respirable MP10". Hasta la fecha dicha norma no ha experimentado cambios. La NPCA del MP10 tiene por objetivo "proteger la salud de las personas de los efectos agudos y crónicos causados por la exposición al material particulado respirable MP10, presente en el aire" (Decreto N° 12, 2022).

En el **Cuadro 1.8**, se presentan los valores de la actual NPCA para MP10, tanto para concentración anual como para concentración de 24 horas.

Cuadro 1.8. Valores establecidos en la Norma Primaria de Calidad Ambiental para el Material Particulado Respirable MP10.

Contaminante (Unidad)	Norma Diaria (concentración de 24	Norma Anual	Cuerpo Legal
(µg/m3N)	130	50	D.S. N° 12/2022

Es importante señalar que en el periodo 1998-2021, los valores de la NPCA para el MP10, como concentración de 24 horas correspondió a 150 µg/m3N, viéndose actualizada el presente año a 130 µg/m3N.

La NPCA para material particulado respirable 10 se considera sobrepasada bajo dos circunstancias:

- **Concentración anual:** Cuando el promedio aritmético de tres años calendarios consecutivos, en cualquier estación monitora clasificada como Estación de monitoreo con representación poblacional (EMRP) sea mayor o igual a 50 N.
- **Concentración de 24 horas:** Cuando en una EMRP el valor correspondiente al percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas en un año calendario, sea mayor o igual a 130 µg/m3N, o bien, si antes que concluya un año calendario el número de días con mediciones sobre el valor de 130 µg/m3N, sea mayor que siete.

Por otra parte, la NPCA para MP10 define tres niveles que originan situaciones de emergencia ambiental para este contaminante **(Ver Cuadro 1.9)**: 1) Alerta, 2) Preemergencia, y 3) Emergencia.

Cuadro 1.9. Niveles de emergencia por MP10.

Nivel	Concentración de MP10 de 24 horas (µg/m3N)
Alerta	180-229
Preemergencia	230-329
Emergencia	330 o superior

Fuente: Decreto N° 12, 2022.

1.2.1.2. Material particulado respirable MP2,5

Desde el 09 de mayo de 2011 que Chile cuenta con una Norma Primaria de Calidad Ambiental para el Material Particulado fino respirable (MP2,5). Hasta la fecha dicha norma no ha experimentado cambios.

El objetivo de la NPCA del MP2,5 es "proteger la salud de las personas de los efectos agudos y crónicos de dicho contaminante, con un nivel de riesgo aceptable" (Decreto N° 12, 2011).

De acuerdo con el Decreto N° 12 (2011), la NPCA para MP2,5 es de 20 µg/m3, como concentración anual y 50 µg/m3 como concentración de 24 horas.

En el caso de este contaminante, la NPCA se considerará sobrepasada en los dos siguientes casos (Decreto N° 12, 2011):

- **Concentración anual:** Cuando el promedio tri-anual de las concentraciones anuales sea mayor a 20 µg/m3, en cualquier estación calificada como EMRP.
- **Concentración de 24 horas:** Cuando el percentil 98 de los promedios diarios registrados durante un año, sea mayor a 50 µg/m3, en cualquier estación calificada como EMRP.

Los niveles que originan situaciones de emergencia ambiental para material particulado respirable MP2,5, corresponden a aquellos en los que la concentración de 24 horas se encuentra dentro de los rangos observados en el **Cuadro 1.10.**

Por otra parte, la NPCA para MP10 define tres niveles que originan situaciones de emergencia ambiental para este contaminante **(Ver Cuadro 1.9)**: 1) Alerta, 2) Preemergencia, y 3) Emergencia.

Cuadro 1.9. Niveles de emergencia por MP10.

Nivel	Concentración de MP10 de 24 horas (µg/m3N)
Alerta	180-229
Preemergencia	230-329
Emergencia	330 o superior

Fuente: Decreto N° 12, 2022.

1.2.1.2. Material particulado respirable MP2,5

Desde el 09 de mayo de 2011 que Chile cuenta con una Norma Primaria de Calidad Ambiental para el Material Particulado fino respirable (MP2,5). Hasta la fecha dicha norma no ha experimentado cambios.

El objetivo de la NPCA del MP2,5 es "proteger la salud de las personas de los efectos agudos y crónicos de dicho contaminante, con un nivel de riesgo aceptable" (Decreto N° 12, 2011).

De acuerdo con el Decreto N° 12 (2011), la NPCA para MP2,5 es de 20 µg/m3, como concentración anual y 50 µg/m3 como concentración de 24 horas.

En el caso de este contaminante, la NPCA se considerará sobrepasada en los dos siguientes casos (Decreto N° 12, 2011):

- **Concentración anual:** Cuando el promedio tri-anual de las concentraciones anuales sea mayor a 20 µg/m3, en cualquier estación calificada como EMRP.
- **Concentración de 24 horas:** Cuando el percentil 98 de los promedios diarios registrados durante un año, sea mayor a 50 µg/m3, en cualquier estación calificada como EMRP.

Los niveles que originan situaciones de emergencia ambiental para material particulado respirable MP2,5, corresponden a aquellos en los que la concentración de 24 horas se encuentra dentro de los rangos observados en el **Cuadro 1.10.**

Cuadro 1.10. Niveles de emergencia por MP2,5.

Nivel	Concentración de MP2,5 de 24 horas (µg/m3)
Alerta	80-109
Preemergencia	110-169
Emergencia	170 o superior

Fuente: Decreto N° 12, 2011.

1.2.1.3. Dióxido de azufre (SO2)

Chile cuenta con una NPCA para el Dióxido de Azufre desde el año 2002, la cual fue actualizada el año 2018. Los valores de la actual (y antigua) NPCA para SO2 se observan en el **Cuadro 1.11**. Hasta la fecha dicha norma no ha experimentado cambios.

Cuadro 1.11. Valores establecidos en la Norma Primaria de Calidad Ambiental para Dióxido de Azufre (SO2).

Contaminante (Unidad)	Norma horaria (concentración	Norma Diaria (concentración	Norma Anual	Cuerpo Legal
(ppbv)	-	96	31	D.S. N° 113/2002
	134	57	23	D.S. N° 104/2018
(µg/m3N)	-	250	80	D.S. N° 113/2002
	350	150	60	D.S. N° 104/2018

Fuente: Decreto Supremo N° 113, 2022; Decreto Supremo N° 104, 2018.

La NPCA para este contaminante, se considera sobrepasada cuando ocurre al menos una de las siguientes condiciones:

- **Concentración anual:** 1) El promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores de concentración anual, fuere mayor o igual al valor de la norma; 2) Si en un año calendario, el valor de la concentración anual, fuere mayor o igual al doble del valor de la norma.

- **Concentración de 24 horas:** 1) El promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas cada año, fuere mayor o igual al valor de la norma; 2) Si en un año calendario, el valor correspondiente al percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas, fuere mayor o igual al doble del valor de la norma.
- **Concentración de 1 hora**: 1) El promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores del percentil 98,5 de las concentraciones de 1 hora registradas cada año, fuere mayor o igual al valor de la norma(1) ; 2) Si en un año calendario, el valor correspondiente al percentil 98,5 de las concentraciones de 1 hora registradas, fuere mayor o igual al doble del valor de la norma. (2)

Los niveles que originarán situaciones de emergencia ambiental para SO2, expresados como concentración de 1 hora se observan en el **Cuadro 1.12** (Ministerio del Medio Ambiente, 2019).

Cuadro 1.12. Niveles de emergencia por SO2.

Nivel	Concentración de 1 hora de dióxido de azufre en µg/m3N	Concentración de 1 hora de dióxido de azufre en ppbv
Alerta	500-649	191-247
Preemergencia	650-949	248-362
Emergencia	950 o superior	363 o superior

Fuente: Decreto Supremo N° 104, 2018.

1.2.1.4. Dióxido de nitrógeno (NO2)

A partir del 29 de septiembre del 2023 Chile cuenta con una Norma Primaria de Calidad del Aire para el Dióxido de Nitrógeno (NO2).

La Norma del NO2, tiene por objeto “proteger la salud de la población de aquellos efectos agudos y crónicos generados por la exposición a niveles de concentración de dióxido de nitrógeno en el aire” (Decreto Supremo N° 40, 2023).

Los valores establecidos en la norma primaria del NO2, tanto para la concentración de 1 hora, como para la concentración anual se presentan en el **Cuadro 1.13.**

(1) A partir del cuarto año calendario de publicada la norma en el Diario Oficial, se considera un percentil 99 para evaluar esta condición.
(2) A partir del cuarto año calendario de publicada la norma en el Diario Oficial, se considera un percentil 99 para evaluar esta condición.

1.2.1.4. Dióxido de nitrógeno (NO2)

A partir del 29 de septiembre del 2023 Chile cuenta con una Norma Primaria de Calidad del Aire para el Dióxido de Nitrógeno (NO2). La Norma del NO2, tiene por objeto "proteger la salud de la población de aquellos efectos agudos y crónicos generados por la exposición a niveles de concentración de dióxido de nitrógeno en el aire" (Decreto Supremo N° 40, 2023).

Los valores establecidos en la norma primaria del NO2, tanto para la concentración de 1 hora, como para la concentración anual se presentan en el **Cuadro 1.13.**

Cuadro 1.13. Valores establecidos en la Norma Primaria de Calidad Ambiental para Dióxido de Nitrógeno (NO2).

Contaminante (Unidad)	Norma horaria (concentración de 1	Norma Anual	Cuerpo Legal
(µg/m3N)	200	40	D.S. N° 114/2002

Fuente: Decreto Supremo N° 40, 2023.

En el caso del NO2, la norma se considera sobrepasada si se cumplen las siguientes condiciones:

- **Concentración anual:** 1) El promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores de concentración anual, fuere mayor o igual al valor de la norma que se establec; 2) Si en un año calendario, el valor de la concentración anual, fuere mayor o igual al doble del valor de la norma que se establece.
- **Concentración de 1 hora:** 1) El promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados cada año, fuere mayor o igual al valor de la norma que se establece.; 2) Si en el primer o segundo periodo de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones y, al reemplazar el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora para los periodos faltantes por cero, el promedio aritmético de los tres periodos resultare mayor o igual al nivel de la norma.

En el **Cuadro 1.14**, se observan los niveles que originarán situaciones de emergencia ambiental para NO2, expresados como concentración de 1 hora (Decreto Supremo N° 114, 2002).

Cuadro 1.14. Niveles de emergencia por NO2.

Nivel	Concentración de 1 hora de dióxido de nitrógeno en µg/m3N
1	500-799
2	800-1.399
3	1400 o superior

Fuente: Decreto Supremo N° 40, 2023.

1.2.1.5. Monóxido de carbono (CO)

La Norma Primaria de Calidad Ambiental para Monóxido de Carbono (CO) fue publicada en el Diario Oficial el 10 de septiembre del año 2002. Hasta la fecha dicha norma no ha experimentado cambios.

En el **Cuadro 1.15**, se presentan los valores establecidos por la NPCA para CO, tanto para la concentración de 1 hora, como para una concentración de 8 horas.

Cuadro 1.15. Valores establecidos en la Norma Primaria de Calidad Ambiental para Monóxido de Carbono (CO).

Contaminante (Unidad)	Norma horaria (concentración de 1	Norma 8 horas	Cuerpo Legal
(ppmv)	26	9	D.S. N° 115/2002
(mg/m3N)	30	10	

Fuente: Decreto Supremo N° 115, 2002.

La NPCA para este contaminante, se considera sobrepasada cuando ocurre al menos una de las siguientes condiciones:

- **Concentración de 8 horas:** 1) Cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitora EMRPG fuere mayor o igual al nivel indicado en la norma; 2) si en el primer o segundo período de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones y, al reemplazar el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas para los períodos faltantes por cero, el promedio aritmético de los tres períodos resultare mayor o igual al nivel de la norma.
- **Concentración de 1 hora:** 1) cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitora EMRPG, fuere mayor o igual al nivel indicado en la norma; 2) Si en el primer o segundo período de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones y, al reemplazar el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora para los períodos faltantes por cero, el promedio aritmético de los tres períodos resultare mayor o igual al nivel de la norma.

Tal como se aprecia en el **Cuadro 1.16**, la normativa define tres niveles que originarán situaciones de emergencia ambiental para CO, expresados como concentración de 8 horas.

Cuadro 1.16. Niveles de emergencia por CO.

Nivel	Concentración de 8 horas de monóxido de carbono en mg/m3N	Concentración de 8 horas de monóxido de carbono en ppmv
1	17-33	15-19
2	34-39	30-34
3	40 o superior	35 o superior

Fuente: Decreto Supremo N° 115, 2002.

1.2.1.6. Ozono (O3)

Chile cuenta con una Norma Primaria de Calidad Ambiental para el Ozono (O3) desde el 06 de marzo del año 2003 (Decreto Supremo N° 112, 2002). Hasta la fecha dicha norma no ha experimentado cambios.

El objetivo de la NPCA para el O3, es "proteger la salud de la población de aquellos efectos agudos generados por la exposición a niveles de concentración de ozono en el aire"(3) (Decreto Supremo N° 112, 2002). En el **Cuadro 1.17,** se presentan los valores establecidos en la NPCA de O3 para una concentración de 8 horas.

Cuadro 1.17. Valores establecidos en la Norma Primaria de Calidad Ambiental para Ozono (O3).

Contaminante (Unidad)	Norma 8 horas	Cuerpo Legal
(ppbv)	61	D.S. N° 112/2002
µg/m3N	120	

Fuente: Decreto Supremo N° 112, 2002.

La NPCA del O3 se considera sobrepasada si se cumplen las siguientes condiciones:

- **Concentración de 8 horas:** 1) cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitora EMRPG, fuere mayor o igual al nivel indicado en la norma de este contaminante; 2) si en el primer o segundo periodo de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones y, al reemplazar el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas para los periodos faltantes por cero, el promedio aritmético de los tres periodos resultare mayor o igual al nivel de la norma.

(3) A diferencia de las NPCA para el MP10, MP2,5, SO2, NO2 y CO, la norma para el O3 no tiene por objetivo proteger la salud de la población de eventos crónicos.

En el **Cuadro 1.18**, se observan los tres niveles que originarán situaciones de emergencia ambiental para O3, expresados como concentración de 1 hora (Decreto Supremo N° 112, 2002).

Cuadro 1.18. Niveles de emergencia por O3.

Nivel	Concentración 1 hora de ozono en µg/m3N	Concentración 1 hora de ozono en ppbv
1	400-799	204-407
2	800-999	408-509
3	1000 o superior	510 o superior

Fuente: Decreto Supremo N° 112, 2002.

1.2.1.7. Plomo (Pb)

El 06 de enero de 2000 fue publicado en el Diario Oficial el Decreto N° 136 que "Establece Norma de Calidad Primaria para Plomo en el Aire", norma que se mantiene vigente hasta el día de hoy. Hasta la fecha dicha norma no ha experimentado cambios.

Esta norma tiene por objetivo "proteger la salud de la población del país y en particular la población infantil, de aquellos efectos crónicos y crónicos diferidos generados por la exposición a niveles de concentración de plomo en el aire".

El valor definido por la norma para concentración anual de este contaminante, se presenta en el **Cuadro 1.19.**

Cuadro 1.19. Valores establecidos en la Norma Primaria de Calidad Ambiental para Plomo.

Contaminante (Unidad)	Norma anual (Concentración anual)	Cuerpo Legal
µg/m3N	0,5	D.S. N° 136/2000

Fuente: Decreto N° 136, 2001.

En el caso del Pb, la norma se considera sobrepasada si se cumplen las siguientes condiciones:

- **Concentración anual:** 1) Cuando el promedio aritmético de los valores de concentración anual de dos años sucesivos supera el nivel de la norma en cualquier estación EMPB; 2) si la concentración anual correspondiente al primer período anual contado desde la entrada en vigencia de la presente norma, es superior en más de un 100% al nivel de la norma, en cualquier estación EMPB.

Es importante resaltar que esta NSCA no define niveles que originan una situación de emergencia ambiental.

En síntesis, las Normas Primarias de Calidad Ambiental constituyen el principal instrumento regulatorio para proteger la salud de la población frente a contaminantes atmosféricos. Estas normas establecen valores máximos de concentración y criterios para determinar el cumplimiento o superación de los estándares de calidad del aire definidos por la legislación chilena.

En el caso del material particulado respirable MP_{10}, la normativa vigente fue actualizada en 2022 mediante el Decreto Supremo número 12, que fijó límites de 130 microgramos por metro cúbico para una concentración de 24 horas y 50 microgramos por metro cúbico para el promedio anual. La superación de estos valores se evalúa a partir de promedios anuales y del percentil 98 de las concentraciones diarias. La norma también define niveles de alerta, preemergencia y emergencia para gestionar episodios críticos.

Para el material particulado fino $MP_{2,5}$, Chile cuenta con una norma desde 2011 que establece valores de 20 microgramos por metro cúbico como promedio anual y 50 microgramos por metro cúbico para la concentración de 24 horas. Su superación se determina mediante promedios trianuales y el percentil 98 de los valores diarios. Asimismo, la regulación incorpora rangos para declarar alerta, preemergencia y emergencia ambiental.

El dióxido de azufre está regulado desde 2002, con una actualización el año 2018. La norma establece valores permitidos para concentraciones horarias, diarias y anuales, junto con criterios para identificar su superación basados en percentiles y promedios trianuales. Se definen además niveles de emergencia asociados a concentraciones de una hora.

En el caso del dióxido de nitrógeno, Chile incorporó en 2023 una norma primaria que establece límites de 200 microgramos por metro cúbico para concentraciones horarias y 40 microgramos por metro cúbico para el promedio anual. La regulación fija criterios específicos para determinar incumplimientos, considerando promedios trianuales y percentiles diarios.El monóxido de carbono está regulado desde 2002 a través de límites para concentraciones de una hora y ocho horas. Su superación se evalúa mediante percentiles de los máximos diarios registrados en estaciones de monitoreo representativas. La norma también define niveles de emergencia basados en concentraciones de ocho horas.

Asimismo, el país cuenta con una norma para ozono desde 2003, la cual fija un límite de 120 microgramos por metro cúbico para promedios móviles de ocho horas y establece criterios de sobrepaso a partir de percentiles trianuales. Los niveles de emergencia se determinan según concentraciones horarias.

El monóxido de carbono está regulado desde 2002 a través de límites para concentraciones de una hora y ocho horas. Su superación se evalúa mediante percentiles de los máximos diarios registrados en estaciones de monitoreo representativas. La norma también define niveles de emergencia basados en concentraciones de ocho horas.Asimismo, el país cuenta con una norma para ozono desde 2003, la cual fija un límite de 120 microgramos por metro cúbico para promedios móviles de ocho horas y establece criterios de sobrepaso a partir de percentiles trianuales. Los niveles de emergencia se determinan según concentraciones horarias.

1.2.2. NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD DEL AIRE



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

1.2.2. Normas secundarias de calidad del aire

De acuerdo con el artículo 2, letra ñ) de la Ley N° 19.300 "Sobre Bases Generales del Medio Ambiente" una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) es:

"Aquélla que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza."

A continuación, se abordarán las NSCA vigentes en el país, entre ellas las referidas al SO2 y al Material Particulado Sedimentable (MPS).

1.2.2.1. Dióxido de azufre (SO2)

Desde el año 2009, Chile cuenta con una NSCA para Anhídrido Sulfuroso, también denominado Dióxido de Azufre (SO2) (Decreto Supremo N° 22, 2009). Hasta la fecha dicha norma no ha experimentado cambios.

La NSCA para dióxido de azufre tiene por objetivo "la protección y conservación de los recursos naturales renovables del ámbito silvoagropecuario y de vida silvestre, de los efectos agudos y crónicos generados por la exposición a dióxido de azufre en el aire".

Los valores establecidos en la norma secundaria del SO2, tanto para la concentración de una hora, como para la concentración de 24 horas y anual se presentan en el **Cuadro 1.20.** Es importante señalar que los valores de esta norma difieren según zonas del país (4).

(4) Para efectos de aplicación de la norma secundaria de calidad de aire para SO2, el país se divide en zona norte y zona sur. El límite entre ambas zonas corresponde al siguiente: De Oeste a Este, desde la desembocadura del río Maipo, por su cauce, hasta el límite entre las Regiones de Valparaíso y Metropolitana. Continúa por este límite hacia el Sur hasta el límite entre las Regiones Metropolitana y del Libertador Bernardo O'Higgins. Sigue por este último hasta el punto de coordenadas geográficas: Norte: 6.247.399; Este 350.336(*), en el sector de los cerros de Chada, desde allí hasta la cota 900 m.s.n.m. en la precordillera de Los Andes, y por esta misma cota, hasta el Cerro Puntilla los Loros (1106 msnm). Luego continúa hacia el sur por la línea de altas cumbres ubicada al poniente del cajón del Río Claro de Cauquenes, desde la Carretera H-255 hasta el Cerro Pelado (2021 msnm). Desde este último punto el límite se proyecta en forma perpendicular hacia la frontera con Argentina. (*) Coordenadas: Datum WGS 84, Huso 19.

Cuadro 1.20. Valores establecidos en la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para Dióxido de Azufre (SO2).

Zona	Contaminante (Unidad)	Norma horaria	Norma Diaria (concentració	Norma Anual	Cuerpo Legal
Norte	(ppbv)	382	140	31	D.S. N° 22/2009
	µg/m3N	1.000	365	80	
Sur	(ppbv)	268	99	23	
	µg/m3N	700	260	60	

Fuente: Decreto Supremo N° 22, 2010.

La NSCA para SO2 se considera sobrepasada bajo las siguientes circunstancias:

- **Concentración anual:** 1) cuando el promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores de concentración anual, en cualquier estación monitora clasificada como EMRRN, fuere mayor o igual al nivel correspondiente indicado en la norma según zona del país; si en un año calendario, el valor de concentración en cualquier estación monitora clasificada como EMRRN fuere mayor o igual al doble del nivel indicado en la norma.
- **Concentración de 24 horas:** 1) cuando el promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores del percentil 99,7 de las concentraciones de 24 horas registradas cada año, en cualquier estación calificada como EMRRN, fuere mayor o igual al nivel correspondiente indicado en la norma según zona del país; 2) si en un año calendario, el percentil 99,7 de las concentraciones de 24 horas registradas en cualquier estación monitora clasificada como EMRRN fuere mayor o igual al doble del nivel correspondiente indicado en la norma.
- **Concentración de una hora:** 1) cuando el promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores del percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas cada año, en cualquier estación monitora clasificada como EMRRN, fuere mayor o igual al nivel correspondiente indicado en la norma; 2) si en un año calendario, el percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas en cualquier estación monitora clasificada como EMRRN fuere mayor o igual al doble del nivel indicado en la norma

Es relevante señalar que esta NSCA no define niveles que originan una situación de emergencia ambiental.

1.2.2.2. Material Particulado Sedimentable (MPS) en la cuenca del río Huasco

El Decreto Exento número 4 de 1992 del Ministerio de Agricultura, que establece las Normas de Calidad del Aire para Material Particulado Sedimentable en la cuenca del río Huasco en la Región de Atacama, constituye uno de los instrumentos regulatorios más antiguos aún vigentes en el país en materia de protección ambiental. Esta normativa fija obligaciones específicas para todas las fuentes emisoras ubicadas dentro de la cuenca que descarguen al aire una cantidad igual o superior a una tonelada diaria de material particulado sedimentable, exigiendo su cumplimiento de manera estricta debido a los impactos que este tipo de emisiones puede generar sobre suelos agrícolas, ecosistemas locales y actividades productivas estratégicas de la zona.

El decreto también amplía su ámbito de aplicación al señalar expresamente que sus disposiciones rigen para toda fuente emisora de material particulado situada en la cuenca cuando esta sea declarada zona saturada o latente, de acuerdo con lo establecido en los artículos 9 y 10 del Decreto número 185 de 1991 del Ministerio de Minería. Esta referencia normativa introduce un vínculo directo con el sistema nacional de clasificación de la calidad del aire, haciendo que su aplicabilidad dependa no solo del volumen de emisiones sino también del estado ambiental del territorio. En consecuencia, la norma opera como un mecanismo de salvaguarda en escenarios donde la calidad del aire presenta deterioro significativo o riesgo de alcanzar niveles que afecten actividades agrícolas, forestales y ecosistémicas.

Desde su promulgación en 1992, esta norma no ha experimentado modificaciones, lo que evidencia tanto su estabilidad regulatoria como la necesidad de actualizarla a la luz de los avances científicos, tecnológicos y de gestión ambiental que han surgido en las últimas décadas. La ausencia de revisión también refleja que el país mantiene vigentes instrumentos normativos con más de treinta años de antigüedad, diseñados bajo criterios y contextos productivos distintos a los actuales, lo que abre un espacio relevante para futuros procesos de revisión normativa orientados a fortalecer la protección ambiental en una cuenca que posee actividades industriales y extractivas de alto impacto.

Los valores establecidos en esta norma secundaria tanto para la concentración media aritmética mensual como para la concentración media aritmética anual se presentan en el **Cuadro 1.20.**

Cuadro 1.20. Valores establecidos en la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para Material Particulado Sedimentable (MPS) en la cuenca del río Huasco.

Contaminante (Unidad)	Norma mensual	Norma anual	Cuerpo Legal
Material Particulado Sedimentable (mg/(m2día)	150	100	D. Exento N° 4/1992
Hierro en el material particulado sedimentable (mg/(m2día)	60(5)	30	

De acuerdo con el artículo 6 del Decreto Exento N° 4 (1992) corresponde a la Dirección Regional del Servicio Agrícola y Ganadero de la III Región controlar el cumplimiento del presente decreto en lo relativo a la protección de la calidad ambiental del medio agrícola.

En síntesis, las Normas Secundarias de Calidad Ambiental establecen límites destinados a proteger y conservar los recursos naturales y los ecosistemas frente a contaminantes cuya presencia puede afectar la naturaleza y las actividades silvoagropecuarias. Estas normas se diferencian de las primarias porque su objetivo principal no es la protección directa de la salud humana, sino la preservación del medio ambiente. En Chile, este marco regulatorio se encuentra definido en la Ley número 19.300 y se implementa mediante decretos específicos para cada contaminante

En el caso del dióxido de azufre, existe una norma secundaria vigente desde 2009 que establece límites diferenciados para las zonas norte y sur del país. Esta norma fija valores máximos para concentraciones horarias, diarias y anuales, y determina criterios de superación basados en promedios trianuales y percentiles diarios. Su propósito es resguardar los ecosistemas agrícolas y la vida silvestre frente a los efectos del anhídrido sulfuroso. A diferencia de la normativa primaria, esta norma no contempla niveles de emergencia ambiental.

Por otro lado, el material particulado sedimentable cuenta con una norma específica para la cuenca del río Huasco, vigente desde 1992. Esta regulación exige el cumplimiento obligatorio para todas las fuentes emisoras que liberen una tonelada diaria o más de material particulado en la cuenca, así como para aquellas ubicadas en zonas declaradas saturadas o latentes. La norma establece límites tanto para la concentración mensual como para la concentración anual de material particulado sedimentable y del contenido de hierro en dicho material, y asigna al Servicio Agrícola y Ganadero la supervisión de su cumplimiento.

En conjunto, estas normas secundarias complementan el marco de gestión de la calidad del aire, proporcionando herramientas específicas para la protección ambiental y permitiendo abordar contaminantes que, sin representar un riesgo inmediato para la salud humana, pueden causar deterioro significativo en los ecosistemas y actividades productivas del país.

1.2.3. PROCESO DE REVISIÓN DE NORMAS DE CALIDAD AMBIENTAL



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

De acuerdo con el artículo 32 de la Ley N° 19.300, "Toda norma de calidad ambiental será revisada por el Ministerio del Medio Ambiente a lo menos cada cuatro años (...)". Este proceso de revisión incluye diferentes etapas entre las que se encuentran: análisis técnico y económico, desarrollo de estudios científicos, consultas a organismos competentes, públicos y privados, análisis de las observaciones formuladas y una adecuada publicidad.

En este apartado se hace mención al estado del proceso de revisión/elaboración de las normas de calidad primarias y secundarias referentes al componente aire. De las nueve normas de calidad del aire vigentes en Chile (incluyendo primarias y secundarias) **(Ver Cuadro 1.21).**

Cuadro 1.21. Situación de las normas de calidad primarias y secundarias vigentes o en estado de elaboración.

Norma de Calidad	Contaminante	Situación	Última actualización expediente
Primaria	MP2,5	Revisión	Desde el 2024 se encuentra en el Inicio del anteproyecto
	MP10	Al día	-
	SO2	Revisión	Desde el 2023 se encuentra en el inicio del Anteproyecto
	NO2	Vigente	-
	Plomo	Revisión	Desde el 2023 se encuentra en el inicio del Anteproyecto
	CO	Revisión	Desde el 2023 se encuentra en el inicio del Anteproyecto
	O3	Revisión	Desde el 2023 se encuentra en el inicio del Anteproyecto
	Arsénico	Vigente	-
	COV	Vigente	-
Secundaria	SO2	Revisión	Desde el 2023 se encuentra en el inicio del Anteproyecto
	MP Sedimentable	Revisión	Desde el 2023 se encuentra en el inicio del Anteproyecto

Fuente: Elaboración propia en base a MMA, 2025.

1.2.4. ESTÁNDARES INTERNACIONALES



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

1.2.4.1. Recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud

La Organización Mundial de la Salud (OMS) corresponde a la autoridad directiva y coordinadora en el sistema de las Naciones Unidas. Específicamente, es la entidad responsable de desempeñar una función de liderazgo en los asuntos sanitarios mundiales, configurar la agenda de las investigaciones en salud, establecer normas, articular opciones de política basadas en la evidencia, prestar apoyo técnico a los países y vigilar las tendencias sanitarias mundiales (Naciones Unidas, 2013).

El día 22 de septiembre del año 2021, la OMS publicó un documento denominado "WHO global air quality guidelines" el cual forma parte de una serie de publicaciones de dicha organización que tienen por finalidad "ofrecer recomendaciones cuantitativas relativas a la salud para la gestión de la calidad del aire, expresadas como concentraciones a largo o corto plazo de una serie de contaminantes atmosféricos clave." (p. 2-3).

En dicho documento, se actualizan (respecto a la publicación del año 2005) los niveles recomendados por parte de la OMS para seis contaminantes (MP2,5, MP10, O3, NO2, SO2 y CO), los que es posible observar en el **Cuadro 1.22.**

Cuadro 1.22. Niveles recomendados de MP2,5, MP10, O3, NO2, SO2 y CO en las guías de la OMS del año 2005 y 2021.

Contaminante (Unidad)	Tiempo promedio	Directriz OMS 2005	Directriz OMS 2021
MP2,5 (µg/m3)	Anual	10	5
	24 horas	25	15
MP10	Anual	20	15
	24 horas	50	45
O3	Temporada alta	-	60
	24 horas	100	100
NO2	Anual	40	10
	24 horas	-	25
SO2	24 horas	20	40
CO	24 horas	-	4

Fuente: Elaboración propia en base a Salud Sin Daño, 2021.

En resumidas cuentas, la última publicación de la OMS es mucho más restrictiva respecto a los niveles recomendados para los seis diferentes contaminantes, destacando el caso del NO2 que se recomienda una concentración anual de 10 (µg/m3), lo que equivale a un cuarto de lo que se recomendaba hasta el año 2005. El único contaminante cuyo nivel no es más restrictivo que el anterior, corresponde al SO2, que en la publicación del año 2005 se recomendaba una concentración de 24 horas de 20 (µg/m3), mientras que en el documento de 2021 el nivel recomendado es de 40 (µg/m3).

Adicionalmente, debe destacarse que, a diferencia de la guía del año 2005, la publicación de 2021 entrega recomendaciones para el ozono en temporada alta y para el NO2 y el CO2 como concentración de 24 horas.

Al momento de comparar los niveles recomendados por la OMS con los niveles establecidos en la legislación vigente en Chile es posible observar importantes diferencias **(Ver Cuadro 1.23)**. Por ejemplo, para la concentración anual de NO2 la normativa chilena excede en un 900% a los niveles recomendados por parte de la OMS. Resalta también que para la concentración anual de MP2,5 la normativa chilena sobrepasa en un 300% a lo que recomienda dicho organismo internacional. En el caso del SO2, la norma chilena excede a lo recomendado por la OMS en un 275%. En síntesis, la normativa chilena destaca por establecer valores que exceden a lo definido por la OMS.

Cuadro 1.23. Comparación de los niveles recomendados por la OMS con los niveles permisibles según la normativa chilena para diferentes tipos de contaminantes.

Contaminante (Unidad)	Tiempo promedio	Directriz OMS 2005	Directriz OMS 2021
MP2,5 (µg/m3)	Anual	10	5
	24 horas	25	15
MP10	Anual	20	15
	24 horas	50	45
O3	Temporada alta	-	60
	24 horas	100	100
NO2	Anual	40	10
	24 horas	-	25
SO2	24 horas	20	40
CO	24 horas	-	4

Fuente: OMS, 2025.



1.2.4.2. Unión Europea

En el **Anexo 1.1,** se presenta un resumen de los estándares de calidad del aire de la Unión Europea (UE). Es menester señalar que, de acuerdo con el derecho de la UE, un valor límite es jurídicamente vinculante desde la fecha de su entrada en vigencia, con sujeción a las excedencias permitidas en la legislación.

Por otra parte, en el **Cuadro 1.24** se entrega una comparación de los valores límites definidos por la UE con respecto a los valores establecidos en la normativa chilena. A grandes rasgos, se observa que la Unión Europea posee estándares más restrictivos que los definidos en la normativa nacional, específicamente para tres contaminantes: NO2, MP10 y para SO2, este último solo para una concentración de 24 horas. Adicionalmente, hay cuatro contaminantes en los que se comparte el valor límite (MP2,5, O3, CO y Pb).

Igualmente, se destaca que la UE posee normas para cinco contaminantes que no se encuentran regulados en la legislación nacional, específicamente para: Benceno, Arsénico, Cadmio, Níquel e Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH).

Cuadro 1.24. Comparación de los valores límites definidos por la Unión Europea para diferentes contaminantes con respecto a los establecidos en la normativa chilena.



Cuadro 1.24. Comparación de los valores límites definidos por la Unión Europea para diferentes contaminantes con respecto a los establecidos en la normativa chilena.

Contaminante (unidad)	Tiempo promedio	Concentración (Unión Europea)	Concentración (Norma Chilena)	Porcentaje de diferencia
MP2,5 (µg/m3)	1 año	20	20	0%
MP10 (µg/m3)	24 horas	50	130	160%
	1 año	40	50	25%
O3 (µg/m3)	8 horas	120	120	0%
NO2 (µg/m3)	1 hora	200	200	0%
	1 año	40	40	0%
SO2 (µg/m3)	1 hora	350	350	0%
	24 horas	125	150	20%
CO (mg/m3)	8 horas	10	10	0%
Pb (µg/m3)	1 año	0,5	0,5	0%
Benceno (µg/m3)	1 año	5	3	60%
Arsénico (ng/m3)	1 año	6	23	383%
Cadmio (ng/m3)	1 año	5	No posee	-
Níquel (ng/m3)	1 año	20	No posee	-
Hidrocarburos Aromáticos Políciclicos (PAH)	1 año	1 (expresado como concentración de	No posee	-

Fuente: Elaboración propia en base a MMA, 2025.

El proceso de revisión de las normas de calidad ambiental en Chile se encuentra regulado por el artículo 32 de la Ley número 19.300, que establece la obligación del Ministerio del Medio Ambiente de reevaluar cada norma al menos cada cuatro años. Este proceso contempla etapas técnicas, científicas y participativas que incluyen análisis económico y sanitario, estudios especializados, consultas a organismos públicos y privados y la incorporación de observaciones ciudadanas. Actualmente, la mayoría de las normas primarias y secundarias para contaminantes atmosféricos se encuentran en proceso de revisión, particularmente las relativas al material particulado fino $MP_{2,5}$, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, plomo, monóxido de carbono y compuestos orgánicos volátiles. En general, el estado de avance muestra que gran parte de estas normas está en la fase inicial de elaboración de anteproyecto, reflejando un proceso activo y en desarrollo orientado a actualizar los estándares de calidad del aire del país.

En materia internacional, la Organización Mundial de la Salud cumple un rol central como entidad rectora en salud ambiental y sanitaria. En septiembre de 2021 publicó la actualización de sus directrices globales de calidad del aire, donde estableció concentraciones recomendadas más estrictas para seis contaminantes clave: $MP_{2,5}$, MP_{10}, ozono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y monóxido de carbono. Estas recomendaciones, elaboradas sobre evidencia científica reciente, redujeron significativamente los valores sugeridos respecto de los establecidos en 2005, con la sola excepción del dióxido de azufre. Destaca especialmente la recomendación de disminuir el nivel anual de dióxido de nitrógeno a un décimo del valor previo y la reducción del umbral de $MP_{2,5}$ a 5 microgramos por metro cúbico para su promedio anual. Asimismo, las nuevas guías incorporaron mediciones no consideradas anteriormente, como el ozono en temporada alta y concentraciones de dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono en promedios móviles de veinticuatro horas.

Al comparar estas recomendaciones con la normativa chilena vigente se evidencian amplias brechas. Por ejemplo, los valores nacionales para el $MP_{2,5}$ son cuatro veces mayores que los recomendados por la Organización Mundial de la Salud para el promedio anual y más de dos veces superiores para concentraciones diarias. En el caso del dióxido de nitrógeno, la diferencia alcanza un nueve por ciento por sobre lo recomendado para la concentración anual. En general, Chile presenta estándares menos exigentes que los definidos por la Organización Mundial de la Salud y mantiene niveles permisibles que superan ampliamente los umbrales de protección sugeridos a nivel internacional.

Un análisis comparado con los estándares de la Unión Europea permite dimensionar aún más esta brecha. La normativa europea, jurídicamente vinculante para los Estados miembros, presenta valores límites más estrictos que los de la legislación chilena para contaminantes como el dióxido de nitrógeno, el material particulado respirable MP_{10} y el dióxido de azufre. Asimismo, la Unión Europea cuenta con estándares específicos para contaminantes no regulados en Chile, tales como benceno, arsénico, cadmio, níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos, lo que refleja un marco regulatorio más amplio y comprensivo. Para algunos contaminantes, como el material particulado fino $MP_{2,5}$, el ozono, el monóxido de carbono y el plomo, los valores europeos coinciden con los chilenos, aunque las diferencias se manifiestan en la existencia de umbrales adicionales, metodologías de evaluación y mecanismos de cumplimiento.

En conjunto, el análisis muestra que Chile se encuentra en un proceso activo de revisión normativa, pero aún mantiene valores permisibles que resultan significativamente más laxos que los estándares internacionales. Tanto las directrices de la Organización Mundial de la Salud como los marcos regulatorios de la Unión Europea constituyen referencias fundamentales para la actualización de las normas nacionales y representan un desafío para la armonización de la normativa con los niveles que mejor resguardan la salud humana y la protección ambiental.

1.3. PRINCIPALES CONTAMINANTES



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

1.3.1. Material particulado (MP10 y MP2.5)

El material particulado es una mezcla de partículas sólidas y líquidas que se encuentran en el aire o agua, las cuales son lo suficientemente pequeñas para no asentarse en la superficie terrestre por influencia de la gravedad. La toxicidad de las partículas en suspensión se concentra en partículas con un diámetro igual o menor a 10 µm, las cuales son emitidas al aire por actividades humanas o por fuentes naturales, pudiendo también ser resultado de la interacción entre químicos en la atmósfera. Permitiendo estas condiciones la inhalación de aquellas partículas (OMS, 2025; The National Institute of Statistics and Economic Studies, s. f; California Air Resources Board, 2021). Las partículas más finas como las MP2,5 tienen un mayor periodo de residencia en la atmósfera, pudiendo afectar así distancias más largas, a diferencia de las más gruesas MP10, las cuales presentan movilidad más reducida y más rápida sedimentación (Ministerio del Medio Ambiente, 2011).

El MP2,5 es emitido en la combustión de combustibles fósiles y resultado de la coagulación y nucleación de partículas ultrafinas en la atmósfera las cuales son llamadas también, aerosoles secundarios. Siendo las principales fuentes los vehículos a gasolina y diésel, la combustión de leña y la generación de electricidad (Ministerio del Medio Ambiente, 2011; Huneeus et al., 2020). El carbono negro es una de las principales partículas de MP2,5, la cual se produce por procesos de combustión incompleta de combustibles fósiles y biomasa (Huneeus et al., 2020). Ambos diámetros son inhalables y potencialmente dañinos para la salud de las personas, sin embargo, las partículas iguales o menores a 2,5 µm son las que presentan el mayor riesgo para la salud, debido a que pueden alojarse con mayor profundidad en los pulmones y potencialmente pasar al torrente sanguíneo, a diferencia del MP10 el cual no traspasa la región toráxica (U.S. Environmental Protection Agency, 2022; NSW Health, 2020); Ministerio del Medio Ambiente, 2011).

Entre los efectos a corto plazo de la exposición a MP10 o de diámetro menor podemos encontrar la irritación de ojos, nariz y garganta (NSW Health, 2020). A largo plazo, se ha estudiado y confirmado para ambas categorías de material particulado, su conexión con una reducción en la función pulmonar, en la expectativa de vida y en el aumento de la tasa de progresión de enfermedades, además de un aumento en la mortalidad para todas sus causas, especialmente las de tipo cardiovascular, enfermedades respiratorias y cáncer de pulmón (Chen & Hoek, 2020; NSW Health, 2020).

1.3.1.1. Situación nacional

1.3.1.1.1. Material particulado fino (MP2,5)

Para el año 2022, las emisiones de material particulado fino continuaron siendo un desafío relevante para la gestión ambiental del país, tanto por su magnitud como por su distribución territorial. Las cifras indican que las fuentes difusas concentraron prácticamente la totalidad del material particulado fino emitido, alcanzando el 99 %, equivalente a 182.719,09 toneladas. En contraste, las fuentes puntuales representaron solo el 1 %, correspondiente a 2.043,75 toneladas. Esta marcada diferencia demuestra que los principales aportes de MP2,5 provienen de actividades no canalizadas a través de chimeneas o sistemas de control, estrechamente vinculadas a patrones de consumo energético, factores climáticos y prácticas culturales arraigadas, especialmente en zonas donde la calefacción residencial en base a leña continúa siendo predominante.

La distribución regional de estas emisiones permite comprender con mayor precisión la complejidad del fenómeno y orientar la toma de decisiones. La Araucanía registró el nivel más elevado, alcanzando el 29,95 %, equivalente a 54.721,53 toneladas, una cifra coherente con la fuerte dependencia de la leña como fuente de calefacción y con condiciones meteorológicas que favorecen episodios críticos de contaminación. Le siguió la región del Biobío, que aportó el 17,45 %, correspondiente a 31.888,61 toneladas, en un contexto donde convergen actividades industriales, consumo residencial de combustibles sólidos y la ocurrencia de incendios forestales. En tercer lugar se situó la región de Los Lagos, que alcanzó el 16,65 %, equivalente a 23.109,31 toneladas, reflejando patrones similares de uso energético y condiciones climáticas que potencian la presencia de material particulado fino en el aire.

Estas cifras evidencian que el problema de las fuentes difusas está profundamente relacionado con factores estructurales y territoriales que trascienden las decisiones individuales, como la disponibilidad de alternativas energéticas, el costo de los combustibles limpios, la calidad de las viviendas, la planificación urbana y la vulnerabilidad ante incendios forestales. En consecuencia, la reducción sostenida de las emisiones de MP2,5 requiere políticas integrales que contemplen la modernización de los sistemas de calefacción residencial, la expansión de energías limpias, el fortalecimiento de los instrumentos de planificación territorial y el diseño de medidas diferenciadas para cada región. Asimismo, la evidencia refuerza la importancia de los Planes de Prevención y Descontaminación Atmosférica como herramientas esenciales para abordar las realidades locales y establecer medidas destinadas a resguardar la salud de la población (Ministerio del Medio Ambiente, 2025).



1.6. REFLEXIONES



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

La contaminación del aire constituye uno de los principales desafíos ambientales y sanitarios a nivel global, afectando tanto a países industrializados como a aquellos en vías de desarrollo. Según la Organización Mundial de la Salud, el 99 % de la población mundial vive expuesta a niveles de contaminación superiores a los valores recomendados, condición que contribuye a más de seis millones de muertes prematuras cada año por enfermedades cardiovasculares, respiratorias, cáncer de pulmón y otros efectos asociados a la exposición crónica y aguda a contaminantes atmosféricos (Organización Mundial de la Salud, 2024). Este fenómeno se concentra de forma desproporcionada en países de ingresos bajos y medianos, donde las condiciones de vulnerabilidad social, climática y energética incrementan la exposición.

En respuesta, la Organización Mundial de la Salud fortaleció en 2021 sus directrices globales de calidad del aire, estableciendo valores significativamente más exigentes para contaminantes clave como el material particulado fino $MP_{2,5}$, el material particulado respirable MP_{10}, el dióxido de nitrógeno, el ozono y el monóxido de carbono. Estas actualizaciones reflejan evidencia científica que demuestra que incluso bajas concentraciones de contaminación producen efectos adversos en la salud. Al comparar estos estándares con la normativa chilena, se observa una brecha considerable, ya que el país mantiene límites permisivos que superan ampliamente los valores recomendados a nivel internacional.

Chile cuenta con un marco normativo compuesto por normas primarias orientadas a la protección de la salud humana y normas secundarias destinadas a resguardar los ecosistemas y actividades silvoagropecuarias. La Ley número 19.300 obliga al Ministerio del Medio Ambiente a revisar periódicamente estas normas, proceso que actualmente se encuentra en curso para la mayoría de los contaminantes regulados. A pesar de ello, el cumplimiento efectivo depende de la capacidad institucional para fiscalizar, monitorear y aplicar medidas correctivas. Los datos disponibles muestran que en 2024 se registró un número importante de episodios críticos de contaminación, especialmente por MP_{10} y $MP_{2,5}$, afectando con mayor severidad a ciudades como Coyhaique y Santiago.

A nivel territorial, las emisiones de material particulado fino presentan una marcada distribución desigual. Las regiones de La Araucanía, Biobío y Los Lagos concentran la mayor proporción de emisiones, asociadas principalmente a fuentes difusas vinculadas al uso de leña residencial, la baja eficiencia térmica de las viviendas y la ocurrencia de incendios forestales. Estas fuentes representan cerca del ciento por ciento de las emisiones de $MP_{2,5}$, lo que evidencia que la contaminación atmosférica en Chile tiene su origen en prácticas energéticas y características climáticas que no pueden abordarse únicamente mediante regulaciones ambientales tradicionales.

En el ámbito internacional, los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico han reducido sus emisiones de gases de efecto invernadero desde 2007, impulsados por políticas climáticas, innovaciones tecnológicas y cambios en patrones de consumo. Sin embargo, siguen existiendo importantes diferencias entre países y las emisiones agregadas se mantienen por encima de los niveles necesarios para cumplir los compromisos climáticos del año 2030. Chile se sitúa entre los países de la organización con mayores niveles de emisión relativos para contaminantes como $MP_{2,5}$, dióxido de azufre y monóxido de carbono, superando incluso a economías altamente industrializadas.

Los instrumentos de gestión ambiental implementados en Chile, como los Planes de Prevención y Descontaminación Atmosférica, la restricción vehicular, el Índice de Calidad del Aire referido a partículas y estrategias de eficiencia térmica, buscan enfrentar la contaminación mediante acciones de corto y largo plazo. Sin embargo, la persistencia de episodios críticos refleja limitaciones estructurales vinculadas al acceso a energías limpias, la calidad de las viviendas y la presencia de desigualdades territoriales en infraestructura urbana y condiciones climáticas.

El análisis del capítulo muestra que la contaminación del aire en Chile es un problema complejo, multidimensional y profundamente territorial. Las brechas entre los estándares nacionales y los valores recomendados por la Organización Mundial de la Salud revelan la necesidad de una actualización regulatoria más ambiciosa, pero también ponen en evidencia que la normativa por sí sola no puede revertir procesos estructurales arraigados. La elevada presencia de fuentes difusas de $MP_{2,5}$ asociadas a la calefacción residencial indica que la calidad del aire está vinculada a condiciones socioeconómicas, disponibilidad energética y acceso a tecnologías limpias, lo que exige políticas integrales que articulen vivienda, energía, urbanismo, transporte y desarrollo social.

Asimismo, la dimensión territorial del problema refuerza la importancia de un enfoque de justicia ambiental. Las regiones centro sur soportan la mayor carga de contaminación por razones que exceden las decisiones individuales: costos de combustibles, aislamiento térmico deficiente, viviendas antiguas, climas más fríos y escasa disponibilidad de alternativas energéticas. Esto obliga a redefinir la política de calidad del aire desde una perspectiva de equidad territorial, abordando desigualdades estructurales que perpetúan la exposición diferencial entre regiones.

Finalmente, el proceso de revisión normativa previsto en la Ley número 19.300 constituye una oportunidad para alinear los estándares nacionales con las recomendaciones internacionales. No obstante, este proceso debe acompañarse de una estrategia estatal robusta que incluya incentivos, financiamiento, fiscalización y gobernanza multinivel, de modo que la calidad del aire sea tratada como una política pública intersectorial, coherente con los desafíos sanitarios, climáticos y territoriales que enfrenta el país.

1.7. BIBLIOGRAFÍA

- California Air Resources Board. (2021). Inhalable Particulate Matter and Health (PM2.5 and PM10). Recuperado 11 de noviembre de 2022, de https://ww2.arb.ca.gov/es/resources/inhalable-particulate-matter-and-health

- Chen, J. C. & Hoek, G. H. (2020, octubre). Long-term exposure to PM and all-cause and cause-specific mortality: A systematic review and meta-analysis (Volume 143). ScienceDirect. Recuperado de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412020319292

- Decreto N°8. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 15 de noviembre de 2015.

- Decreto N° 12. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 4 de junio de 2022.

- Decreto N° 22. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 16 de abril de 2010.

- Decreto N° 40. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 23 de septiembre de 2024.

- Decreto N°104. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 16 de marzo de 2019.

- Decreto N°112. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 6 de marzo de 2002.

- Decreto N°114. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 6 de marzo de 2003.

- Decreto N°115. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 10 de septiembre de 2002.

- Decreto Exento N°4. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 26 de mayo de 1992.

- Departamento de Redes, Ministerio del Medio Ambiente & División de Calidad del Aire. (2024). REPORTE EVOLUCIÓN DE EPISODIOS CRÍTICOS PARA MP10. Recuperado 8 de noviembre de 2024, de https://airechile.mma.gob.cl/download/Reporte-Mensual-MP10-Julio-2025.pdf

- Environmental Justice Atlas (EJATLAS). (2020). Ventanas Industrial Complex, Chile. Recuperado de https://ejatlas.org/conflict/ventanas-industrial-complex-chile

- Enviromodeling Ltda. (2019, abril). Antecedentes técnicos medidas de descontaminación para material particulado respirable Copiapó y Tierra Amarilla. Subsecretaría del Medio Ambiente. Recuperado de http://catalogador.mma.gob.cl:8080/geonetwork/srv/spa/resources.get?uuid=b1746244-c84b-4b62-b3fb-d5f7348e6906&fname=Informe%20Final_Ant%20Tecnicos%20Descontaminaci%C3%B3n%20Coppo_TAMA.pdf&access=public

- Environment and Climate Change Canada. (2021). INTERNATIONAL COMPARISON: AIR POLLUTANT EMISSIONS IN SELECTED COUNTRIES. Recuperado 8 de noviembre de 2022, de https://www.canada.ca/content/dam/eccc/documents/pdf/cesindicators/international-comparison-ape/2021/international-comparison-air-pollutant-emissions-en.pdf

- Gob.cl. (2022). Se Aprueba Y Publica La Estrategia Nacional De Electromovilidad. https://www.gob.cl/noticias/se-aprueba-y-publica-la-estrategia-nacional-de-electromovilidad/

- Ley N° 19.300. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 09 de marzo de 1994.

- Ministerio de Energía. (2020a, julio). Estrategia de Transición Energética Residencial. Ministerio de Energía. Ministerio de Energía, Gobierno de Chile. Recuperado de https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/estrategia_de_transicion_energetica_residencial13082020.pdf

- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2017, mayo). Informe del inventario nacional de gases de efecto invernadero de Chile, serie 1990- 2013. Ministerio del Medio Ambiente. Ministerio del Medio Ambiente. Recuperado de https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/2016_iin_cl.pdf

- Ministerio del Medio Ambiente. (2022). Informe Consolidado de Emisiones y Transferencias de Contaminantes. Recuperado de https://retc.mma.gob.cl/reporte-consolidado-del-retc/

- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2022). Planes de prevención y/o descontaminación atmosférica (PPDA). Recuperado 12 de octubre de 2025, de https://ppda.mma.gob.cl/

- Ministerio del Medio Ambiente. (s. f.-a). Conceptos de calidad del aire – PPDA. Recuperado 8 de noviembre de 2024, de https://ppda.mma.gob.cl/conceptos-de-calidad-del-aire/

- Ministerio del Medio Ambiente. (s. f.-b). Emisiones al aire. Recuperado 5 de noviembre de 2024, de https://retc.mma.gob.cl/indicadores/emisiones-al-aire/

- Ministerio del Medio Ambiente. (s. f.-c). Redes de monitoreo en línea - Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire.2024, de https://sinca.mma.gob.cl/index.php/redes

- Ministerio del Medio Ambiente. (2024, septiembre). EVOLUCIÓN DE EPISODIOS CRÍTICOS PARA MP2,5. Aire Chile. División de Calidad del Aire. Recuperado de https://retc.mma.gob.cl/reporte-consolidado-del-retc/

- Ministerio del Medio Ambiente. (s. f.-d). Representatividad de las estaciones. Recuperado de https://sinca.mma.gob.cl/index.php/pagina/index/id/representatividad

- Ministerio del Medio Ambiente. (s. f.-e). Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire. Recuperado de https://sinca.mma.gob.cl/index.php/estadisticas

- National Center for Biotechnology Information. (2022). PubChem Compound Summary for CID 1119, Sulfur Dioxide. National Library of Medicine National.

- OMS. (2021). WHO global air quality guidelines (ISBN 9789240034228). OMS. Autor. Recuperado de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Organización Mundial de la Salud. (2018). Arsénico. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/arsenic

- Organización Mundial de la Salud. (2021). Who global air quality guidelines. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Organización Mundial de la Salud. (2024).WHO Ambient Air Quality Database https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health

- Pascala, M. P., Falqa, G. F., Wagnera, V. W., Chatignouxb, E. C., Corsoa, M. C., Blancharda, M. B., . . . Larrieua, S. L. (S.F.). *Short-term impacts of particulate matter (PM10, PM10–2.5, PM2.5) on mortality in nine French cities*. Elsevier. Recuperado de https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1352231014004762

- Ramírez, H. R. R. (2022, marzo). Estado en que se encuentran las normas de calidad y emisión para contaminantes aéreos y respirables al 11 de marzo de 2022. *Fundación Terram*. Recuperado de https://labahiaonline.cl/wp-content/uploads/2022/03/FINAL-Minuta-Situacio%CC%81n-Normativas-de-Calidad-y-Emiso%CC%81n-Aire-Marzo2022.pdf

- Resolución 33 Exenta. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 23 de mayo de 2022.
- Ley N°19.300 Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 9 de marzo de 1994.
- Resolución Exenta N° 208, Diario Oficial de la República de Chile, Santiago de Chile, 4 de marzo de 2022.
- Resolución Exenta N° 1134, Diario Oficial de la República de Chile, Santiago de Chile, 19 de octubre de 2019.
- Salud sin daño. (2024). Guías actualizadas de la OMS sobre la calidad del aire y sus implicancias para los países latinoamericanos. https://lac.saludsindanio.org/media/4546/download?inline=1M
- Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). (2021a, agosto). INFORME DEL ESTADO DE AVANCE DE LAS MEDIDAS E INTRUMENTOS DEL PLAN AÑO 2020. Superintendencia del Medio Ambiente. División de Fiscalización y Conformidad Ambiental. Recuperado de https://transparencia.sma.gob.cl/doc/resoluciones/PPDA/InformeAvance/2020/InformeEstadoAvancePDACQP2020.pdf
- Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). (2021b, marzo). INFORME TÉCNICO CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE POR MP10, PLOMO Y SO2. Gobierno de Chile. Recuperado de https://snifa.sma.gob.cl/General/Descargar/1104258150
- Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). (2022, agosto). INFORME DEL ESTADO DE AVANCE DE LAS MEDIDAS E INSTRUMENTOS DEL PLAN AÑO 2021. PLAN DE DESCONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA PARA LA CIUDAD DE COYHAIQUE Y SU ZONA CIRCUNDANTE. Aire Coyhaique. División de Fiscalización y Conformidad Ambiental. Recuperado de https://airecoyhaique.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/08/Informe_Estado_de_Avance_PDA_Coyhaique_2021.pdf
- The College of Emergency Medicine, Royal College General Practitioners & Gas Safe. (2013). Diagnosing Poisoning: Carbon Monoxide (CO). Public Health Englan. Recuperado de https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/485581/CO_diagnosis_algorithm_2015.pdf

- The National Institute of Statistics and Economic Studies. (s. f.). Definition - PM10 and PM2.5 particles. Recuperado 10 de noviembre de 2022, de https://www.insee.fr/en/metadonnees/definition/c2196

- Turner, M. C., Jerrett, M., Pope, C. A., Krewski, D., Gapstur, S. M., Diver, W. R., . . . Burnett, R. T. (2016). Long-Term Ozone Exposure and Mortality in a Large Prospective Study. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 193(10), 1134-1142. https://doi.org/10.1164/rccm.201508-1633oc

- Unión Europea. (2022). Greenhouse gas emissions falling in most source sectors. R https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/-/ddn-20220823-1

- U.S. Environmental Protection Agency. (2022a). Sulfur Dioxide Basics. U.S. Environmental Protection Agency. Recuperado de https://www.epa.gov/so2-pollution/sulfur-dioxide-basics

- U.S. Environmental Protection Agency. (2022b, junio 24). Effects of Acid Rain. Recuperado de https://www.epa.gov/acidrain/effects-acid-rain

- U.S. Environmental Protection Agency. (2022c, julio 18). Particulate Matter (PM) Basics. Recuperado https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics

- U.S. Environmental Protection Agency. (2022d, julio 25). What is Ozone? Recuperado 1de https://www.epa.gov/ozone-pollution-and-your-patients-health/what-ozone

- U.S. Environmental Protection Agency. (2022f, agosto 2). Basic Information about Carbon Monoxide (CO) Outdoor Air Pollution. Recuperado de https://www.epa.gov/co-pollution/basic-information-about-carbon-monoxide-co-outdoor-air-pollution

- U.S. Environmental Protection Agency. (2022g, agosto 2). Basic Information about NO2. Recuperado de https://www.epa.gov/no2-pollution/basic-information-about-no2

- Wang, Y., Ali, M. A., Bilal, M., Qiu, Z., Mhawish, A., Almazroui, M., . . . Haque, M. N. (2021). Identification of NO2 and SO2 Pollution Hotspots and Sources in Jiangsu Province of China. Remote Sensing, 13(18), 3742. https://doi.org/10.3390/rs13183742

- Wolters Kluwer. (s. f.). Short-term Exposure to Ozone and Mortality in Subjects With and W. . .: Ingenta Connect. Recuperado de https://www.ingentaconnect.com/content/wk/ede/2016/00000027/00000005/art00014

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

InformePaís2025

ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE

Y DEL PATRIMONIO NATURAL



aguas continentales

SEGUNDA PARTE CAPÍTULO II

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

SEGUNDA PARTE
CAPÍTULO IV.
BIODIVERSIDAD



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

Autores:
Cesar Morales (1)
Reinaldo Ruiz (2)

Edición:
Héctor Anabalón Zurita (3)
Ángela María Larenas Libreros (4)

(1) Investigador, Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.
(2) Investigador, Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.
(3) Secretario ejecutivo e investigador, Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.
(4) Estudiante de Administración Pública, Semillerista Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.

INTRODUCCIÓN



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

PANORAMA MUNDIAL

La demanda por agua dulce viene creciendo sostenidamente desde inicios de la década de los 60, a una tasa cercana al 1 % anual. Los factores que explican este dinamismo son principalmente los cambios demográficos (crecimiento y cambios de composición de la población), el desarrollo económico y social que inciden significativamente en el crecimiento urbano y en cambios en los patrones de consumo.
La población mundial actual está estimada en 8.200 millones de habitantes y que de acuerdo las proyecciones de las organizaciones internacionales especializadas, superará los 10.000 millones a fines del presente siglo. Juntamente con lo anterior ocurren cambios demográficos relevantes que se expresan en el envejecimiento de una parte importante de la población, en especial en los países desarrollados y en un crecimiento similar de los sectores más jóvenes de la población de los países en desarrollo, en particular de África.

Los progresos en términos de crecimiento económico y desarrollo social inciden fuertemente en el acelerado aumento de los conglomerados urbanos en todo el mundo, lo cual conlleva un crecimiento de la demanda por alimentos, a cambios en las dietas – mayor demanda por proteínas animales por un lado, y a alimentos más sanos y nutritivos por otro. A ello se suma el crecimiento de la demanda por agua potable y saneamiento.

EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA MUNDIAL DE AGUA DULCE

Desde los años sesenta, la demanda global por agua dulce ha mantenido un crecimiento sostenido, registrando una tasa cercana al 1% anual. Este fenómeno responde a una serie de factores interrelacionados que explican el dinamismo observado en el consumo de este recurso esencial.
Factores demográficos

El crecimiento de la población mundial y los cambios en su composición han sido determinantes en el aumento de la demanda de agua dulce. Actualmente, la población global se estima en aproximadamente 8.200 millones de habitantes. Las proyecciones realizadas por organizaciones internacionales especializadas indican que esta cifra superará los 10.000 millones hacia finales del presente siglo.
Junto con el aumento en el número total de habitantes, se observan cambios demográficos significativos. Por un lado, existe un envejecimiento notable en la población de los países desarrollados; por otro, los países en desarrollo, especialmente en África, experimentan un crecimiento acelerado en la proporción de población joven.

CRECIMIENTO ECONÓMICO Y DESARROLLO SOCIAL

Los avances en materia económica y social han tenido un impacto directo en la expansión de los conglomerados urbanos a nivel mundial. Este desarrollo urbano acelerado no solo implica una mayor concentración de personas en las ciudades, sino también un incremento en la demanda de alimentos y una transformación de los patrones de consumo.

Entre los cambios más relevantes en las dietas se encuentra una mayor demanda por proteínas animales y la búsqueda de alimentos más saludables y nutritivos. Estos factores contribuyen a elevar la presión sobre los recursos hídricos, ya que la producción de alimentos y el abastecimiento urbano requieren mayores volúmenes de agua.

NUEVAS NECESIDADES DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

El proceso de urbanización y el crecimiento demográfico han generado también un aumento considerable en la demanda por agua potable y servicios de saneamiento. Esta tendencia refleja tanto la necesidad de satisfacer las exigencias básicas de una población en constante expansión, como el reto de garantizar el acceso a agua segura y a condiciones adecuadas de higiene en todo el mundo.

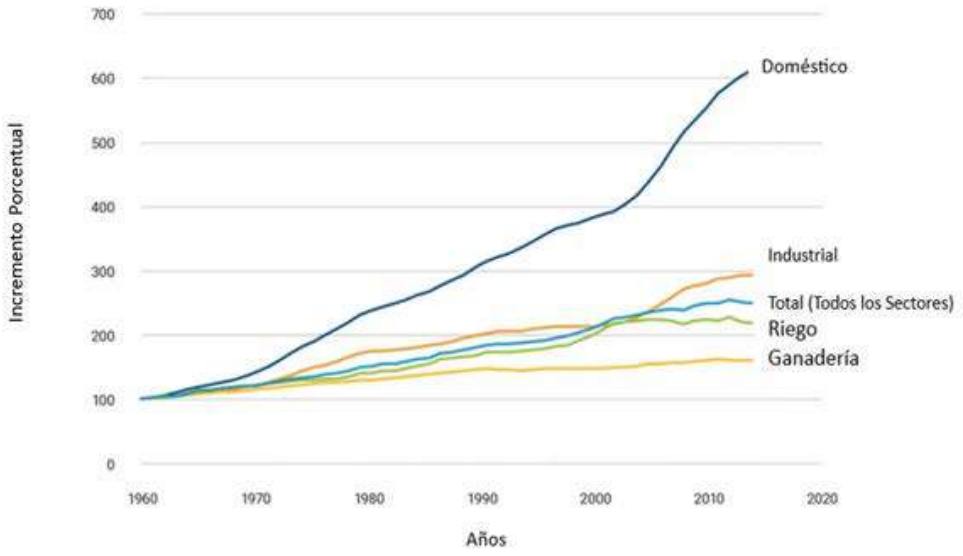
Es síntesis, es necesario producir más y mejores alimentos con menos tierras disponibles a causa de los procesos de desertificación, degradación de las tierras y sequías incrementadas por el Cambio Climático, con la misma o menor disponibilidad de agua debido entre otros factores, a los procesos de contaminación. También será necesario atender las nuevas demandas por agua para consumo humano y saneamiento para una población adicional de cerca de 2.000 millones más de habitantes. A este cuadro se agregan también las nuevas demandas de agua para los sectores industrial y minero entre otros.

Dado lo antes descrito, es necesario abordar este crucial desafío para la humanidad implementando medidas para cuidar este recurso - el agua que es finito y no tiene sustitutos. No es de extrañar entonces que este tema sea uno de los prioritarios de la agenda nacional e internacional, tanto pública como privada.
La llamada Agenda 2030 suscrita ante Naciones Unidas por todos los miembros, incluye 17 objetivos para el desarrollo sostenible (los ODS) y un conjunto de metas e indicadores asociados. Uno de esos objetivos, el ODS 6, está dedicado al agua.

En un reciente informe sobre riesgos, planetarios el Foro Económico Mundial, identifica a las crisis hídricas como el mayor riesgo mundial en términos de impacto potencial y al aumento de la población mundial, la mejora del nivel de vida, los cambios en los patrones de consumo y la expansión de la agricultura de riego como las principales fuerzas impulsoras del aumento de la demanda mundial de agua.

El gráfico a continuación muestra el crecimiento de las extracciones de agua para los distintos usos. Como se puede ver, el total de extracciones crecieron sobre el 200%, ligeramente por sobre los usos destinados al riego, en tanto que las destinadas para usos domésticos, lo hicieron en más del 600%.

Gráfico 1. Aumento de las extracciones de agua por sectores, 1960 – 2020 (porcentajes de crecimiento)

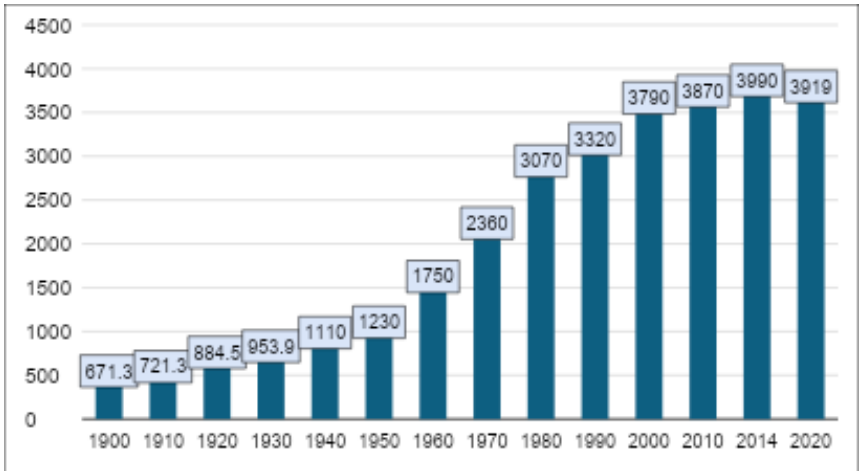


Fuente: Otto y Schleifer, 2020 y World Resources Institute. The future of water resilience: Mobilizing multistakeholder action. March 27, 2025

En términos de volúmenes los últimos datos disponibles dan cuenta de la situación de aguas extraídas a nivel mundial. Las cifras indican que desde inicios del siglo pasado hasta el año 2021 del presente siglo, último año para el que se dispone de información, las extracciones de agua dulce crecieron en más de 580 veces. casi desde el año 1901 hasta el 2021, último año para el cual se dispone de información, del presente siglo entre los años 1901 y 2021, tal como se puede ver en el gráfico 2 a continuación. Las caídas que se aprecian para los años 2018 y 2020, coinciden con eventos de sequías severas que afectaron a varias regiones del mundo.

Del total global de las extracciones a nivel mundial, se puede ver que China y los Estados Unidos son los principales países, en tanto que América Latina y el Caribe responden por 9,1% el 2014 al 9,6% el 2021. La diferencia de estos de estos porcientos corresponde a 23 millones de metros cúbicos.

Gráfico 2. Mundo. Extracciones totales de agua dulce. Miles de Millones de m3 por año



Fuente: Elaboración propia con información del B. Mundial y Aquastat de FAO

Cuadro 1 Participación porcentual de principales grupos de países y países en las extracciones totales de agua dulce

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
China	15,5	15,4	15,6	15,3	15,2	15	14,7	14,7
Unión Europea	5,3	5,2	4,9	4,9	4,9	4,7	4,8	4,8
América Latina y el Caribe	9,1	9,2	9,3	9,3	9,4	9,4	9,6	9,6
África al Sur del Sahara	3,2	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,4	3,4
El Mundo Árabe	5,4	5,3	5,4	5,9	5,7	6,2	6	6
EE. UU.	11,5	11,6	11,5	11,4	11,4	11,3	11,5	11,5
Resto de países	50	50	50	50	50	50	50	50
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia sobre información del Banco Mundial y Aquastat de FAO

En cuanto a la participación por sectores, la información disponible indica que a nivel mundial la agricultura concentra aproximadamente el 70 % del total de las extracciones de agua dulce, los usos industriales alrededor del 20% del total y el consumo doméstico contribuye con aproximadamente el 10 % restante.

Es importante también destacar que casi la mitad de la población mundial, esto es unos 4 mil millones de personas, experimentan una grave escasez de agua durante al menos un mes al año. Aproximadamente la mitad de ellas viven en la India y China. Se estima también que alrededor de 500 millones de personas en el mundo se enfrentan a una grave escasez de agua durante todo el año.

Adicionalmente se estima que una cuarta parte de la población mundial enfrenta niveles de estrés hídrico extremadamente altos y utiliza más del 80 % de su suministro renovable anual de agua dulce.

En cuanto a la calidad del agua para consumo humano, esta es deficiente en los países de menores ingresos , lo cual se debe principalmente a los bajos niveles de tratamiento de las aguas residuales, en cuanto que en los países de mayores ingresos, la mala calidad del agua se debe principalmente al uso intensivo de fertilizantes, en especial los nitrogenados y fosforados, así como también la sobre utilización de pesticidas.

Entre los contaminantes emergentes más preocupantes están también los agroquímicos con alto contenido de potasio y también sustancias per- y polifluoroalquiladas (PFAS), diversos productos farmacéuticos, hormonas y antibióticos estos últimos utilizados para la producción intensiva de ganado para carne, leche, aves, cerdos y peces, así como también sustancias químicas industriales, detergentes, cianotoxinas y nanomateriales y otros. Cabe agregar también para un número importante de casos, el deficiente o inexistente tratado de las aguas residuales resultantes del consumo humano y el saneamiento.

No puede dejar de mencionarse la intensificación de los impactos derivados del Cambio Climático tales como los incrementos inéditos de temperaturas y las marcadas alteraciones en el régimen de precipitaciones, lo que puede incidir significativamente sobre la disponibilidad de agua, sea por el aumento de la evapotranspiración, la destrucción de infraestructura, los incendios forestales, la alteración de los patrones de producción de la agricultura y ganadería.

En las décadas recientes se ha intensificado la escasez de agua dulce, hasta llegar a convertirse en una seria amenaza para el desarrollo sostenible de la sociedad humana. En un reciente informe sobre riesgos, planetarios el Foro Económico Mundial, identifica a las crisis hídricas como el mayor riesgo mundial en términos de impacto potencial y al aumento de la población mundial, la mejora del nivel de vida, los cambios en los patrones de consumo y la expansión de la agricultura de riego como las principales fuerzas impulsoras del aumento de la demanda mundial de agua.

No obstante lo anterior, a nivel mundial se dispone de suficiente agua dulce para satisfacer dicha demanda, pero las variaciones espaciales y temporales de la demanda y disponibilidad de agua, son muy pronunciadas provocando escasez de agua en varias partes del mundo durante épocas específicas del año. De acuerdo con y a nivel global, la escasez de agua es consecuencia de desajuste geográfico y Diversos estudios han evaluado la escasez mundial de agua en términos físicos con una alta resolución espacial en una escala temporal anual. Entre ellos se puede destacar el estudio clásico de Mesfin M. Mekonnen y Arjen Y. Hoeskstra, Four billion people facing severe water scarcity.

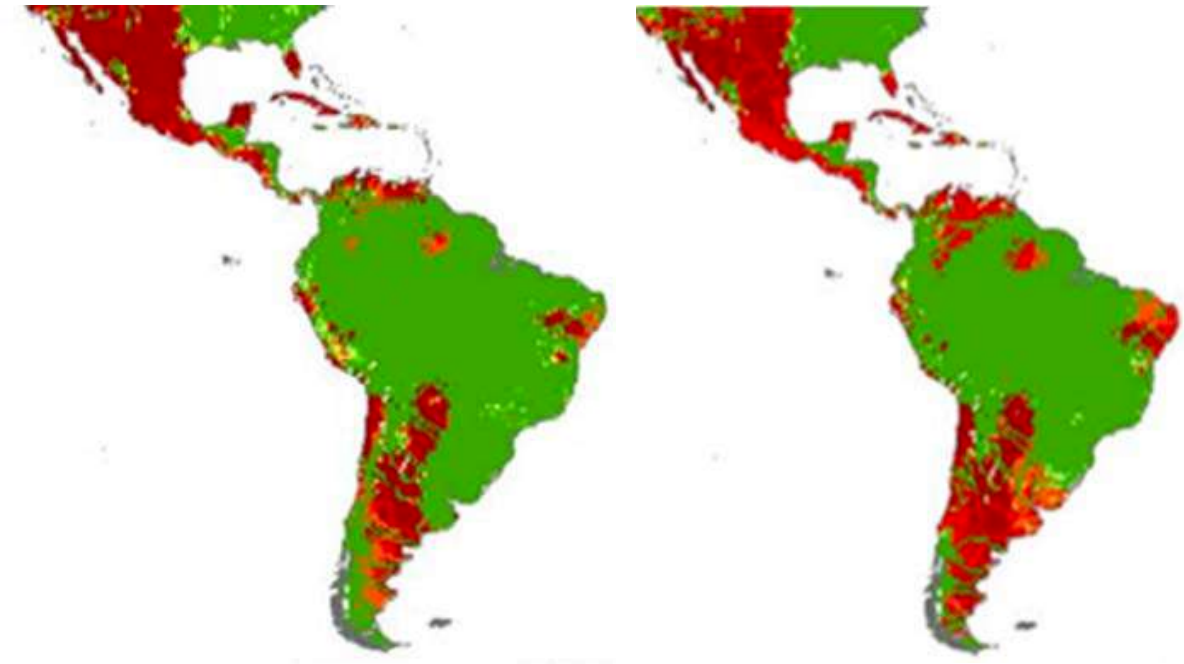
Cuadro 2 Temporalidad de la escasez de agua a nivel mundial

No. De Meses por año	Mil Millones de personas afectadas por escasez baja, moderada, significativa y grave				Miles de Millones de personas enfrentan una	
	Baja	Moderada	Significativa	Grave	moderada o significativa escasez de agua durante ***n*** meses al año	severa escasez de agua al menos durante ***n*** meses al año
0	0,54	4,98	5,22	2,07	6,04	6,04
1	0,12	0,81	0,66	31	426	397
2	0,12	0,19	13	37	395	366
3	0,12	0,05	3	37	355	328
4	33	1	1	59	315	291
5	3	0	0	55	256	232
6	33	0	0	27	209	178
7	47	0	0	21	176	15
8	59	0	0	29	146	13
9	4	0	0	3	113	101
10	4	0	0	12	78	71
11	3	0	0	9	66	59
12		0	0	5	54	5
TOTAL	604	604	604	604		

Fuente: Mesfin M. Mekonnen y Arjen Y Hoesktra. En Four million people facing severe water scarcity

La figura que sigue a continuación ilustra acerca de la estacionalidad en la disponibilidad de agua que se observada por períodos trimestrales en América Latina y Caribe.

Figura 1 América Latina, el Caribe y México. Periodos trimestrales, en los que la escasez extrema de agua



Fuente: Mesfin M. Mekonnen y Arjen Y Hoesktra. En Four million people facing severe water scarcity

Como se puede ver en la figura y cabe de esperar, Chile es severamente afectado en la temporada Enero – Febrero y Marzo, al igual que llamado Corredor Seco" de Centroamérica y la mayor parte de México, así como buna parte de Venezuela y el Nordeste de Brasil. En el Caribe en tanto, se aprecia una situación parecida para Cuba, República Dominicana y Haití.

En las temporadas que van de julio a diciembre, parte importante de la pampa argentina, Perú y Ecuador experimentan una fuerte escasez de agua afectando una cantidad importante de personas, tal como se puede ver en el cuadro que antecede a estos gráficos.

PANORAMA NACIONAL

Principales cambios en el marco jurídico-legal. Reformas al Código de Aguas: un proceso de tres décadas.
El consenso sobre la necesidad de reformar el Código de Aguas de 1981 responde a su carácter liberal y a que dificultaba el acceso y disponibilidad del agua. El Código anterior regulaba los derechos de uso de aguas sin establecer prioridades, funciones específicas ni considerar el cambio climático, lo que agravó la brecha entre oferta y demanda. Tras el retorno a la democracia en 1990, hubo dos intentos de modificar este código, que permaneció vigente hasta abril de 2022 con cambios menores.

PRIMER INTENTO DE REFORMA AL CÓDIGO DE AGUAS (1991–2005)

La primera iniciativa para modificar el Código de Aguas de 1981 se originó durante el Gobierno del Presidente Patricio Aylwin, cuando en 1991 se presentó un proyecto de ley destinado a reformar dicho cuerpo legal. Este proyecto enfrenta un extenso proceso legislativo, prolongandose durante catorce años en el Congreso Nacional. Finalmente, fue aprobada como Ley de la República hacia el final del mandato del Presidente Ricardo Lagos, en 2005, aunque los cambios introducidos fueron considerados menores.

Durante la tramitación parlamentaria, se discutió la posibilidad de establecer una tarifa por el uso del agua, recurso que, de acuerdo con el artículo 5° del propio Código y las disposiciones del Código Civil de 1855, es definido como un Bien Nacional de Uso Público. Sin embargo, la reforma aprobada optó por una alternativa inédita: la creación de la "patente por no uso", que representa una forma innovadora de cobrar a quienes no utilizan un recurso que pertenece a toda la nación y que había sido otorgado de manera gratuita y a perpetuidad tanto a personas naturales como jurídicas.

Adicionalmente, la reforma logró incorporar la protección de un caudal ecológico para las cuencas hidrográficas. No obstante, no se especificó el modo de aplicación de esta disposición, considerando que las 103 cuencas existentes en Chile presentan una notable heterogeneidad. Por esta razón, la determinación del caudal ecológico adecuado debía realizarse individualmente para cada uno de los cientos de ríos presentes en el país.

PROCESO DE REFORMA DEL CÓDIGO DE AGUAS: PROMULGACIÓN DE LA LEY N° 21.435

El proceso que culminó con la promulgación de la reforma al Código de Aguas en 2022 se inició como una moción parlamentaria en el año 2011. Dicha moción fue presentada por una bancada transversal compuesta por dos diputadas y ocho diputados, agrupando representantes desde el Partido Comunista hasta el Partido Unión Demócrata Independiente (UDI). La iniciativa, sin embargo, no contó con patrocinio presidencial en sus primeras etapas, lo que generó que las modificaciones más sustantivas fueran declaradas inadmisibles y, como resultado, el avance legislativo fue escaso.

Con el inicio del segundo mandato de la Presidenta Michelle Bachelet, el proyecto fue retirado por el Gobierno y reingresado al Congreso Nacional en 2014, esta vez como una iniciativa presidencial a través de una indicación sustitutiva. Así, el proyecto retomó fuerza en la discusión parlamentaria y, tras once años de tramitación, fue finalmente aprobado por el Congreso.

La reforma fue promulgada el 25 de marzo de 2022 por el recién asumido Gobierno del Presidente Gabriel Boric y publicada el 26 de abril del mismo año como Ley de la República bajo el número 21.435. Este hito representa el resultado de un proceso de debate parlamentario que se extendió por tres décadas y abarcó ocho períodos presidenciales, logrando por fin una modificación significativa al Código de Aguas de 1981.

Los cambios más importantes se concentraron en modificar el Artículo 5, que en su versión original establecía que "*Las aguas son bienes nacionales de uso público y se otorga a los particulares el derecho de aprovechamiento de ellas, en conformidad a las disposiciones del presente código"* Más adelante el mismo Código señalaba que los derechos de aprovechamiento de agua (DAA) se constituían como un derecho real, los cuales quedaban protegidos por el derecho de propiedad establecido en un artículo de la Constitución Política de la República. Como lo han señalado numerosos estudios de constituciones comparadas, este respaldo constitucional sobre la propiedad de los DAA no tiene precedente en ninguna Constitución del mundo, y ha sido el principal obstáculo para disponer de una mejor regulación por parte del Estado que debiese actuar como legítimo representante en la gestión y control de un recurso que le pertenece a toda la nación.

A diferencia del anterior, el nuevo Artículo 5° del Código establece de manera taxativa que *"Las aguas, en cualquiera de sus estados, son bienes nacionales de uso público. En consecuencia, su dominio y uso pertenece a todos los habitantes de la nación."* Junto con especificar el dominio del agua, se señala que "*En función del interés público se constituirán DAA los que podrán ser limitados en su ejercicio, de acuerdo con este Código."* Al mismo tiempo, define al interés público como *"las acciones que ejecute la autoridad para resguardar el consumo humano y el saneamiento, la preservación ecosistémica, la disponibilidad de las aguas, la sustentabilidad acuífera y, en general, aquellas destinadas a promover un equilibrio entre eficiencia y seguridad en los usos productivos de las aguas",* con lo cual se describen, por primera vez de manera explícita, las múltiples funciones del agua. Adicionalmente establece que siempre prevalecerá el uso para el consumo humano, el uso doméstico de subsistencia y el saneamiento, tanto en el otorgamiento como en la limitación al ejercicio de los derechos de aprovechamiento.

Sobre las funciones de preservación ecosistémica y productiva que cumplen las aguas, le impone a la autoridad, específicamente a la Dirección General de Aguas, la obligación de velar siempre por la armonía entre ambas funciones, además de cumplir y hacer cumplir las disposiciones contenidas en el Código.
En función del interés público, consagra limitaciones y restricciones al ejercicio de los DAA. Para cumplir esta norma, los DAA dejan de ser perpetuos, posibilitando la extinción y la caducidad de derechos, tanto antiguos como nuevos. Se explicita que el DAA nace de una concesión y que los nuevos derechos otorgados serán temporales, reemplazando el concepto anterior en que se otorgaban a perpetuidad. Durarán 30 años y serán prorrogables. La norma que establece que los derechos antiguos seguirán siendo indefinidos es un artículo transitorio, sujeto a eventuales cambios constitucionales.

En el caso de los territorios indígenas, el Estado deberá velar por la integridad entre tierra y agua, y proteger las aguas existentes para beneficio de las comunidades indígenas.

Para asegurar el consumo humano, el saneamiento y los usos domésticos de subsistencia el Estado podrá constituir reservas de aguas disponibles, pudiendo, para ello denegar solicitudes de DAA. También se han establecido normas especiales que favorecen a los Servicios de Agua Potable Rural (ex APR) como, por ejemplo, realizar extracciones por un caudal no superior a 12 l/s, mientras tramita sus derechos de aguas y así asegurar el abastecimiento para sus usuarios. Se establece que las asociaciones de canalistas que abastezcan a empresas sanitarias y APR deberán adoptar las medidas necesarias para que APR y sanitarias reciban el caudal que garantice el consumo humano y los usos domésticos de subsistencia.

Prohíbe exploraciones y extracciones de aguas en espacios protegidos, tales como glaciares, áreas declaradas bajo protección de la biodiversidad, acuíferos que alimenten humedales y pajonales de la macrozona norte, ecosistemas amenazados o degradados y en zonas de turberas en regiones de Aysén y de Magallanes, entre otros

Una de las innovaciones ambientalistas que introduce el nuevo Código es crear un nuevo tipo de derechos de aguas de aprovechamiento "in situ" o aprovechamiento que no requiere de la extracción de las aguas, tanto para fines de conservación ambiental, como para el desarrollo de un proyecto de turismo sustentable, recreacional o deportivo.

El nuevo Código también establece normas y obligaciones que fomentan la gestión eficiente de las aguas en la explotación, en el cuidado del ciclo hidrológico y en los ecosistemas que interactúan con el agua. Para proteger un acuífero o fuente superficial, la DGA podrá limitar el uso o suspender DAA.

Se consagra el principio de "si no lo usas lo pierdes" (en inglés: use it or loose it) posibilitando la extinción de derechos que no se aprovechan total o parcialmente, para que puedan decretarse reservas o para que vuelvan a la sociedad como bienes nacionales de uso público. El usuario que ejecuta obras de aprovechamiento elimina el riesgo de extinción o caducidad.

Se duplica incrementalmente (cada 4 años) el monto de la sanción de pago de patentes por no aprovechamiento de las aguas; parcialmente si su titular no hace uso efectivo del recurso.

Todos los derechos deberán inscribirse para evitar su caducidad. El foco es mejorar y hacer más transparente la información y así mejorar la gestión del agua. Los especuladores que eluden inscribir sus derechos para no pagar patentes serán sancionados con la caducidad.

Están exentos de la causal de caducidad los DAA de los APR, las comunidades agrícolas, los propietarios de áreas protegidas que no utilicen los DAA con el objeto de mantener la función de preservación ecosistémica en dichas áreas; los indígenas o comunidades indígenas; y aquellos registrados en el Catastro Público de Aguas.

Se regula los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en cuencas, para propiciar la seguridad hídrica frente al Cambio Climático. Estos planes deberán considerar, a lo menos, los siguientes aspectos:

1. La modelación hidrológica e hidrogeológica de la cuenca.
2. Un balance hídrico que debe identificar los derechos constituidos, usos susceptibles de regularización; disponibilidad para la constitución de nuevos derechos y caudal susceptible de destinarse a fines no extractivos.
3. La recuperación de acuíferos cuya sustentabilidad esté afectada.

La elaboración de un Plan Estratégico tiene como propósito hacer frente a las necesidades futuras de recursos hídricos con preferencia en el consumo humano. La evaluación por cuenca permitirá implementar/innovar con fuentes alternas para el aprovechamiento y reutilización de aguas, con énfasis en soluciones basadas en la naturaleza. (Desalinización, reúso de aguas grises y servidas, recarga artificial de acuíferos, cosecha de aguas lluvias, etc.)

La evaluación incluirá, entre otros, la identificación de potenciales impactos ambientales y sociales y las proyecciones de demanda para consumo humano a diez años. Adicionalmente, deberá contener un programa para ampliar y modernizar las redes de monitoreo fluviométrica, meteorológicas, sedimento métricas, de calidad de las aguas, de niveles de pozos, embalses, lagos, glaciares y otros.

Finalmente, el código establece la creación de un Fondo para la Investigación, Innovación y Educación en Recursos Hídricos cuyo financiamiento deberá ser provisto en la ley de presupuestos de cada año.

Desde la entrada en vigor en abril del 2022, el nuevo Código ha sido modificado para ajustar los tiempos de implementación de algunas de las medidas exigidas. Entre otras, se aumentó el plazo para inscribir los DAA en el Registro de Propiedad de Aguas (RPA) del Conservador de Bienes Raíces (CBR) y en el Catastro Público de Aguas que se registra en la Dirección General de Aguas. También se agregó la autorización a los CBR, bajo ciertas circunstancias, a efectuar inscripciones individuales de DAA en el RPA en favor de aquellos titulares que no las posean, a partir de las inscripciones constitutivas de aquellas organizaciones de usuarios de aguas, constituidas judicial o extrajudicialmente. Se aumenta de 1 a 3 años el plazo para conformar las comunidades de usuarios de aguas subterráneas en las áreas de restricción o zonas de prohibición declaradas antes de la publicación del nuevo Código.

Del análisis anterior, se observa que implementar todos los cambios que establece el nuevo Código requerirá de un gran esfuerzo y voluntad de todas las partes involucradas, tanto de las propias instituciones del Estado así como de las organizaciones de usuarios y especialmente de los sectores productivos que son los principales usuarios y que mantienen un significativo porcentaje de los derechos de aprovechamiento y sobre todo de los caudales otorgados

MARCO LEGAL DE LA DESALACIÓN EN CHILE, SEIS AÑOS DE DEBATE PARLAMENTARIO

Desde hace seis años, la Comisión de Recursos Hídricos, Sequía y Desertificación del Senado ha estado tramitando un proyecto de ley cuyo objetivo principal es regular, normar y fiscalizar el proceso de desalación en Chile y autorizar a la institución pública que estará a cargo. El proyecto original, que tenía una extensa fundamentación política, económica, científica, ambiental y social, fue presentado e ingresado al Senado el 25 de Enero del 2018 y tenía sólo tres artículos. El primero, establecía que el agua desalada constituía un bien nacional de uso público; el segundo, que existiría una Estrategia Nacional de Desalinización cuyo objetivo era normar, orientar y establecer las prioridades de uso de las plantas desaladoras y el tercer artículo modificaba la ley sobre las concesiones marítimas.

Aunque logró avanzar en varios aspectos, la tramitación fue interrumpida en marzo de 2022, cuando el gobierno que terminaba sus funciones ingresó una indicación sustitutiva con 33 artículos que modificó sustancialmente el proyecto original. Dos años después, en Junio de 2024, el actual gobierno introdujo una segunda indicación, que, además de ampliar los fundamentos iniciales del proyecto, señala que los objetivos principales de la ley son establecer el marco normativo y conceptual para el desarrollo de proyectos de desalinización, asegurar el desarrollo sostenible de esta actividad para distintos usos, contribuir la seguridad hídrica y a una mejor adaptación al cambio climático.

Este nuevo cuerpo legal, tiene varios fundamentos, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

- Chile exhibe alto nivel de estrés hídrico persistente y vulnerabilidad al cambio climático.
- La desalinización de agua de mar es una alternativa estratégica para garantizar la seguridad hídrica pero se requiere reducir las brechas en la tramitación de concesiones marítimas y permisos.
- No existe una regulación específica para la desalinización aplicándose solo normas generales sobre concesiones marítimas.
- El aumento de plantas desaladoras intensificará el uso de la franja costera, lo que hace necesario regularlas bajo un modelo de desarrollo sostenible y multipropósito.
- La industria crece en forma inorgánica, sin planificación ni coordinación entre distintos organismos, respondiendo a la demanda de distintas industrias, principalmente minera, que acumula más del 80% del caudal desalado.
- Es preciso hacer más expeditas las servidumbres para la conducción del agua desalada.
- La Estrategia de Desalinización debe estar integrada al enfoque de gestión de cuencas. La desalinización debe incorporarse a la planificación hídrica estratégica establecida por la Ley de Cambio Climático y el nuevo Código de Aguas, priorizando el consumo humano.

La nueva indicación reemplazó el texto anterior con 46 artículos permanentes y cinco transitorios y finalmente fue despachada por la mencionada Comisión en septiembre del año 2024 a la Comisión de Hacienda del Senado, la que introdujo otras modificaciones mayoritariamente aprobadas. El proyecto de ley actualmente se encuentra en estado de tabla para su votación en la sala plenaria. Entre los contenidos sustantivos del proyecto de ley se pueden mencionar los siguientes:

1. En relación con la Estrategia Nacional establece que será el instrumento rector para orientar el desarrollo sostenible de esta actividad y deberá actualizarse cada seis años. Su contenido incluye diagnósticos, metas e indicadores, criterios para definir zonas aptas para esta actividad, estimación de necesidades futuras, la promoción de innovación tecnológica y eficiencia energética.
2. Respecto de las concesiones, se otorgan mediante decreto supremo por un plazo máximo de 30 años, renovables previo informe favorable de la DGA.
3. Se establecen limitaciones respecto de áreas protegidas y se refuerza el resguardo del interés público, priorizando el consumo humano y el uso sostenible de los ecosistemas.
4. La DGA podrá exigir un aporte de hasta un 5% de la capacidad de producción para consumo humano y/o saneamiento en proyectos no destinados principalmente a ese fin.

5. Se regula el procedimiento para otorgar concesiones o destinaciones de desalinización. La DGA será la encargada de fiscalizar y sancionar las infracciones de las plantas, las que pueden ser gravísimas, graves y leves.
6. Habilita a la empresa pública ECONSSA S.A. para realizar estudios, diseños, obras y otras actividades para diseñar, construir y operar sistemas de reutilización de aguas residuales o grises, instalaciones y plantas de desalinización y otras obras de similares características, las que podrán tener fines multipropósito. Estas actividades relacionadas podrán ser realizadas en cualquier región del país. Finalmente, se modifica la ley Nº 19.300 sobre bases generales del medio ambiente para incorporar una nueva tipología de ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental para plantas desalinizadoras de magnitud industrial, así como la extracción intensiva de agua de mar.

CAMBIOS EN LAS BASES DE COMPARACIÓN Y CAMBIOS REGULATORIOS

En este informe correspondiente al año 2024 se observan importantes cambios en materia de registros que han permitido actualizar los promedios históricos, y de esta manera se ha podido comparar la evolución del estado de los recursos hídricos en relación con los promedios observados en el período 1990-2020.
Estas décadas se han caracterizado por prolongados períodos de sequía - por lo que los promedios históricos son menores que los anteriores- y se manifiesta en los bajos niveles del agua acumulada en los embalses, menores precipitaciones, reducción de los caudales de los ríos y una menor acumulación de nieve en la cordillera. A pesar de la reducción de los promedios históricos respecto del período anterior, que fueron calculados sobre datos registrados entre 1980 y 2010, las cifras observadas en los últimos años continúan siendo más bajas que los nuevos promedios históricos.

En síntesis, la evolución de las variables indica que la crisis hídrica en Chile continúa deteriorándose, especialmente en cuanto a la disponibilidad de agua. Se reafirma la hipótesis de que la disminución del patrimonio hídrico de Chile se ha transformado en una tendencia que, por lo menos en el corto y mediano plazo, no muestra signos de revertirse, por lo que se hace prioritario identificar y desarrollar medidas claves para superar este grave problema. Entre ellas se pueden destacar entre otras, nuevas fuentes de agua, el reúso, la desalación, la cosecha de aguas de lluvias, el mejoramiento de la eficiencia del riego evitando caer en la llamada “trampa tecnológica”, mejorando la gobernanza, etc.

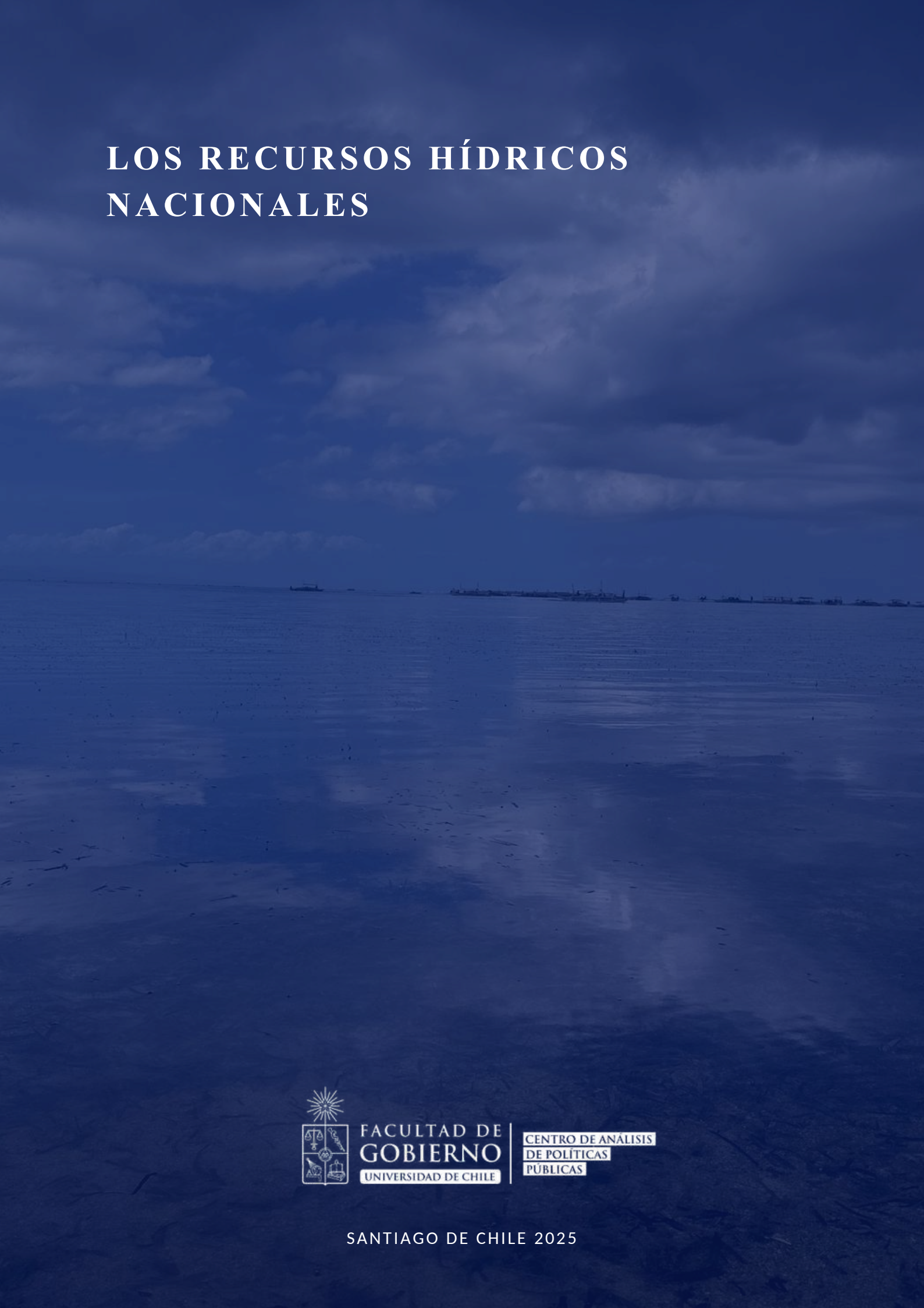
Cambios en regulación de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA). Este informe también incorpora algunos cambios relevantes en el ordenamiento legal que regula el otorgamiento de los derechos de aprovechamiento, el uso y la gestión de las aguas, tanto de las fuentes tradicionales como de otras que se han incorporado, como la producción de agua potable a partir del agua de mar. Específicamente, se analiza, el nuevo Código de Aguas, promulgado el año 2022 y un proyecto de ley que regula el proceso de desalación en Chile y designa la institución pública que estará a cargo. Este proyecto, ingresado el año 2017 como moción parlamentaria, se encuentra actualmente en trámite legislativo en la Comisión de Recursos Hídricos, Desertificación y Sequía del Senado. Se espera que pronto sea votado en la sala plenaria.

Otra norma legal importante ocurrida en los últimos años y que se describe en este informe es una nueva ley que faculta al Ministerio de Obras Públicas para construir embalses multipropósitos.

Finalmente, en una sección especial, se analiza el desarrollo institucional observado en Chile en las últimas décadas sobre la provisión de agua potable y servicios de saneamiento para las zonas urbana y rurales, el debate sobre la naturaleza del agua como un bien esencial.



LOS RECURSOS HÍDRICOS NACIONALES



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

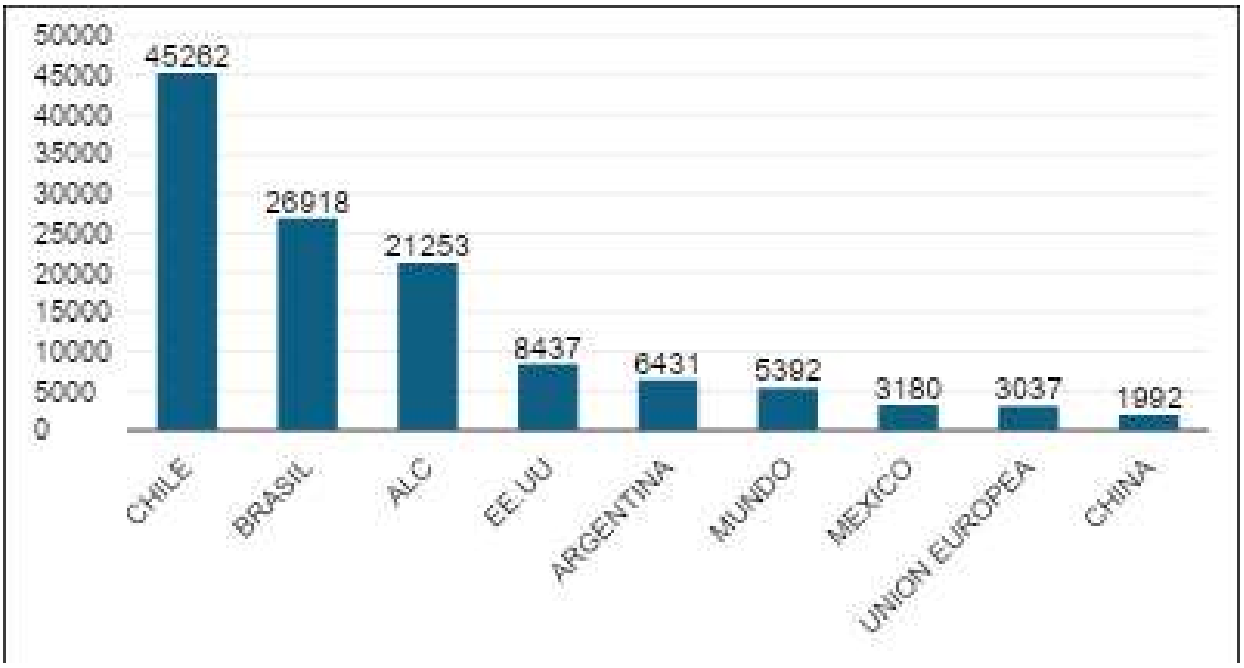
SANTIAGO DE CHILE 2025

A primera vista Chile cuenta una importante dotación de recursos hídricos, a pesar de que la realidad presenta una compleja situación en la materia tal como se verá más adelante.

De acuerdo con los antecedentes con que se cuentan sobre la disponibilidad de recursos hídricos renovables per cápita, Chile supera a Brasil, México, China y Estados Unidos, así como el promedio de América Latina y el Caribe, y de la Unión Europea (Gráfico 3).

No obstante y como es de público conocimiento, existen enormes disparidades para este indicador debido a su real acceso. En efecto, desde Santiago hacia el norte hasta llegar a la región de Arica Parinacota, y desde Santiago hasta la Región de Magallanes en el extremo sur del país, de cordillera a costa, se registran enormes disparidades que obedecen a realidades muy diferentes dadas entre otros factores, por el clima y la geografía del país.

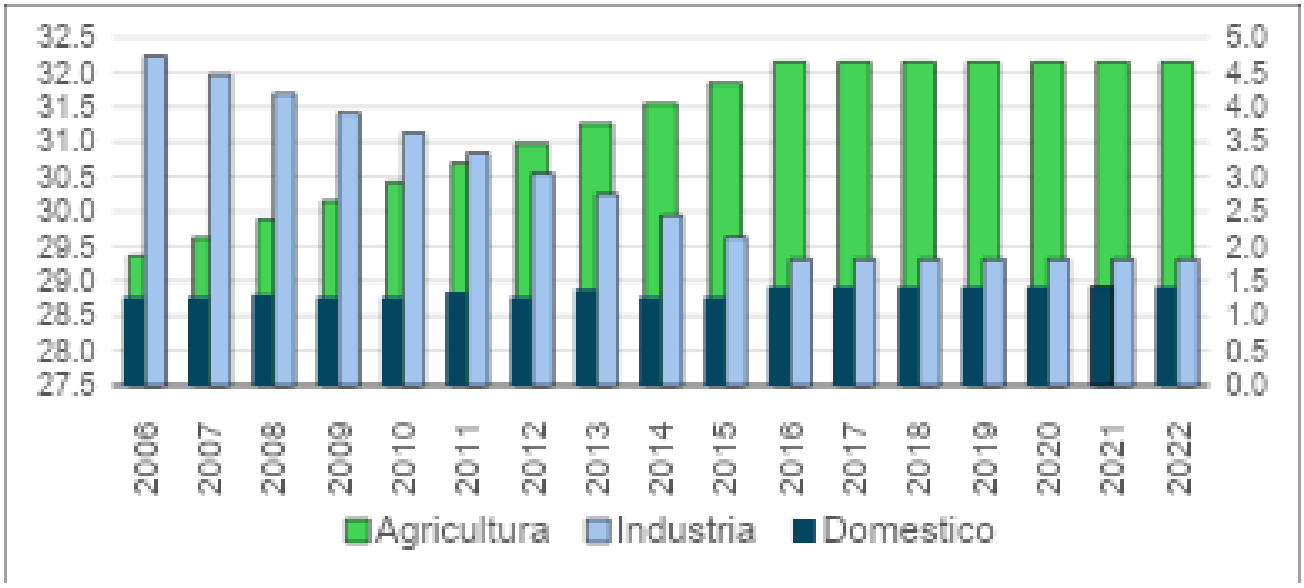
Gráfico 3 Países y agregados seleccionados Disponibilidad per cápita de Recursos Hídricos renovables. Cifras en m3 por persona



Fuente: Fao Aquastat y B. Mundial

De acuerdo con los datos disponibles y las estimaciones de FAO - Aquastat y del Banco Mundial para Chile, la agricultura con poco más el 90% del total de las extracciones de agua dulce, es por lejos el principal sector de destino de las extracciones de agua dulce desde el 2015 en adelante. El Gráfico que sigue muestra las extracciones de agua dulce y los destinos en una serie del 2006 al 2022, misma serie que ofrece el Cuadro 3 que muestra el detalle de los volúmenes físicos extraídos en miles de millones de metros cúbicos y las proporciones en que los diferentes usos (Agricultura, Industria y Usos Domésticos) participan en el total.

Gráfico 4 Chile. Extracciones de agua totales, para la agricultura, usos Industriales y Usos Domésticos. Miles de Millones de m3



Fuente: FAO Aquastat y B. Mundial

Cuadro 3 Proporción de las extracciones en porciento de agua dulce según sector de destino

	Miles de Millones de m3				Porciento del total			Total
	Agricultura	Industria	Domestico	Total	Agricultura	Industria	Uso Doméstico	
2006	29,4	4,7	1,3	35,4	83	13,4	3,6	100
2007	29,6	4,5	1,3	35,4	83,8	12,6	3,6	100
2008	29,9	4,2	1,3	35,4	84,5	11,9	3,7	100
2009	30,1	3,9	1,3	35,3	85,2	11,1	3,7	100
2010	30,4	3,6	1,3	35,3	86	10,3	3,7	100
2011	30,7	3,3	1,3	35,4	86,8	9,4	3,8	100
2012	31	3	1,3	35,3	87,6	8,6	3,8	100
2013	31,3	2,7	1,4	35,4	88,4	7,8	3,9	100
2014	31,5	2,4	1,3	35,3	89,2	6,9	3,9	100
2015	31,8	2,1	1,3	35,2	90	6	3,9	100
2016	32,1	1,8	1,4	35,4	90,9	5,1	4	100

2017	32,1	1,8	1,4	35,4	90,9	5,1	4	100
2018	32,1	1,8	1,4	35,4	90,9	5,1	4	100
2019	32,1	1,8	1,4	35,4	90,9	5,1	4	100
2020	32,1	1,8	1,4	35,4	90,9	5,1	4	100
2021	32,1	1,8	1,4	35,4	90,9	5,1	4	100
2022	32,1	1,8	1,4	35,4	90,9	5,1	4	100

Fuente: FAO Aquastat y B. Mundial

Como es de público conocimiento, Chile se ha vivido una sequía que por su intensidad y duración, ha sido llamada la sequía más grave de los últimos 2000 años. Una situación similar a la vivida por otros países del mundo como es el caso de Australia y N. Zelanda, el Estado de California en Estados Unidos, la región del Nordeste en Brasil, parte de importante de la Pampa Argentina y Uruguay entre otros.

Precipitaciones, caudales, embalses. Panorama Nacional.

EVOLUCIÓN DE LAS PRECIPITACIONES

Como ya se ha señalado en varios acápites de este informe, el país experimenta una situación prolongada de escasez de recursos hídricos, la que se arrastra desde la década pasada. No obstante una mejoría relativa en las precipitaciones de los años recientes, éstas no han sido suficientes para revertir esta situación. Agrava esta situación el reciente pronóstico para el fenómeno ENSO o “del Niño y la Niña” que indican que entramos en una nueva fase seca y de bajas temperaturas, asunto que se trata más adelante con más detalle.
Para dar un marco de referencia inicial, se presenta en el cuadro que sigue, una recopilación de los decretos de emergencia por escasez de agua a causa de la disminución de las precipitaciones, la disminución de los principales caudales y la menor acumulación de nieve por la subida de la “Cota cero”.

Se puede apreciar con claridad que los decretos de escasez se concentran en la vasta área comprendida entre las regiones de Atacama y Ñuble, pero también alcanza recientemente a regiones como Los Ríos, Los Lagos, Aysén y Magallanes.

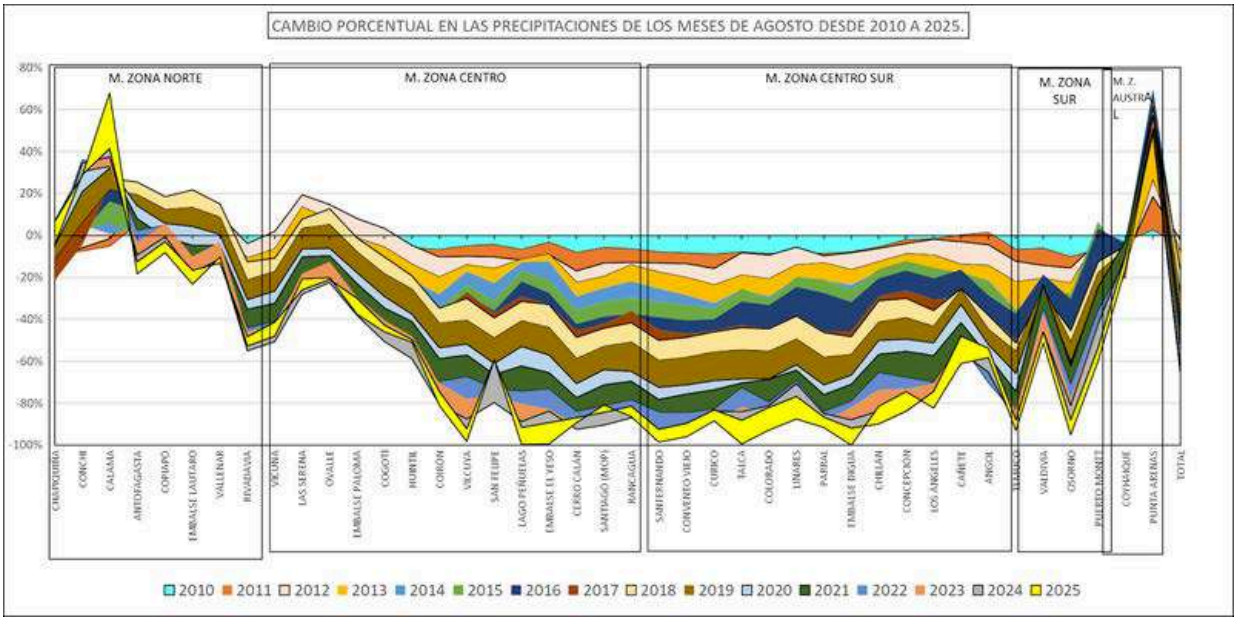
Cuadro 4 Decretos de emergencias entre los años 2008 y 2025

	Arica	Antof.	Atacama	Coquim	Valp.	RM	O´Hi	Maule	Ñuble	Biobío	Los Río	Los Lag	Aysén	Magall
2008														
2009														
2010														
2011														
2012														
2013														
2014														
2015														
2016														
2017														
2018														
2019														
2020														
2021														
2022														
2023														
2024														
2025														

Una revisión mas profunda de lo que está sucediendo en términos de precipitaciones efectivamente registradas entre los años 2010 a 2015 y de los déficits (o en pocas ocasiones superávits), muestra que el problema se concentra y agudiza en las Macrozonas Centro y Centro sur y empieza a afectar también ambos extremos del país.

Corroborando lo anterior, el gráfico a continuación da cuenta de la magnitud del problema que enfrenta el país. A pesar de la recuperación parcial de las precipitaciones en algunas localidades y regiones, la situación se sigue agravando aun, pues el balance indica que en términos netos, una disminución del déficit de precipitaciones que no revierta completamente el anterior, acumula a los anteriores déficits, dando lugar a la imagen que muestra el gráfico mencionado.

Gráfico 5 Cambio porcentual en las precipitaciones de los meses de Agosto desde el año 2010 al 2025



Fuente: Elaboración propia con base a información de la DGA - MOP

Los dos gráficos que siguen a continuación complementan lo antes señalado. Por una parte, el primero de ellos compara las precipitaciones de los años 2010 y 2015, donde se puede apreciar que en la Macrozonas Centro Norte y Centro Sur, persisten los déficits, apareciendo algunos superávits en parte de la Macrozona Norte, entre Calama y Vallenar.

Una situación análoga ocurre al comparar lo ocurrido el 2020 con el año 2025. A pesar de que en dos años de este período se registraron precipitaciones, éstas no fueron lo suficiente para contrarrestar los déficits acumulados anteriormente.



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

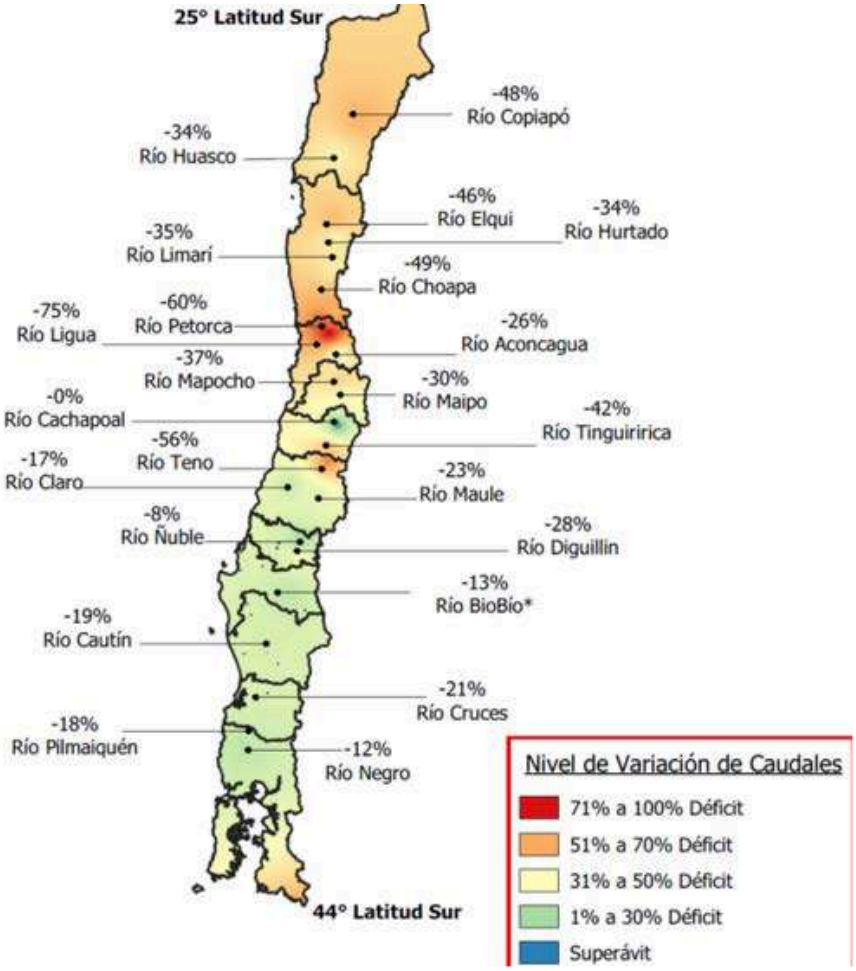
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

CAUDALES DE LOS RÍOS

La situación de los principales ríos ubicados entre las regiones de Atacama y Los Lagos, donde habita el 92% de la población de Chile, se representa en el Gráfico siguiente donde se puede observar que todos registran déficits en sus caudales respecto de los promedios históricos medidos en el mismo mes durante el periodo 1990-2020.

Figura 2 Variación porcentual de caudales Agosto 2025 respecto promedio histórico Agosto período 1991-2020



Fuente: Boletín Hidrológico N°568, Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas, Agosto 2025

Una revisión más detallada a los 12 ríos más importantes desde el punto de vista de la producción agrícola permite cuantificar los déficits en los caudales de cada uno de ellos, lo cual permite concluir que a nivel agregado, dicho monto equivale aproximadamente a cinco veces el caudal del Río Maipo registrado en Agosto del presente año, o bien a todo el caudal histórico registrado en el río Maule en el mismo mes.

Cuadro 5 Variación de Caudales de 12 ríos entre las Regiones de Coquimbo y del Biobío, (m3/s)

Rio	Región	ago 2025	PH Agosto (1990-2020)	Diferencia
Huasco (El Maitén)	Coquimbo	3,2	4,9	-1,7
Elqui (El Algarrobal)	Coquimbo	3,8	7	-3,2
Choapa (Cuncumén)	Coquimbo	2,5	5	-2,5
Aconcagua (Chacabuquito)	Valparaíso	10,5	14,1	-3,6
Maipo (El Manzano)	Metropolitana	42	60,2	-18,2
Cachapoal(Pte. Termas)	O'Higgins	41,1	41,1	0
Teno (Junta con Claro)	Maule	24,1	55,4	-31,3
Claro (Rauquén)	Maule	108,7	130,5	-21,8
Maule (Amarillo)	Maule	179,4	2.330	-53,6
Ñuble (San Fabián)	Ñuble	119,7	130,3	-10,6
Diguillín (San Lorenzo)	Ñuble	18,2	25,2	-7
Bío Bío (Rucalhue)	Bío Bío	484,9	559,4	-74,5
CAUDAL TOTAL m3/seg.		1038,1	1266,1	-228

Fuente: Boletín Hidrológico N°568, Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas, Agosto 2025

Estimaciones del Banco Mundial y del Foro Económico Mundial y otros organismos internacionales especializados, dan cuenta que en promedio el 60% del Producto Interno Bruto (PIB), está estrechamente asociado a la disponibilidad de agua.

Los doce ríos mencionados son además fundamentales para la agricultura de exportación, Se puede apreciar que, con la excepción del río Cachapoal en que ambos promedios coinciden, en todos los demás se registra un caudal menor al promedio histórico medido durante el mismo mes entre los años 1990 y 2020.

La disminución agregada de sus caudales respecto al promedio histórico alcanza a 228 millones de m3/s. Medido en términos de volumen, esta cifra representa una menor disponibilidad diaria de 19,7 millones de m3 de agua. Con este (menor) volumen de agua se podría llenar el embalse El Yeso de la Región Metropolitana en once días o el embalse Los Aromos de Valparaíso en menos de dos días. Es preciso recordar que ambos embalses son la principal fuente de abastecimiento para el consumo humano de la población que vive en las regiones mencionadas.

LOS EMBALSES

Una parte importante de los embalses con que cuenta el país, tienen menos del 50% de su capacidad aprovechada debido a la disminución de las precipitaciones.

Los dos casos más dramáticos corresponden al embalse de mayor tamaño del país, La Paloma y a Peñuelas. El primero de ellos cuenta apenas con agua para llenar el 10% de sus capacidades de almacenamiento. El segundo caso es el del Lago Peñuelas que abastece la ciudad de Valparaíso de agua table, está apenas un por sobre el embalse La Paloma. En el cuadro que sigue, se muestran en rojo aquellos embalses que están bajo el 50% de almacenamiento respecto de sus capacidades.



Cuadro 6 Situación de los embalses

Embalse	Región	Cuenca	Capacidad	Promedio 1991 -	Vol. actual vs Capac.	2024	2025	Uso principal
Conchi	Antofagasta	Loa	22	19	97	15	21	Riego
Lautaro	Atacama	Copiapó	26	12	21	4	5	Riego
Santa Juana	Atacama	Huasco	166	127	70	90	117	Riego
La Laguna	Coquimbo	Elqui	38	31	47	7	18	Riego
Puclaro	Coquimbo	Elqui	209	141	21	32	45	Riego
Recoleta	Coquimbo	Limarí	100	69	22	16	22	Riego
La Paloma	Coquimbo	Limarí	750	431	10	66	74	Riego
Cogotí	Coquimbo	Limarí	156	74	25	35	38	Riego
Culimo	Coquimbo	Quilimarí	10	3	50	6	5	Riego
El Bato	Coquimbo	Choapa	26	20	99	16	25	Riego
Corrales	Coquimbo	Choapa	50	35	87	48	44	Riego
Los Aromos	Valparaíso	Aconcagua	35	28	100	35	36	Agua Potable
Lago Peñuelas	Valparaíso	Peñuelas	95	21	11	14	11	Agua Potable
El Yeso	RM	Maipo	220	164	84	170	186	Agua Potable
Convento Viejo	O'Higgins	Rapel	237	191	87	219	207	Riego
Rapel	O'Higgins	Rapel	695	525	77	536	533	Generación
Colbún	Maule	Maule	1544	1038	54	1028	834	Generación
Laguna del Maule	Maule	Maule	1420	654	54	687	765	Gen. y Riego
Bullileo	Maule	Maule	60	54	66	61	40	Riego
Digua	Maule	Riego	Maule	225	200	84	223	190
Tutuvén	Maule	Maule	22	12	34	17	8	Riego
Coihueco	Ñuble	Itata	29	25	93	29	27	Riego
Lago Laja	Biobío	Biobío	5582	1674	26	1887	1457	Gen. y Riego
Ralco	Biobío	Biobío	1174	700	40	730	467	Generación
Pangue	Biobío	Biobío	83	76	86	78	71	Generación

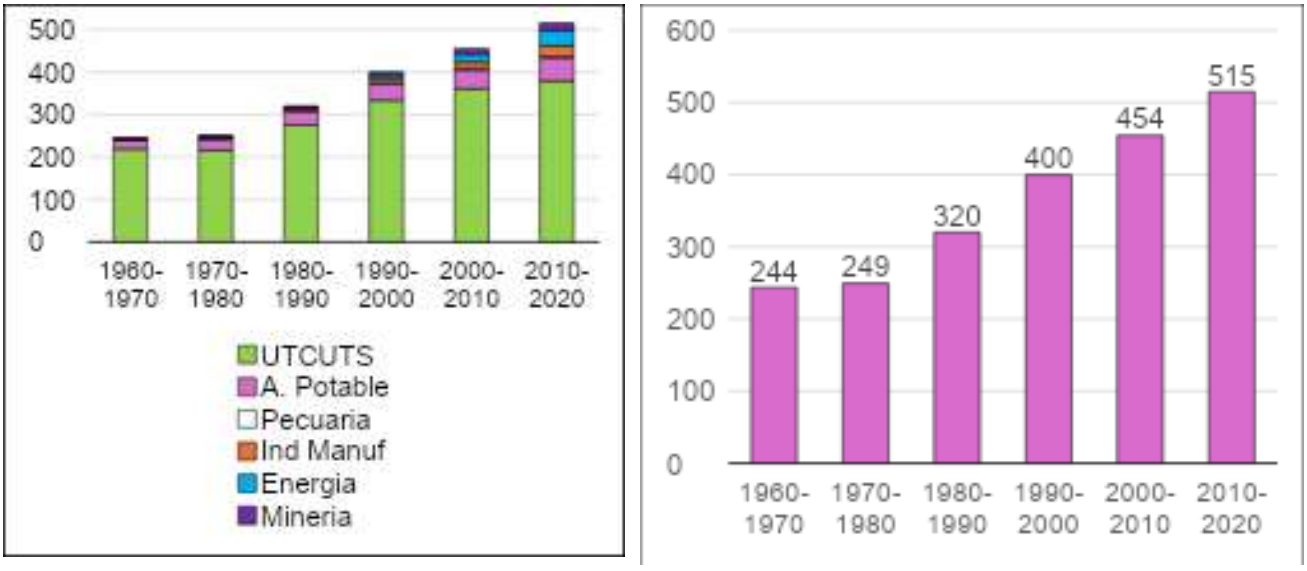
BALANCE HÍDRICO Y CAUDALES

El balance hídrico en un territorio se define mediante tres flujos principales de agua: precipitación, evapotranspiración y escorrentía. El agua disponible para los requerimientos de la sociedad y los ecosistemas depende directamente de la escorrentía natural.

En primer término se procederá a analizar la evolución de la demanda de agua para los principales usos. Estos son en primer lugar los correspondientes al Uso de la Tierra, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura (UTCUTS), Agua Potable para consumo humano, agua para las actividades pecuarias (PEC), Agua para la Industria Manufacturera, para el sector de Energía y para la minería.

El gráfico que sigue muestra la evolución de estos consumos a nivel nacional para los períodos decadales que van desde 1960 – 1970 a 2010 – 2020

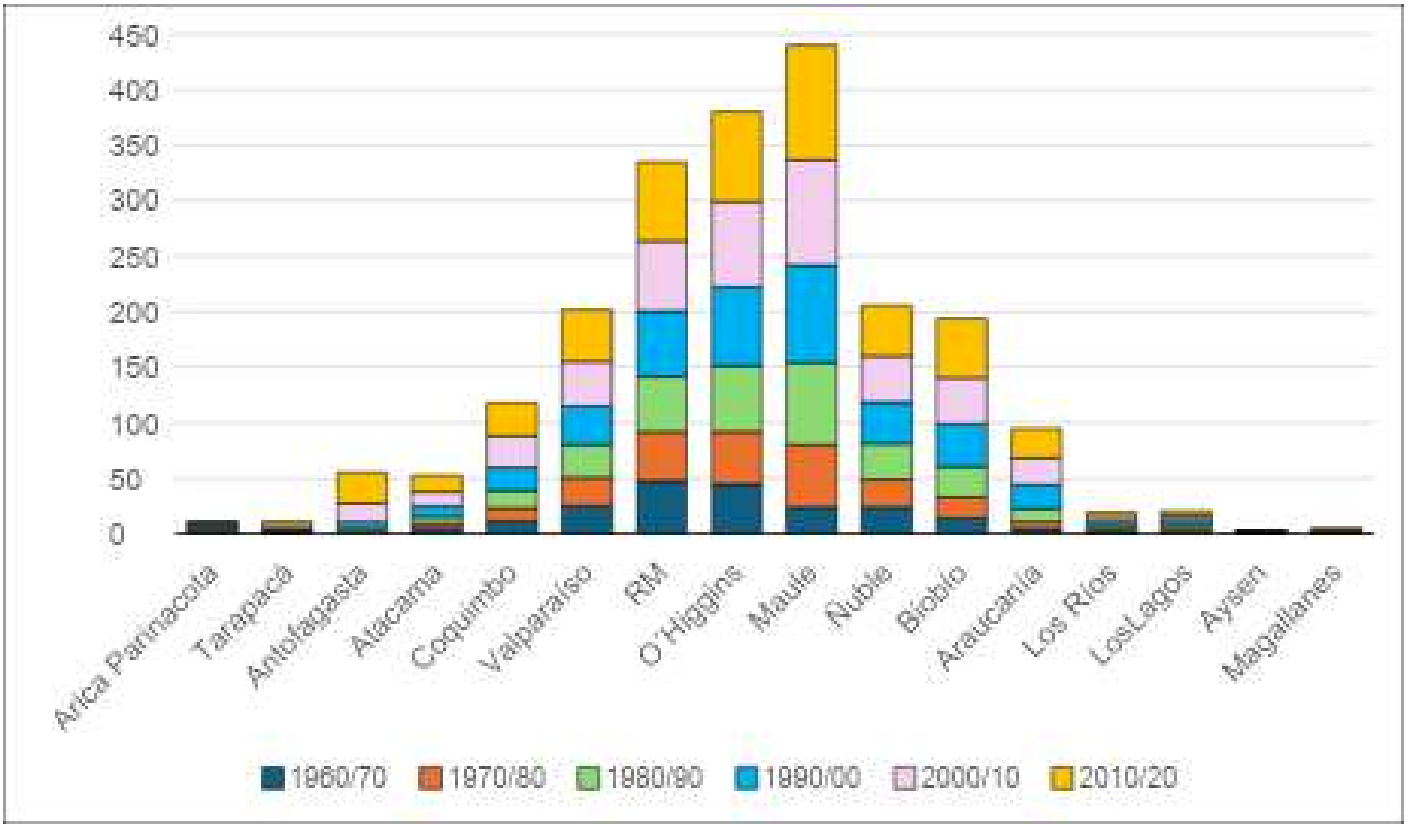
Gráfico 8 Chile. Evolución del consumo de agua por sectores principales y consumo total. Período 1960 -1970 a 2010 – 2020. Cifras en m3/seg.



Fuente: CR2, Universidad de Chile

A nivel de regiones, Maule, O´Higgins y la Región Metropolitana son las que presentan los mayores consumos, tal como se puede apreciar en el siguiente gráfico. Ello obedece a la importancia del sector UTCUTS en Maule y O´Higgins y a la mayor concentración de actividades productivas en la Región Metropolitana.

Gráfico 9. Consumo de agua por regiones para el período 2010 – 2020. Cifras en m3/seg.



Fuente. CR2, Universidad de Chile

PRONÓSTICOS DE CAUDALES

Las proyecciones realizadas para los años 2030 y 2040 utilizando los antecedentes del último balance hídrico disponible, dan cuenta de un crecimiento de la demanda tanto para usos consuntivos como no consuntivos.

Los balances consideran el agua para usos consuntivos, usos no consuntivos y las demandas por concepto de evapotranspiración. Este concepto alude al paso de agua hacia la atmósfera a raíz de la transpiración de las plantas que tiene lugar en tallos y hojas y, por evaporación directa de agua existente en la superficie terrestre.

En el caso de los Usos Consuntivos se han considerado los siguientes sectores; Agua Potable Urbana (APU), agua Potable Rural (APR), Agricultura (AGR), Pecuaria (PEC), Minería (MIN), Industria (IND)y Electricidad (ELE).

Para los Usos No Consuntivos se consideran el agua para la producción acuícola y el agua para la generación de energía eléctrica.

Para la evapotranspiración, se incluyen la producida por las producciones de secano (sin riego) y para las plantaciones forestales permanentes y las no permanentes.

El procedimiento seguido es el de agregar los tres tipos de consumos antes señalados para obtener las proyecciones a los años 2030 y 2040 y analizar su evolución.

El cuadro y gráfico a continuación muestran los resultados de las proyecciones para la demanda consuntiva para los años 2030 y 2040.

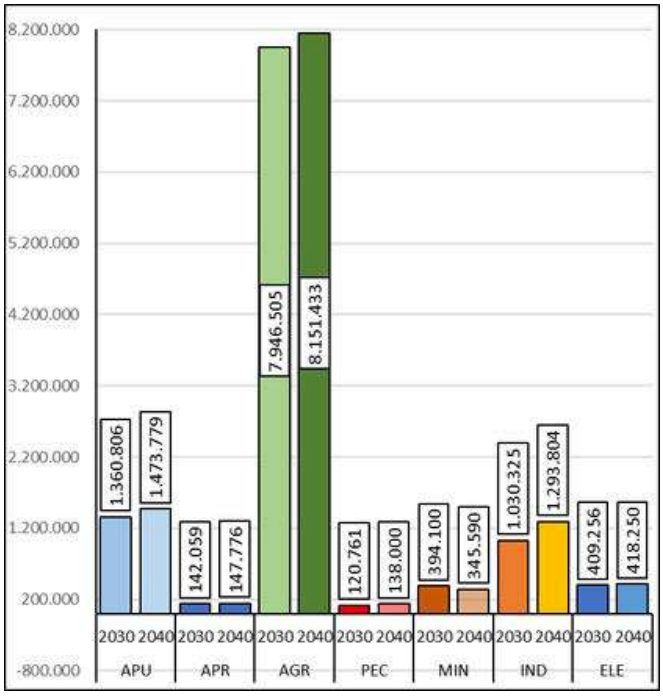
Cuadro 7 Proyecciones de la demanda consuntiva para los años 2030 y 2040. Cifras en miles de millones de metros cúbicos.

Región	APU		APR		AGR		PEC		MIN		IND		ELE		TOTAL	
	2.030,0	2.040,0	2.030,0	2.040,0	2.030,0	2.040,0	2.030,0	2.040,0	2.030,0	2.040,0	2.030,0	2.040,0	2.030,0	2.040,0	2.030,0	2.040,0
XV	27,0	35,8	0,7	0,7	68,1	63,1	0,5	0,6	0,7	0,8	0,3	0,3	0,0	0,0	97,3	101,2
I	29,2	34,4	0,5	0,6	17,5	16,9	0,2	0,2	48,0	49,4	7,0	8,7	0,0	0,0	102,4	110,1
II	44,5	49,1	0,6	0,6	42,3	42,4	0,1	0,2	99,6	76,0	48,8	59,7	0,0	0,0	235,9	227,9
III	18,4	19,5	0,8	0,8	189,2	210,3	0,5	0,6	48,6	33,5	0,0	0,0	0,0	0,0	257,5	264,7
IV	47,7	52,1	7,2	7,5	720,1	791,0	2,7	3,2	46,0	40,9	6,6	8,0	0,0	0,0	830,3	902,7
V	112,2	117,7	12,2	12,5	736,5	779,6	5,3	6,5	48,2	42,6	19,3	20,9	169,9	174,1	1.103,5	1.153,9
XIII	772,1	841,9	14,3	15,4	1.216,8	1.253,0	31,7	39,2	26,2	25,6	75,9	99,2	24,9	25,0	2.161,8	2.299,3
VI	47,5	49,4	34,6	36,2	1.838,8	1.954,7	30,1	37,5	75,2	74,0	16,6	19,0	0,1	0,1	2.042,8	2.170,8
VII	43,7	46,2	19,9	20,9	2.503,6	2.437,8	4,5	4,6	0,0	0,0	50,7	62,6	9,1	9,0	2.631,5	2.581,1
VIII	108,6	112,4	15,8	16,2	432,8	416,3	2,2	1,8	0,0	0,0	423,3	544,5	172,5	184,0	1.155,2	1.275,2
IX	41,0	43,4	8,3	8,6	167,5	171,1	6,7	6,1	0,0	0,0	47,1	60,4	25,4	19,2	296,1	308,9
XIV	17,3	17,8	16,5	17,0	7,0	8,2	11,9	12,6	0,0	0,0	146,2	196,1	2,5	2,4	201,3	254,0
X	34,4	36,0	8,9	9,3	3,2	3,7	17,7	18,1	0,0	0,0	186,2	211,4	0,0	0,0	250,4	278,5
XI	5,9	6,5	1,4	1,4	0,5	0,5	2,5	2,5	1,0	1,7	1,6	2,0	0,0	0,0	12,9	14,5
XII	11,3	11,6	0,3	0,3	2,6	3,0	4,3	4,2	0,6	1,0	0,8	0,9	5,0	4,6	24,9	25,6
TOTAL	1.360,8	1.473,8	142,1	147,8	7.946,5	8.151,4	120,8	138,0	394,1	345,6	1.030,3	1.293,8	409,3	418,3	11.403,8	11.968,6

Fuente: Balance Hídrico. Proyecciones. DGA – MOP

El Gráfico 10 , muestra la demanda proyectada al 2030y 2040, desagregada por usos principales

Gráfico 10 Proyecciones al 2030 y 2030 de Usos Consuntivos



Fuente: Balance Hídrico. Proyecciones. DGA – MOP

Las proyecciones de las demandas para Usos No Consuntivos y para Evapotranspiración expresadas en Miles de Millones de metros cúbicos, se muestran en los cuadros y gráficos siguientes.

Cuadro 8 Proyecciones de las Demandas por Usos No Consuntivos para los años 2030 y 2040. Cifras en Miles de millones de metros cúbicos.

	ACU		ELE		TOTAL	
	2030	2040	2030	2040	2030	2040
XV	0	0	18,518	14,951	18,518	14,951
I	4,24	5,063	33,499	32,026	37,739	37,089
II	0	0	8,353	8,79	8,353	8,79
III	0	0	198,717	198,717	198,717	198,717
IV	0,556	0,211	214,735	229,268	215,29	229,479
V	0,853	0,248	1166,331	878,372	1167,184	878,62
XIII	4908,972	1165,658	5487,195	4780,766	10396,17	5946,423
VI	0,006	0,002	8158,524	8280,484	8158,53	8280,486
VII	3090,439	869,194	11464,061	6972,88	14554,5	7842,074
VIII	4060,73	1144,837	39215,317	39592,59	43276,05	40737,43
IX	24956,169	6969,446	1352,134	1339,998	26308,3	8309,444
XIV	15946,38	4549,375	8298,976	8876,417	24245,36	13425,79
X	28519,225	8065,092	2351,256	1915,03	30870,48	9980,123
XI	1753,138	408,433	211,277	92,206	1964,415	500,639
XII	375,423	117,707	0	0	375,423	117,707
TOTAL	83616,129	23295,265	78178,893	73212,5	161795	96507,76

Fuente: Balance Hídrico. Proyecciones DGA- MOP

Cuadro 9 Proyecciones a los años 2030 y 2040 de las demandas por Evapotranspiración. Cifras en Miles de Millones de metros cúbicos

	SECANO		FOR (P)		FOR (NP)		TOTAL	
	2030	2040	2030	2040	2030	2040	2030	2040
XV	793.988	656.071	43	48	155.897	155.899	949.929	812.018
I	3.204.009	3.206.686	968	969	108.432	108.432	3.313.410	3.316.087
II	5.282.348	5.281.119	1.374	1.376	372.550	372.551	5.656.272	5.655.045
III	1.439.161	1.425.431	1.140	1.144	18.371	18.373	1.458.672	1.444.948
IV	25.666.796	25.166.147	34.288	36.654	339.922	339.965	26.041.006	25.542.766
V	1.995.507	2.056.135	225.433	231.639	1.226.185	1.226.226	3.447.126	3.514.000
XIII	1.647.144	1.708.810	103.210	108.008	459.109	460.108	2.209.463	2.276.925
VI	2.971.641	2.899.717	923.966	1.111.055	1.276.031	1.275.961	5.171.637	5.286.733
VII	8.194.768	8.326.177	4.673.593	4.489.755	2.090.464	2.486.977	14.958.825	15.302.910
VIII	4.099.545	3.956.278	12.264.590	12.675.364	5.480.044	5.449.901	21.844.179	22.081.543
IX	6.183.248	6.057.093	6.536.371	6.667.595	6.480.569	6.468.150	19.200.189	19.192.838
XIV	2.562.477	2.464.736	2.846.535	2.931.660	9.499.435	9.495.089	14.908.447	14.891.485
X	3.845.313	3.819.426	1.093.247	1.150.092	23.475.049	23.473.294	28.413.609	28.442.812
XI	4.162.388	4.255.046	360.963	367.771	23.289.656	23.289.656	27.813.007	27.912.473
XII	17.358.297	17.553.385	95	105	23.244.691	23.244.711	40.603.083	40.798.200
TOTAL	89.406.631	88.832.258	29.065.815	29.773.233	97.516.407	97.865.293	215.988.853	216.470.784

Fuente: Balance Hídrico. Proyecciones. DGA - MOP

La agregación de los tres tipos de demandas da cuenta del total global que el país requerirá en los años 2030 y 2040.

Cuadro 10 Demandas agregadas por tipos de Consumo, proyectadas a los años 2030 y 2040. Cifras en Miles de Millones de metros Cúbicos

	No Consuntiva		Consuntiva		Evapotranspiración		TOTAL	
	2030	2040	2030	2040	2030	2040	2030	2040
XV	18,518	14,951	97,3	101,2	949,9	812	1.066	928
I	37,739	37,089	102,4	110,1	3313,4	3316,1	3.454	3.463
II	8,353	8,79	235,9	227,9	5656,3	5655	5.901	5.892
III	198,717	198,717	257,5	264,7	1458,7	1444,9	1.915	1.908
IV	215,29	229,479	830,3	902,7	26041	25542,8	27.087	26.675
V	1167,184	878,62	1103,5	1153,9	3447,1	3514	5.718	5.547
XIII	10396,166	5946,423	2161,8	2299,3	2209,5	2276,9	14.767	10.523
VI	8158,53	8280,486	2042,8	2170,8	5171,6	5286,7	15.373	15.738
VII	14554,5	7842,074	2631,5	2581,1	14958,8	15302,9	32.145	25.726
VIII	43276,046	40737,428	1155,2	1275,2	21844,2	22081,5	66.275	64.094
IX	26308,303	8309,444	296,1	308,9	19200,2	19192,8	45.805	27.811
XIV	24245,356	13425,792	201,3	254	14908,4	14891,5	39.355	28.571
X	30870,481	9980,123	250,4	278,5	28413,6	28442,8	59.534	38.701
XI	1964,415	500,639	12,9	14,5	27813	27912,5	29.790	28.428
XII	375,423	117,707	24,9	25,6	40603,1	40798,2	41.003	40.942
TOTAL	161795,02	96507,761	11403,8	11968,6	215988,9	216470,8	389.188	324.947

Fuente. Balances Hídrico. Proyecciones DGA - MOP

Como se puede ver en gráfico que sigue, los Usos para Evapotranspiración son los que más aportan a los totales de los años 2030 y 2040 de los tres tipos de consumos analizados.

Gráfico 11 Totales de proyecciones al 2030 y 2040 de Usos Consuntivos, No Consuntivos y por Evapotranspiración



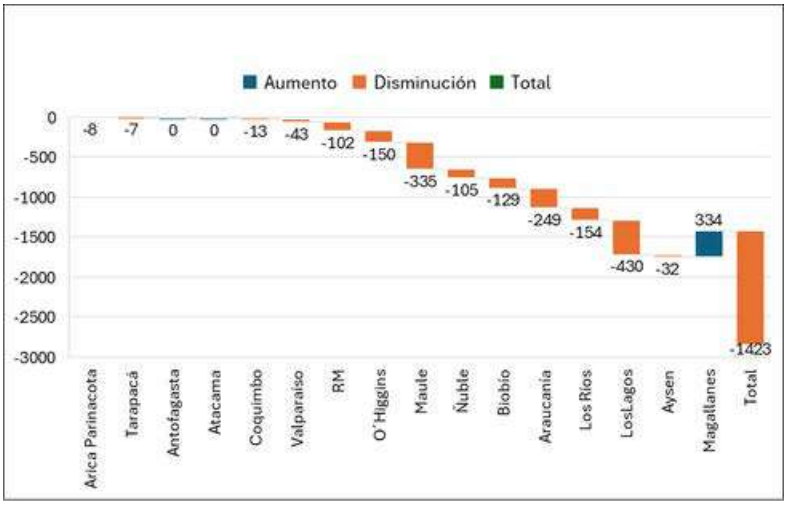
Fuente: Elaboración propia con base en cuadros anteriores

EVOLUCIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUAS

Al comparar la disponibilidad de agua para las décadas, 2010/20 con 1970/80, se constata una sostenida disminución a desde la región de Arica Parinacota hasta la región de Magallanes. Un resultado similar se obtiene al comparar el saldo de la década 2010 – 2020 con la 1990 – 2000.

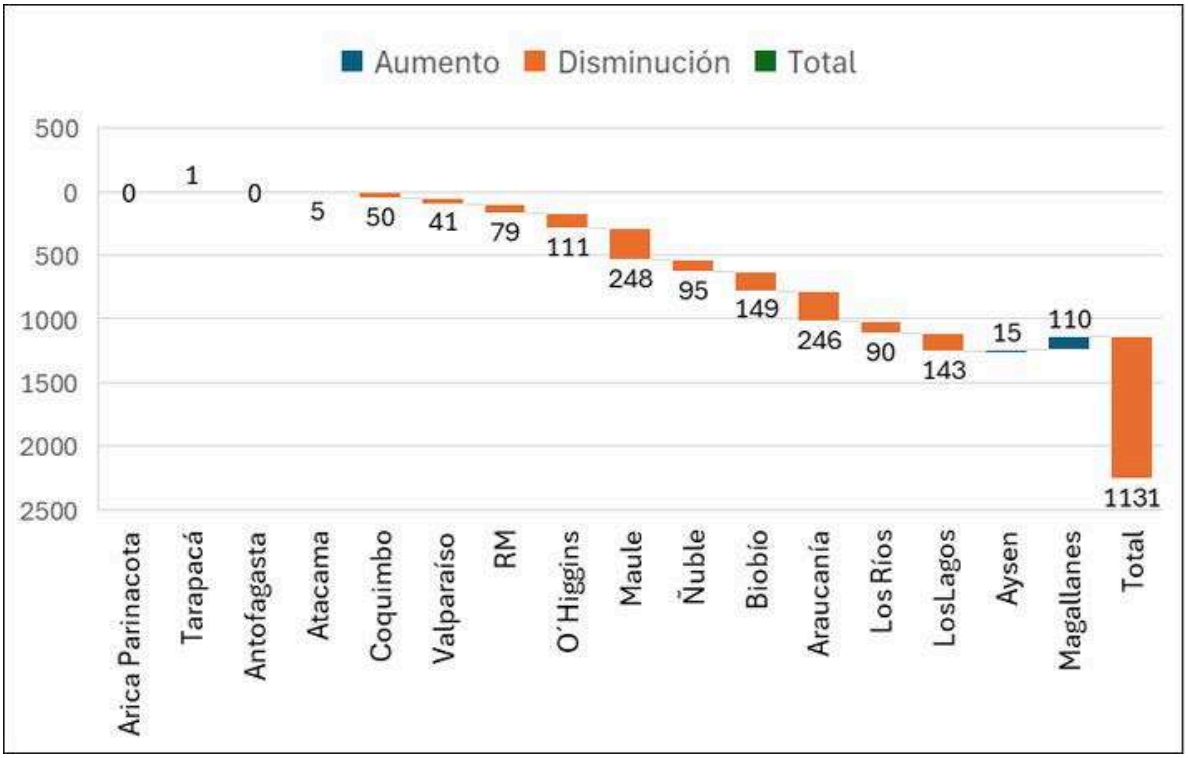
Se define disponibilidad según el CR2 como la diferencia entre las precipitaciones y la evapotranspiración. Los resultados se muestran en los siguientes gráficos.

Gráfico 12 Disponibilidad de aguas comparando las décadas 2010-2020 con 1970-1980



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 13 Disponibilidad de aguas comparando las décadas del 20210 con 1990 -2000



Fuente. Elaboración propia

Considerando que al menos el 60% de la producción generada en el país, está estrechamente vinculada a la disponibilidad de agua y que los antecedentes antes señalados y otros como el reciente pronóstico sobre el fenómeno ENSO, que auguran un período prolongado de menores precipitaciones, se hace necesario tomar entre otras medidas, las que permitan cuidar y preservar los recursos hídricos, encontrar y desarrollar nuevas fuentes y otras que se abordan en la sección de conclusiones.

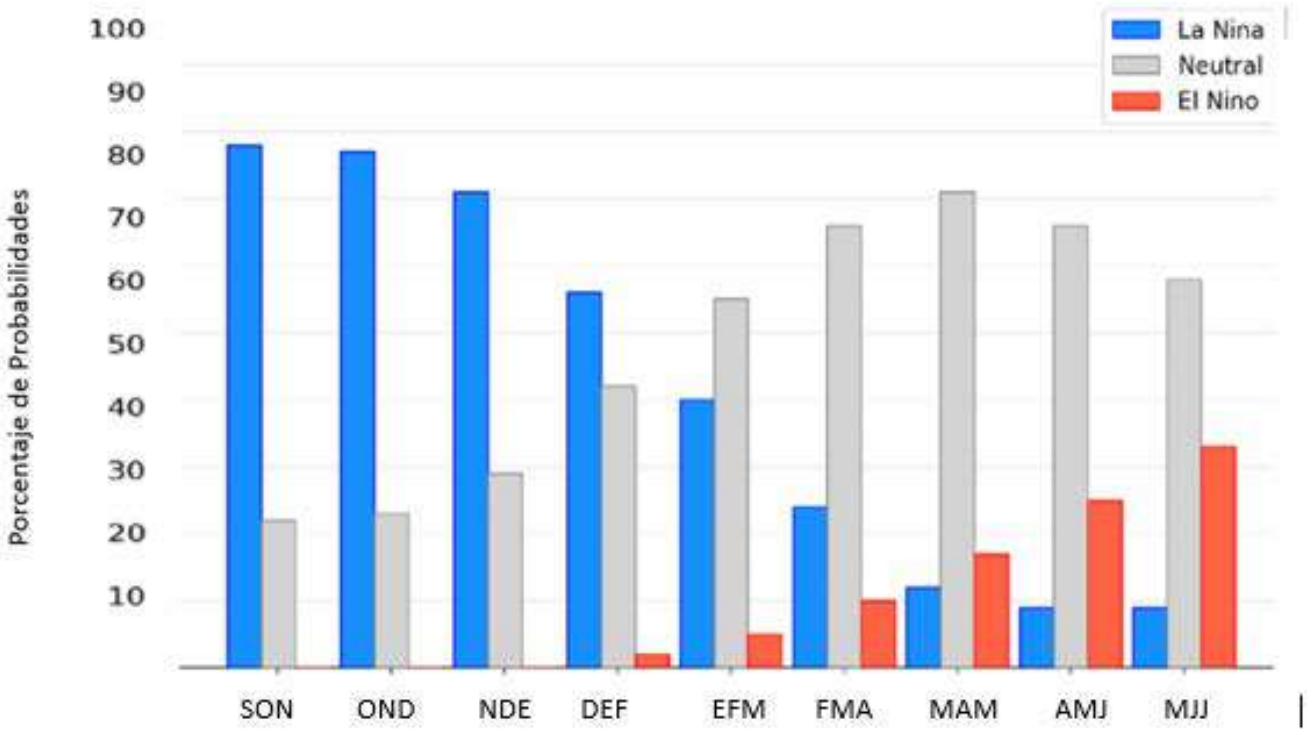
PRONÓSTICO PARA EL NIÑO Y LA NIÑA PARA LOS PRÓXIMOS MESES

De acuerdo con el Centro de Predicción Climática (CPC) en el informe elaborado el 9 de octubre sobre la ocurrencia del fenómeno EL NIÑO/OSCILACIÓN DEL SUR (ENSO, por sus siglas en Inglés) se espera que en los próximos meses las temperaturas superficiales en las cuatro zonas del Pacifico que se identifican en la cartografía utilizada por el Centro se sitúen por debajo de los promedios por lo que se espera que prevalezcan las condiciones de La Niña.

Este fenómeno ya había sido detectado el pasado mes de septiembre de este año al observar la Evolución de las Temperaturas de Superficie Oceánicas (SSTs, por sus siglas en inglés) a través del Este y Centro del Océano Pacífico Ecuatorial. Los valores semanales más recientes de El Niño en la zona 3.4 estuvieron en -0.5°C, con otras regiones manteniéndose entre -0.1°C y -0.4°C. Las anomalías negativas de temperatura subsuperficial persistieron con temperaturas por debajo del promedio prevaleciendo desde la superficie hasta 200m de profundidad en la mitad este del Pacífico ecuatorial. El índice del Oscilación del Sur se mantuvo positivo por lo que el sistema acoplado océano-atmósfera refleja condiciones de ocurrencia de La Niña.

Las predicciones del Instituto Internacional de Investigación (IRI, por sus siglas en inglés) favorecen La Niña hasta el invierno del hemisferio norte 2025-26. El Conjunto Multi-Modelo de Norteamérica coincide, y basado en las anomalías recientes, se espera que continúe La Niña durante el invierno. En estos momentos, se espera que La Niña permanezca débil (valores promedio de 3-meses del Niño-3.4 en o entre -0.5°C y -0.9°C). Es menos probable que una La Niña débil resulte en impactos de invierno convencionales, aunque algunas señales de predictibilidad pueden influenciar las guías de pronóstico (por ejemplo, las perspectivas estacionales de CPC). En resumen, las condiciones de La Niña están presentes y se favorece que persistan hasta diciembre 2025 – febrero 2026, con una transición probable a ENSO-neutral en enero-marzo 2026 (probabilidad de 55%; Fig. 1).

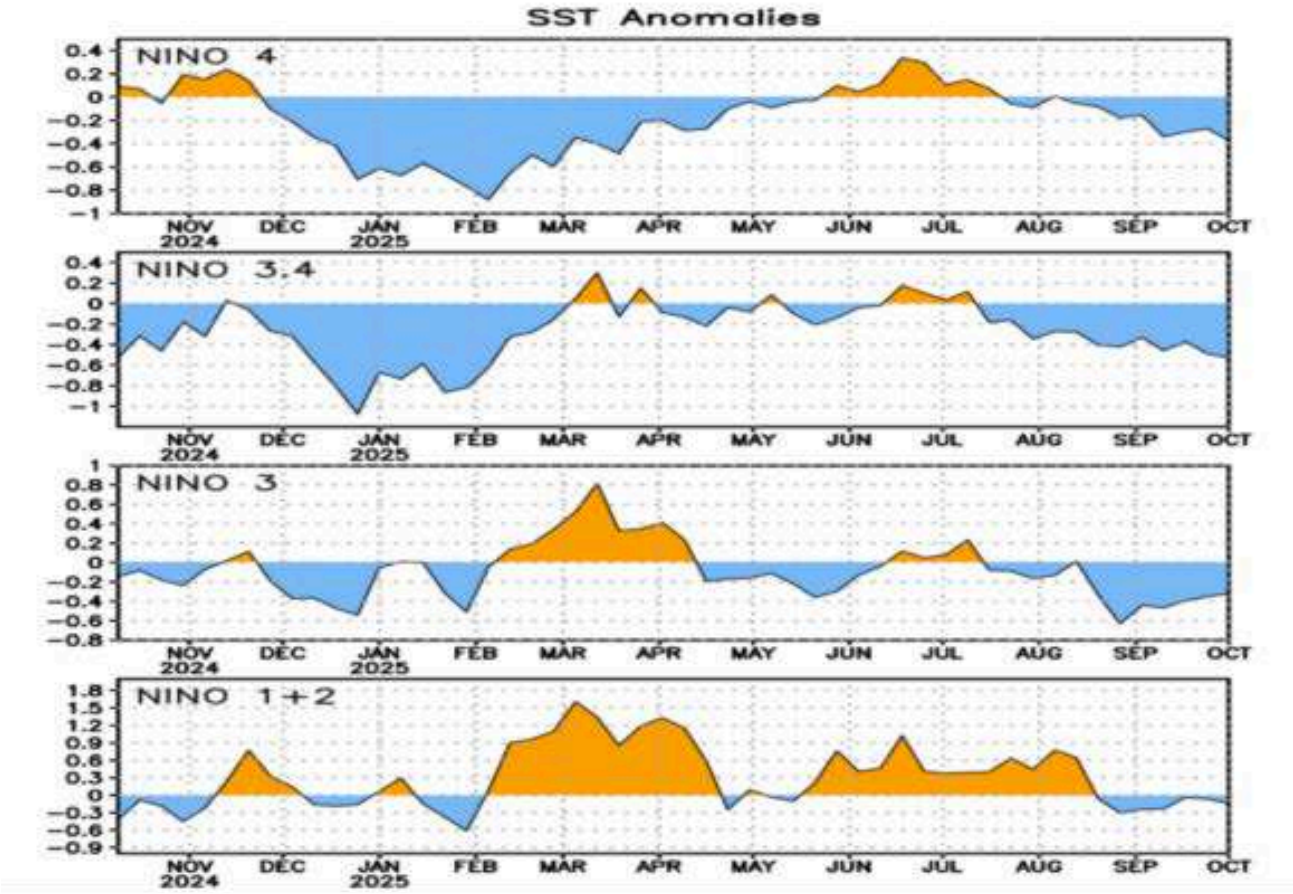
Gráfico 14 Probabilidades oficiales de ENSO para el índice de temperatura de la superficie del mar en la región que corresponde a las costas de Chile (actualizada el 9 de octubre 2025).



Fuente: NOAA National Oceanic and Atmospheric Administration

Notas: trimestres SON: Septiembre – Octubre – Noviembre; OND: Octubre Noviembre – Diciembre; NDE: Noviembre – Diciembre – Enero; DEF: Diciembre – Junio – Febrero; EFM: Enero – Febrero – Marzo; FMA: Febrero – Marzo – Ab; AM: Marzo – Abril – Mayo; AMJ: Abril – Mayo – Junio; MJJ: Mayo – Junio - Julio https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/figura07.gif

Gráfico 15 Series de Tiempo de las anomalías (en °C) de temperaturas de la superficie del océano (SST) en un área promediada en las regiones del Niño



Fuente: NOAA National Oceanic and Atmospheric Administration

Como conclusión, de acuerdo con la información de las variaciones en la temperatura superficial del Océano Pacífico, el Centro de Predicción Climática ha emitido una alerta de la presencia del fenómeno de La Niña, con temperaturas de la superficie del Pacífico por debajo de las registradas durante el período histórico 1991-2020 por lo que el pronóstico para las regiones situadas al sur del Ecuador en la costa del Pacifico son de una reducción de las precipitaciones. Para Chile, la presencia del fenómeno de La Niña implica un pronóstico de sequía.

ORGANIZACIONES DE USUARIOS DEL AGUA.

La Organizaciones de Usuarios de Aguas (OUA) son entidades privadas, reguladas por el Código de Aguas, responsables de la captación, conducción y distribución de las aguas a las que tienen derecho sus titulares. En los cauces naturales, se organizan en Juntas de Vigilancia, y en los cauces artificiales (canales, embalses) se organizan en Asociaciones de Canalistas o Comunidades de Aguas. No persiguen fines de lucro, obtienen personalidad jurídica por su registro ante la Dirección General de Aguas, y cumplen una función fundamental en la gestión del recurso hídrico.

Existen varios tipos de OUA. En términos agregados están las comunidades de aguas superficiales y las de aguas subterráneas. Las COMUNIDADES DE AGUAS SUPERFICIALES son aquellas en que los titulares obtienen el agua de una fuente natural superficial por medio de una obra hidráulica de aprovechamiento común. Por su parte, las COMUNIDADES DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (CASUB) son aquellas compuestas por el conjunto de titulares de derechos de agua que aprovechan las aguas de un mismo acuífero o sector hidrogeológico de aprovechamiento común (SHAC). Su función principal es el control de extracciones con el objeto de regular la explotación del acuífero a través del manejo de la información de usuarios, pozos y disponibilidad hídrica.

Las juntas de vigilancia agrupan a aquellas personas que hacen uso de aguas superficiales y subterráneas, dentro de una misma cuenca u hoya hidrográfica. Estas deben administrar y distribuir las aguas, además de explotar y conservar las obras de uso común, pudiendo realizar mejoras a las mismas, o construir nuevas, con autorización de la Dirección General de Aguas (DGA).

Las Comunidades de aguas se configuran en torno a un cauce artificial. En caso de hacer uso de las aguas de un acuífero o sector hidrogeológico de aprovechamiento común se denominan Comunidades de Aguas Subterráneas.

Las Asociaciones de canalistas hacen uso de las aguas de cauces artificiales y puede considerarse como una alternativa a una Comunidad de Aguas, mas no puede suplir a una Junta de Vigilancia.

Existen OUA que trabajan más allá de sus obligaciones legales, apoyando a otras más pequeñas e involucrando a la comunidad, no solo a los miembros de la Organización. En ocasiones las OUA llevan a cabo acuerdos con otros actores, como es el caso de empresas sanitarias y organizaciones de APR (Agua Potable Rural), para priorizar el suministro de agua para consumo humano, abarcando en consecuencia un problema de interés público; también están aquellas que consideran además temáticas ambientales como la calidad del agua. Por ello se estima que las OUA poseen una gran potencialidad para mejorar la gestión territorial y el cuidado del medio ambiente

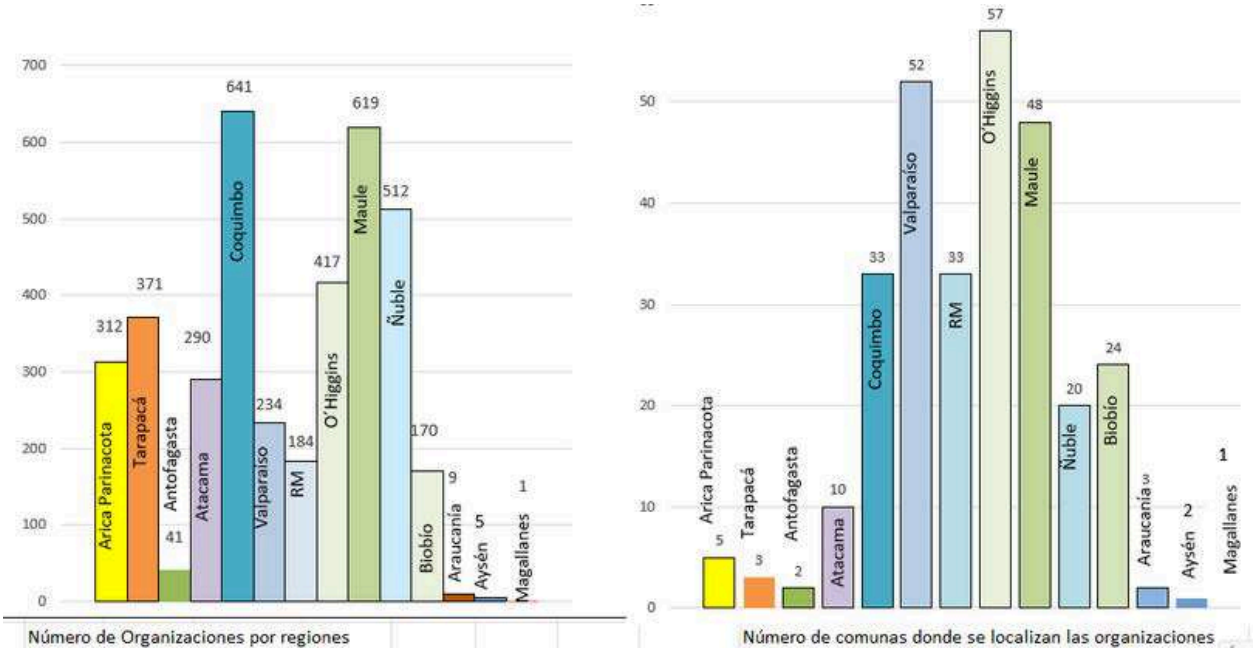
Existen en el país un total de 305 organizaciones de usuarios del agua. Estas son las Juntas de Vigilancia, las Asociaciones de Canalistas y las Comunidades de aguas Subterráneas y Comunidades de Aguas Superficiales. El cuadro y gráfico siguientes dan cuenta de las distintas organizaciones de usuarios por cada región del país y el número de comunas en las que operan. La Confederación de Canalistas de Chile, estima que en los hechos existe un número mucho mayor de organizaciones, las que a su parecer cumplen con una función pública de distribución del agua a cada uno de los usuarios, quienes alcanzan aproximadamente a los 350. 000.

Cuadro 11 Organizaciones de Usuarios del Agua. Número de ellas y de comunas en las que operan.

	Juntas de Vigilancia	Canalistas	Comunidades de Aguas Subterráneas	Comunidades de Agua de Pozos	Comunidades de Aguas superficiales	Total
Coquimbo	13	22		1	606	642
Maule	11	39			571	621
Ñuble	3	12			497	512
O´Higgins	11	48		3	358	420
Arica Parinacota	2			1	310	313
Atacama	2		2		286	290
Tarapacá					232	232
Valparaíso	5	25	12	2	192	236
Biobío	1	10			160	171
RM	7	70	1	3	106	187
Antofagasta					41	41
Aysén					5	5
Araucanía	2	7				9
Magallanes		1				1
	57	234	15	10	3364	3680

Fuente: Elaboración propia en base a información de la DGA alojada en el siguiente link: https://dga.mop.gob.cl/servicios-de-informacion/catastro-publico-de-aguas/registro-publico-de-organizaciones-de-usuarios/

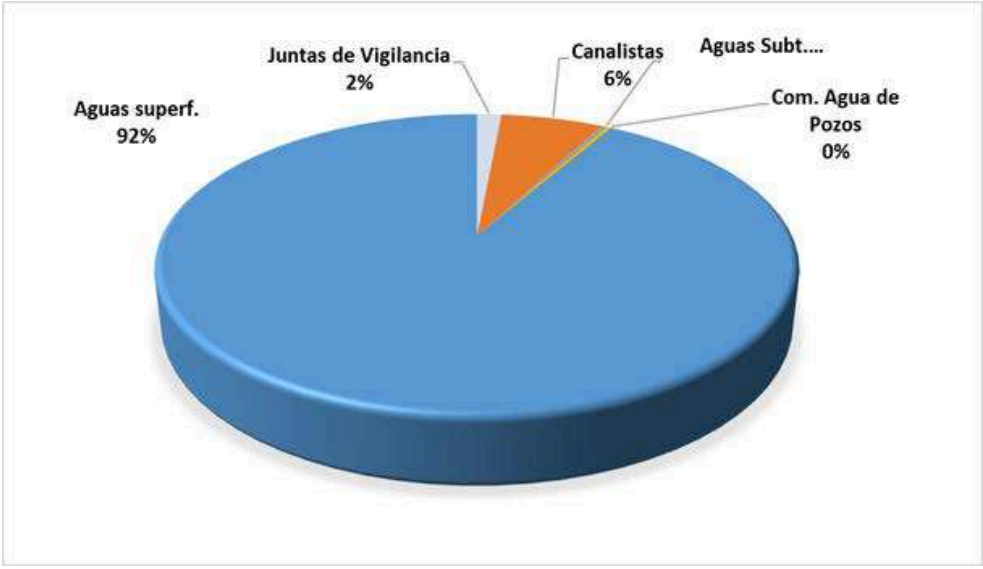
Gráfico 16 Organizaciones de usuarios de aguas. Número de ellas por región y número de comunas donde se localizan



Fuente: Elaboración propia con base en antecedentes de la DGA – MOP

Las regiones de Coquimbo, Maule y Ñuble concentran la mayor parte de las OUA, en tanto que en las regiones de Valparaíso, O´Higgins y Ñuble, están presentes la mayor parte de ellas. De otra parte, del total de OUA las Comunidades de Aguas Superficiales son las organizaciones más numerosas representando el 92% de la totalidad de las organizaciones. Le sigue a bastante distancia las Asociaciones de Canalistas.

Gráfico 17 Participación porcentual de las Organizaciones de Usuarios del Agua

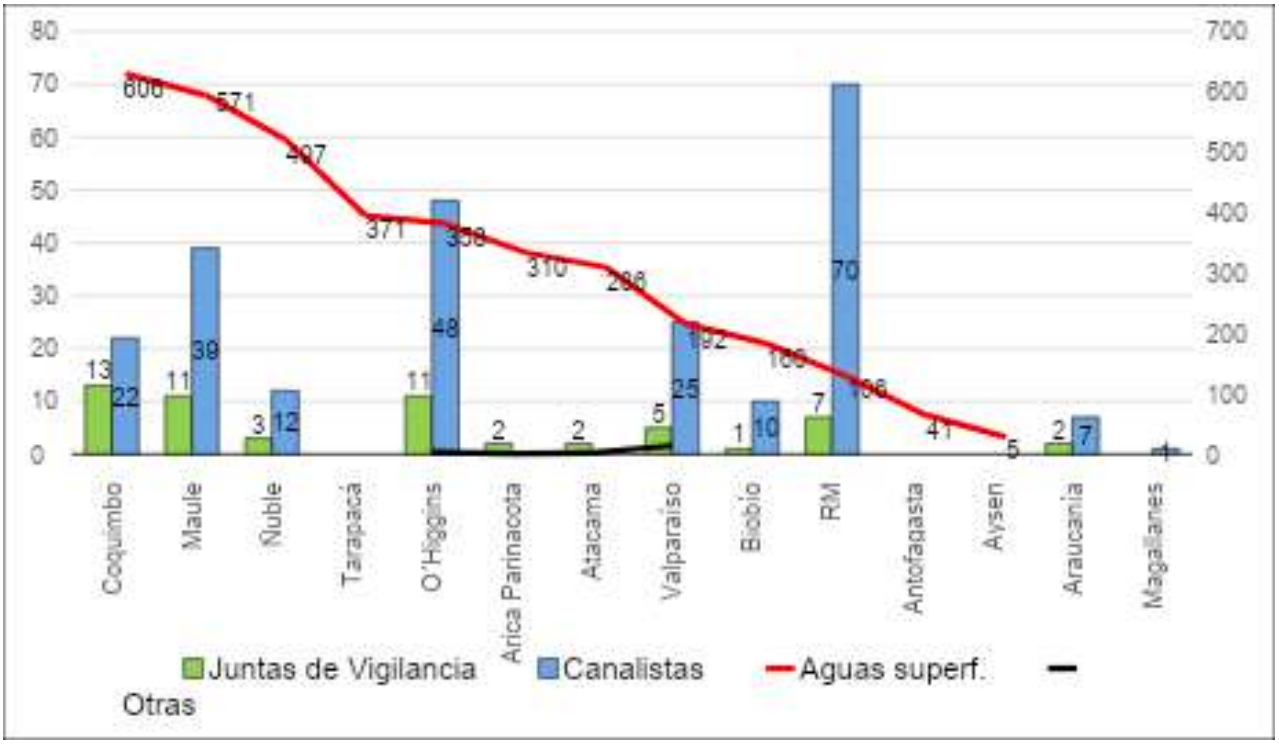


Fuente: Elaboración propia basada en los Registros de Organizaciones de Usuarios del Agua. DGA - MOP

Las OUA se benefician de cursos de capacitación sobre tenas de su interés, impartidos por diversas instituciones, entre ellas la Comisión Nacional de Riego (CNR), la que cuenta con un Programa de Capacitación Nacional a las OUA impartiendo cursos sobre riego, fortalecimiento de las OUA y otros y sitios especializados que aportan en la formación técnica sobre aspectos del riego. Por su parte Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio de Obras Públicas (MOP), ofrece regularmente cursis para el fortalecimiento de la administración y gobernanza de las OUA, para mujeres directoras de las OUA , etc.

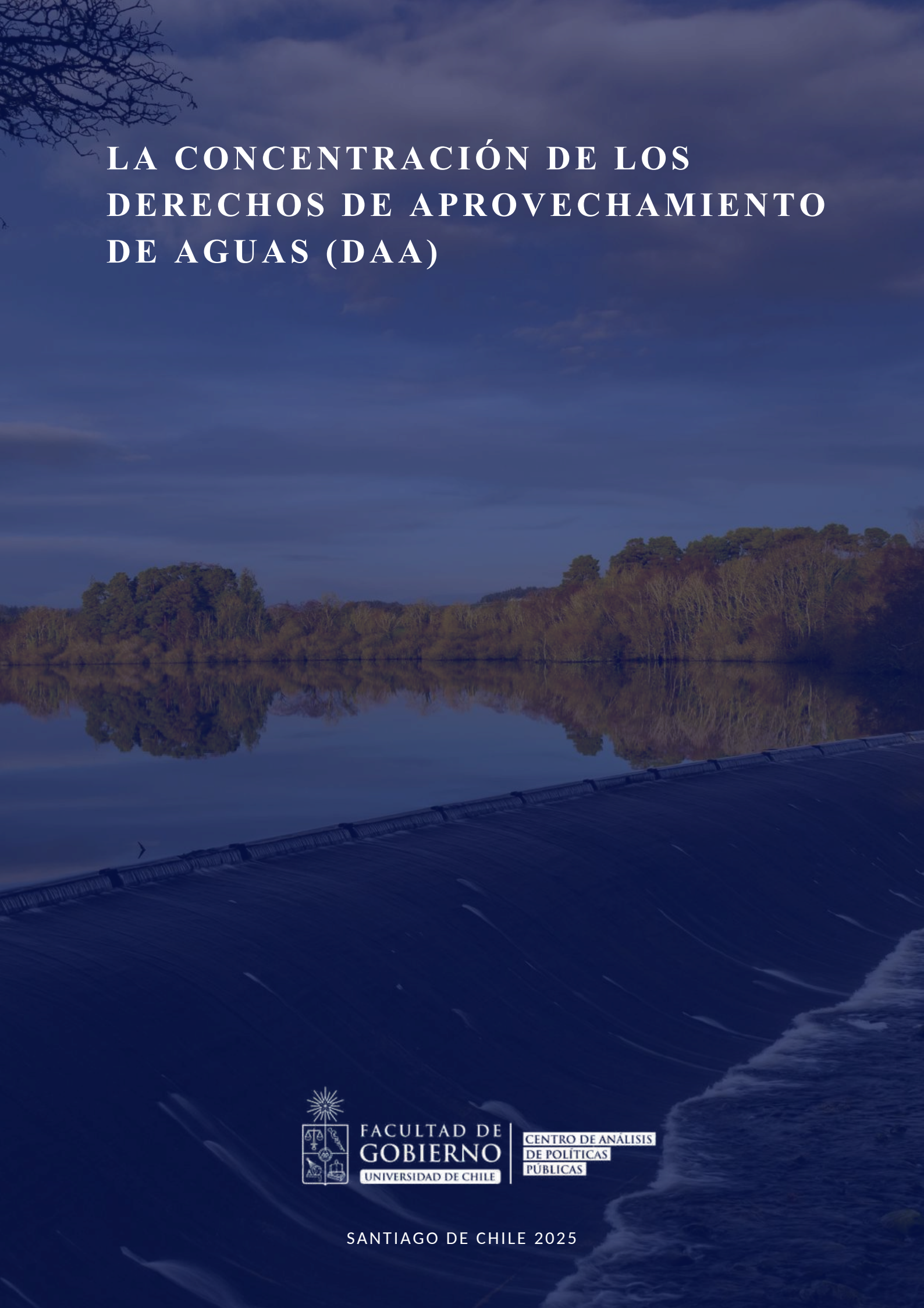
En términos de las regiones, Coquimbo concentra la mayor cantidad de OUA, correspondiendo, casi su totalidad, a Comunidades de Aguas superficiales. Le siguen Maule con 621 OUA y Ñuble con 521, la mayor parte de ellas también Comunidades de Aguas Superficiales.

Gráfico 18 Organizaciones de Usuarios del Agua. Número y tipo OUA por regiones



Desafíos. Existe un gran número de OUA de hecho y su regularización constituye uno de los primeros desafíos a emprender. Ello les habilitaría para acceder a un número importante de beneficios de parte de los organismos públicos relacionados al tema, como lo son la DGA, el Indap la CNR y otros.

El registro de las OUA en el Registro Público de OU (RPOU) conlleva grandes beneficios para las Organizaciones, ya que les permite obtener personalidad jurídica, con la cual pueden postular a instrumentos de fomento y fondos que permitan fortalecer su gestión y administración del recurso hídrico. Ejemplo de esto es la Ley de fomento al riego y algunos fondos del Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), entre otros, a través de los cuales las OU podrían acceder a diversas bonificaciones económicas
Mejorar la interacción con los organismos del sector público pertinentes. El compartir, validar y mejorar la información sobre caudales, compartir estudios sobre balances hídricos, disponibilidad hídrica, pronósticos y otros, contribuiría a mejorar la política pública y se aplicación en terreno así como para hacer frente a imprevistos.



LA CONCENTRACIÓN DE LOS DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS (DAA)

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

Se realizó una medición de la concentración de los DAA mediante una estimación de los coeficientes Gini, una de las medidas de desigualdad más conocidas para ello. Para ello se trabajó con la base de datos alojada en la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas . Esta contiene 150.211 registros con igual número de Derechos de Aprovechamiento de Aguas concedidos los que fueron agrupados según su condición de Derechos Consuntivos y Derechos No Consuntivos y dentro de ellos, de acuerdo con la clasificación por usos, esto es Bebida/Uso Doméstico/Saneamiento, Riego, Silvoagropecuario, Usos Industriales, Minería, Energía Hidroeléctrica y Otros Usos.

Dado que una persona o empresa titular de DAA puede tener uno o varios de estos derechos, se realizó un análisis de la base de datos original para detectar estos casos y reagruparlos bajo el nombre correspondiente para tener información más depurada y saber realmente cuántos son los caudales entregados ya sea en uno o en un conjunto de DAA. También se eliminaron los DAA con información básica incompleta (como por ejemplo las unidades de medida del caudal). Tampoco fueron considerados títulos concedidos como acciones, cuadras y otros. Finalmente se llegó a luna base de datos reagrupada según usos declarados, cuya síntesis está en el cuadro que sigue a continuación. Como se puede ver, realizados estos ajustes, el número de titulares de DAA se reducen a 75.231 concentrándose la mayor proporción de ellos en el uso de “Riego”.

Cuadro 12 Resumen de número de DAA y caudales entregados, según usos declarado.

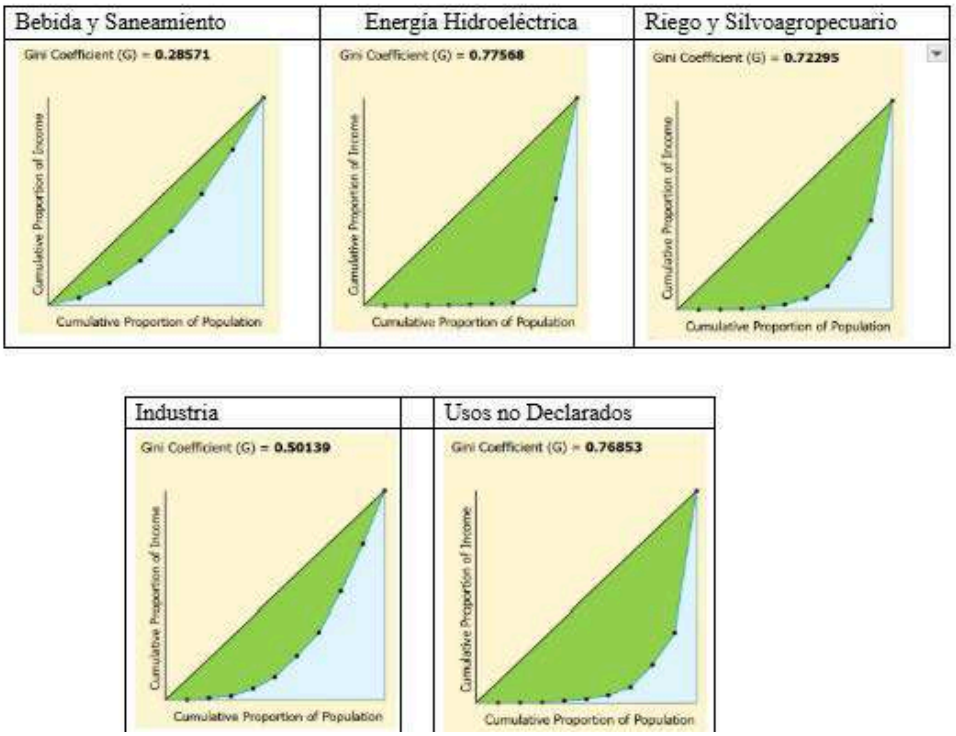
USOS CONSUNTIVOS	NUMERO DAA	%	SIN DUPLICACION	%	CAUDAL (l/s)	%
Bebida/Uso Doméstico/Sanea	19.968	14,6	11.349	15,1	4.358.160	1,5
Energía Hidroeléctrica	5.375	3,9	1.349	1,8	6.596.998	2,2
Otros Usos	4.630	3,4	2.676	3,6	879.905	0,3
Para observación y análisis	15	0	6	0	406	0
Piscicultura	2.055	1,5	578	0,8	1.341.813	0,5
Riego	45.688	33,3	27.788	36,9	261.623.602	89
Silvoagropecuario	194	0,1	92	0,1	1.769	0
Uso Industrial	1.238	0,9	800	1,1	1.386.451	0,5
Uso Medicinal	10	0	7	0	83	0
Uso Minero	407	0,3	152	0,2	1.271.703	0,4
USOS NO DECLARADOS	57.612	42	30.434	40,5	16.517.113	5,6
TOTAL	137.192	100	75.231	100	293.978.003	100

Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos de DAA alojada en la DGA - MOP

En cuanto a los niveles de concentración en los DAA, éstos se estimaron para usos consuntivos y usos no consuntivos y dentro de ellos, agrupados por usos.

Los gráficos que siguen a continuación muestran los Coeficientes Gini obtenidos

Gráfico 19 Coeficiente Gini y Curva de Lorenz para usos No Consuntivos según usos



Como se puede apreciar, el Coeficiente Gini más elevado, el mayor grado de concentración de los DAA, corresponde a los titulares que obtuvieron para usos de generación de energía hidroeléctrica, apareciendo en segundo lugar, el grupo de usos no declarados.

Cuadro 13 DAA No Consuntivos. Resumen de los valores del Coeficiente Gini ordenados de mayor a menor

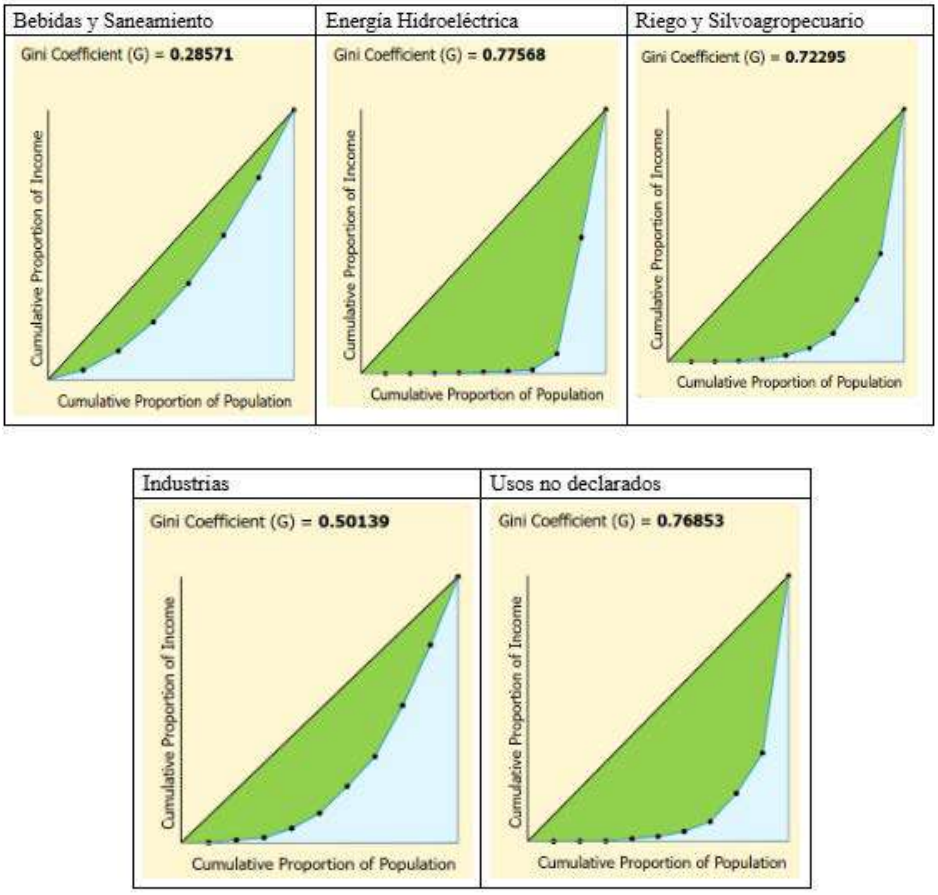
Categoría	Valor del Coeficiente Gini
Energía Hidroeléctrica	77.568
Usos No Declarados	76.583
Riego y Silvoagropecuario	72.295
Industria	50.139
Bebida y Saneamiento	28.571

Fuente: Elaboración propia

USOS CONSUNTIVOS

En el caso de los coeficientes Gini de las DAA Consuntivos, la situación es la que sigue.

Gráfico 20 Coeficiente Gini y Curva de Lorenz para usos Consuntivos según usos



Cuadro 14 DAA Consuntivos y No Consuntivos. Resumen de los valores del Coeficiente Gini ordenados de mayor a menor

DAA Consuntivos		DAA No Consuntivos	
Usos	Gini	Usos	Gini
Riego y Silvoagropecuario	0,72932	Energía Hidroeléctrica	0,77568
Energía Hidroeléctrica	0,68398	No Declarado	0,76853
Bebida y Saneamiento	0,66329	Riego y Silvoagropecuario	0,72295
Industria	0,54012	Industria	0,50139
Minería	0,53872	Bebida y Saneamiento	0,28571

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver, el mayor grado de concentración en los Usos Consuntivos corresponde a Riego y Silvoagropecuario, en cuanto que para los DAA No Consuntivos, la mayor concentración ocurre en Energía Hidroeléctrica, seguido a corta distancia por Usos No Declarados y nuevamente Riego y Silvoagropecuario
.
No puede dejar de ser mencionado el hecho de que la información de los DAA por usos no refleja exactamente la realidad de cada uno de ellos. En efecto, por ejemplo en los Usos No Declarados, hay una proporción no menor de casos de empresas con actividades agrícolas u otras. Una asignación más rigurosa por usos probablemente daría un nivel de concentración más elevado aun para Riego y Silvoagropecuario.

LOS OBJETIVOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS) Y EL AGUA

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), también conocidos como Objetivos Globales, fueron adoptados por las Naciones Unidas en 2015 como un llamamiento universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que para el 2030 todas las personas disfruten de paz y prosperidad.

Se han definido y acordado 17 ODS, uno de los cuales, el 6 se refiere a garantizar la disponibilidad de agua, su gestión sostenible y el saneamiento para todos. Este OSD contiene ocho metas y 11 indicadores.

Chile tiene una alta tasa de cumplimiento general de los ODS. Un informe de evaluación preparado en 2024, indica que el país registra un 77,82% de cumplimiento de las metas, frente al 77,25% de los países de la OCDE y el 70,15% de América Latina y el Caribe

Figura 3. Los 17 Objetivos para el Desarrollo Sostenible Agenda 2030



Fuente: PNUD

La figura y cuadro siguientes referidos al ODS 6 y muestran las ocho metas desagregadas y los indicadores acordados para medir los avances a alcanzar hacia el año 2030.

Un reciente informe de evaluación de los avances en el cumplimiento de las metas de los ODS a nivel mundial muestra a Chile en el lugar 32 sobre un total de 167 países del mundo, siendo el país de América Latina y Caribe mejor posicionado en la región e incluso superando a los Estados Unidos.

Figura 4 Las ocho metas definidas para el ODS 6.



Fuente: Elaboración propia



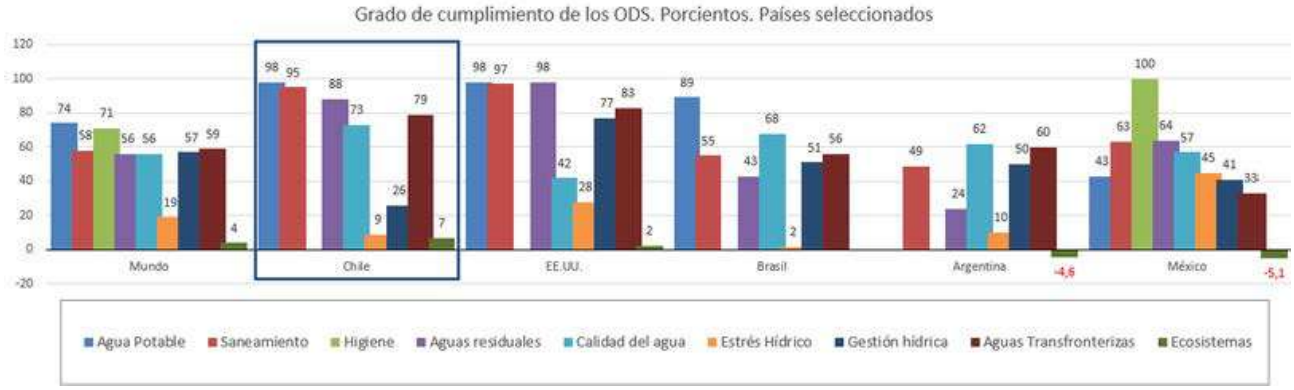
Cuadro 15 El ODS 6 sus metas e indicadores

ODS	Meta	Indicador	Descripción
6	61	611	Proporción de la población que utiliza servicios de agua potable gestionados de forma segura.
6	62	621	Proporción de la población que utiliza servicios de saneamiento gestionados de forma segura, incluidos un lugar para lavarse las manos con agua y jabón.
6	63	631	Proporción de aguas residuales domésticas e industriales tratadas adecuadamente.
6	63	632	Proporción de cuerpos de agua con buena calidad del agua.
6	64	641	Cambio en la eficiencia del uso del agua en el tiempo.
6	64	642	Nivel de estrés hídrico: extracción de agua dulce en proporción a los recursos de agua dulce disponibles.
6	65	651	Grado de implementación de la gestión integrada de los recursos hídricos (de 0 a 100).
6	65	652	Proporción de cuencas transfronterizas con un acuerdo operacional para la cooperación en materia de agua.
6	66	661	Cambio en la extensión de los ecosistemas relacionados con el agua en el tiempo.
6	6.a	6.a.1	Cantidad de asistencia oficial para el desarrollo relacionada con el agua y el saneamiento que forma parte de un plan coordinado de gastos del gobierno.
6	6.b	6.b.1	Proporción de unidades administrativas locales con políticas y procedimientos establecidos para la participación de las comunidades locales en la gestión del agua y el saneamiento.

Fuente. Elaboración propia con información de UN Water

Específicamente sobre el ODS 6, el desempeño del país es superior al promedio mundial y Argentina, Brasil y México, y muy similar al de los Estados Unidos en varios indicadores tales como Agua Potable y Saneamiento. No obstante ello, el país debe enfrentar desafíos complejos pero ineludibles en materia de estrés hídrico , Gestión de los Recursos hídricos y gestión de los ecosistemas vinculados al agua.

Gráfico 21 Chile, promedio mundial y países seleccionados. Grado de cumplimiento del ODS 6.



Fuente. Elaboración propia con información de UN Water

A continuación se presentan los niveles de cumplimiento para cada uno de los 11 indicadores correspondientes a las ocho metas definidas para el ODS 6 para el año de medición disponible.

Cuadro 16. ODS 6. Metas establecidas y su grado de cumplimiento

Indicadores	Cumplimiento	Medición	Año
6.1.1 Agua potable	98%	Proporción de la población	2024
6.2.1a Saneamiento	95%	Proporción de la población	2024
6.2.1b Higiene	100%	Proporción de la población	2024
6.3.1 Agua residual	88%	Proporción de aguas residuales tratadas	2024
6.3.2 Calidad del agua	73%	Proporción de cuerpos de agua con buena calidad comparado con otros países (y zonas) de la región	2023
6.4.1 Eficacia	7,5 $/m³	Valor Agregado/m3	2021
6.4.2 Estrés hídrico	9%	Extracción de agua dulce en proporción a los recursos de agua dulce disponibles	2021
6.5.1 Gestión del agua (GIRH)	26%	Grado de implementación de la gestión integrada de los recursos hídricos (0-100)	2023
6.5.2 Transfronterizo	79%	Proporción de superficie de cuencas transfronterizas bajo arreglos operacionales	2023
6.6.1 Ecosistemas relacionados al agua	7,05%	Cambio en la extensión permanente de las aguas superficiales comparado con período de referencia 2000-2019, en Chile y otros	2000-2019
6.a.1 Cooperación	n.d.	Cantidad de asistencia oficial para el desarrollo relacionada con el agua y el saneamiento recibida por Chile	2017
6.b.1 Participación	+	N. de subsectores(de 6) con alto nivel de participación en las Comunidades	2021

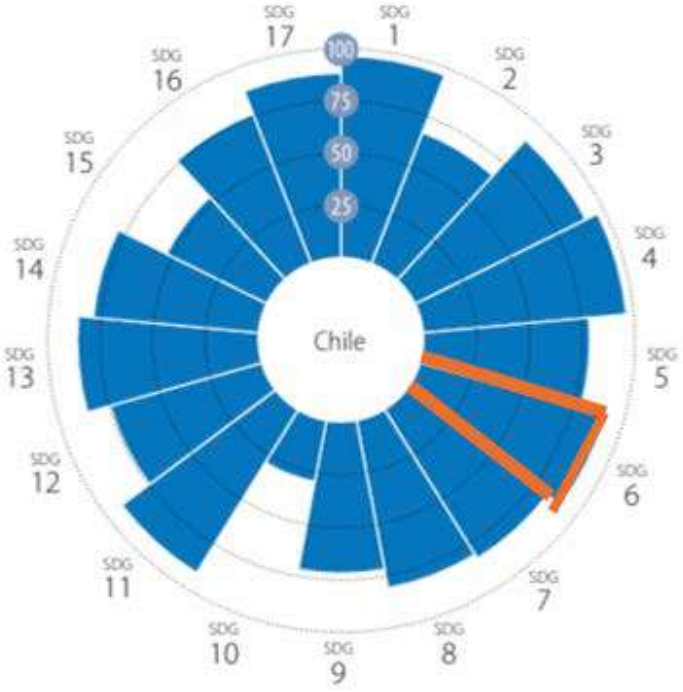
Fuente: UN Water

La evaluación realizada el año 2024 por un grupo de especialistas liderados por el premio Nobel Jeffrey Sachs, muestra los siguientes resultados:

Ranking de países: Posición 32 sobre un total de 167 países; Ranking del país: 77,8 superior al promedio regional que es de 77,2.

El estudio estimó el avance promedio logrado para cada uno de los 17 ODS. Los que se presentan en el gráfico que sigue.

Gráfico 22. Resultados promedios para cada uno de los 17 ODS



Fuente: The SDGs and the UN Summit of the Future. Sustainable Development Report 2024. París

Los resultados para el ODS 6, se muestran en el siguiente cuadro

Cuadro 17 Evaluación del performance para avanzar en el cumplimiento del ODS 6

Población que utiliza al menos servicios básicos de agua potable (%)	100,0	2022		
Población que utiliza al menos servicios básicos de saneamiento (%)	100,0	2022		
Extracción de agua dulce (% de los recursos de agua dulce disponibles)	9,0	2021		
Aguas residuales antropogénicas que reciben tratamiento (%)	71.9	2020		
Escaso consumo de agua incorporado en importaciones (m3 H2Oeq/cápita)	1.319,8	2024		
Población que utiliza servicios de agua gestionados de forma segura (%)	98,8	2022		
Población que utiliza servicios de saneamiento gestionados de forma segura (%)	95.3	2022		

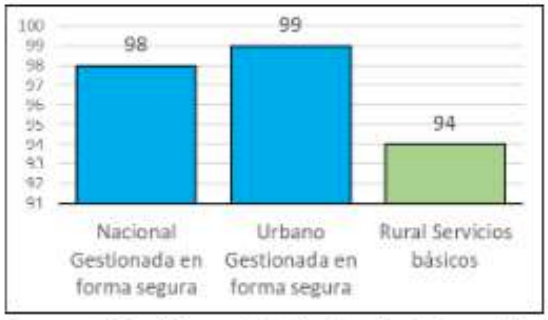
Fuente: The SDGs and the UN Summit of the Future. Sustainable Development Report 2024. París

DESAGREGACIÓN DE RESULTADOS POR ÁMBITO URBANO Y RURAL

La evaluación de UN Water y la realizada por el Ministerio de Desarrollo Social sobre base de información de los entes públicos relacionados, permite avanzar en una mirada más desagregada por indicador. Es lo que se analiza a continuación

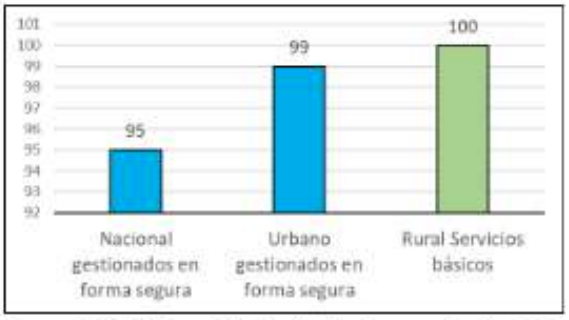
Al analizar los resultados con un mayor nivel de detalle, se presentan visualmente algunos indicadores diferenciados para los contextos urbano y rural. Los gráficos incluidos a continuación permiten observar, en ciertos casos, la desagregación específica de cada una de las metas evaluadas. Asimismo, otros gráficos muestran la posición relativa de Chile en comparación con una selección de países, lo que ofrece una perspectiva sobre el desempeño nacional en relación con el contexto internacional.

Gráfico 23 Indicador 6.1.1. Proporción de la población nacional, urbana y rural que utiliza servicios de agua potable gestionados de forma segura



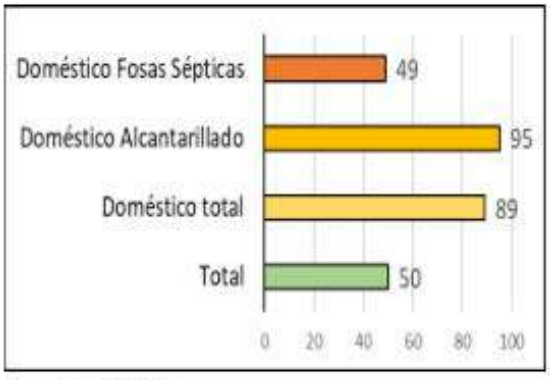
Fuente: UN Water, Ministerio de Desarrollo Social

Gráfico 24 Indicador 6.2.1 Proporción de la población que utiliza servicios de saneamiento gestionados de forma segura en Chile, por nivel de servicio y ubicación (2024)



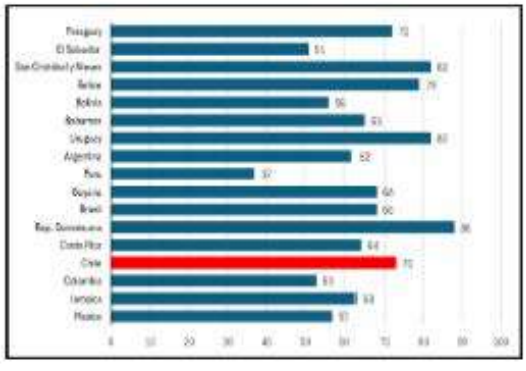
Fuente: UN Water, Ministerio de Desarrollo Social

Gráfico 25 Indicador 6.3.1 Proporción del caudal de aguas residuales tratadas (de forma segura) en Chile, por fuente (2020-2022)



Fuente: UN Water

Gráfico 26 Indicador 6.3.2 Proporción de masas de agua con buena calidad ambiental en Chile (2023), comparado con otros países (y zonas) de la región



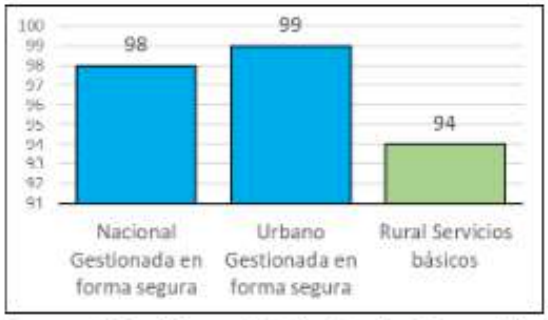
Fuente: UN Water

DESAGREGACIÓN DE RESULTADOS POR ÁMBITO URBANO Y RURAL

La evaluación de UN Water y la realizada por el Ministerio de Desarrollo Social sobre base de información de los entes públicos relacionados, permite avanzar en una mirada más desagregada por indicador. Es lo que se analiza a continuación

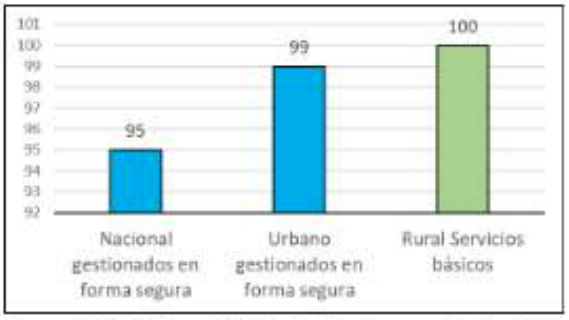
Al analizar los resultados con un mayor nivel de detalle, se presentan visualmente algunos indicadores diferenciados para los contextos urbano y rural. Los gráficos incluidos a continuación permiten observar, en ciertos casos, la desagregación específica de cada una de las metas evaluadas. Asimismo, otros gráficos muestran la posición relativa de Chile en comparación con una selección de países, lo que ofrece una perspectiva sobre el desempeño nacional en relación con el contexto internacional.

Gráfico 23 Indicador 6.1.1. Proporción de la población nacional, urbana y rural que utiliza servicios de agua potable gestionados de forma segura



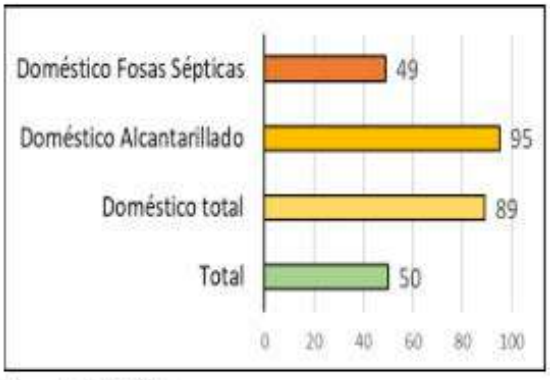
Fuente: UN Water, Ministerio de Desarrollo Social

Gráfico 24 Indicador 6.2.1 Proporción de la población que utiliza servicios de saneamiento gestionados de forma segura en Chile, por nivel de servicio y ubicación (2024)



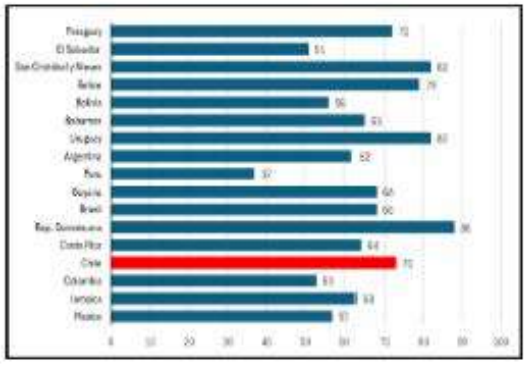
Fuente: UN Water, Ministerio de Desarrollo Social

Gráfico 25 Indicador 6.3.1 Proporción del caudal de aguas residuales tratadas (de forma segura) en Chile, por fuente (2020-2022)



Fuente: UN Water

Gráfico 26 Indicador 6.3.2 Proporción de masas de agua con buena calidad ambiental en Chile (2023), comparado con otros países (y zonas) de la región



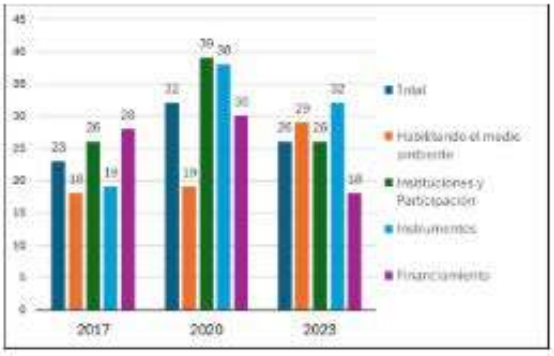
Fuente: UN Water

Gráfico 27 Chile. Indicador Caudal de aguas residuales domésticas generado, transportado a tratamiento y tratado de forma segura por instalación sanitaria (2024)



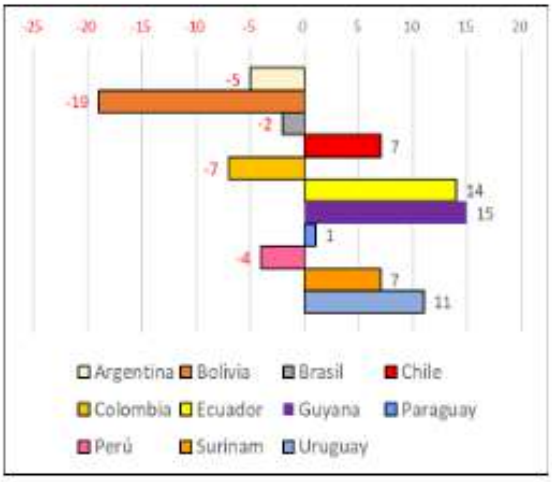
Fuente. UN Water

Gráfico 28 Chile. Indicador 6.5.1 Grado de implementación de la gestión integrada de los recursos hídricos (0-100) progreso a lo largo del tiempo, por dimensión



Fuente. UN Water

Gráfico 29 Cambio en la extensión de las aguas superficiales permanentes respecto período de referencia 2000-2019, en Chile y otros países de Sudamérica (datos de 2017-2021)



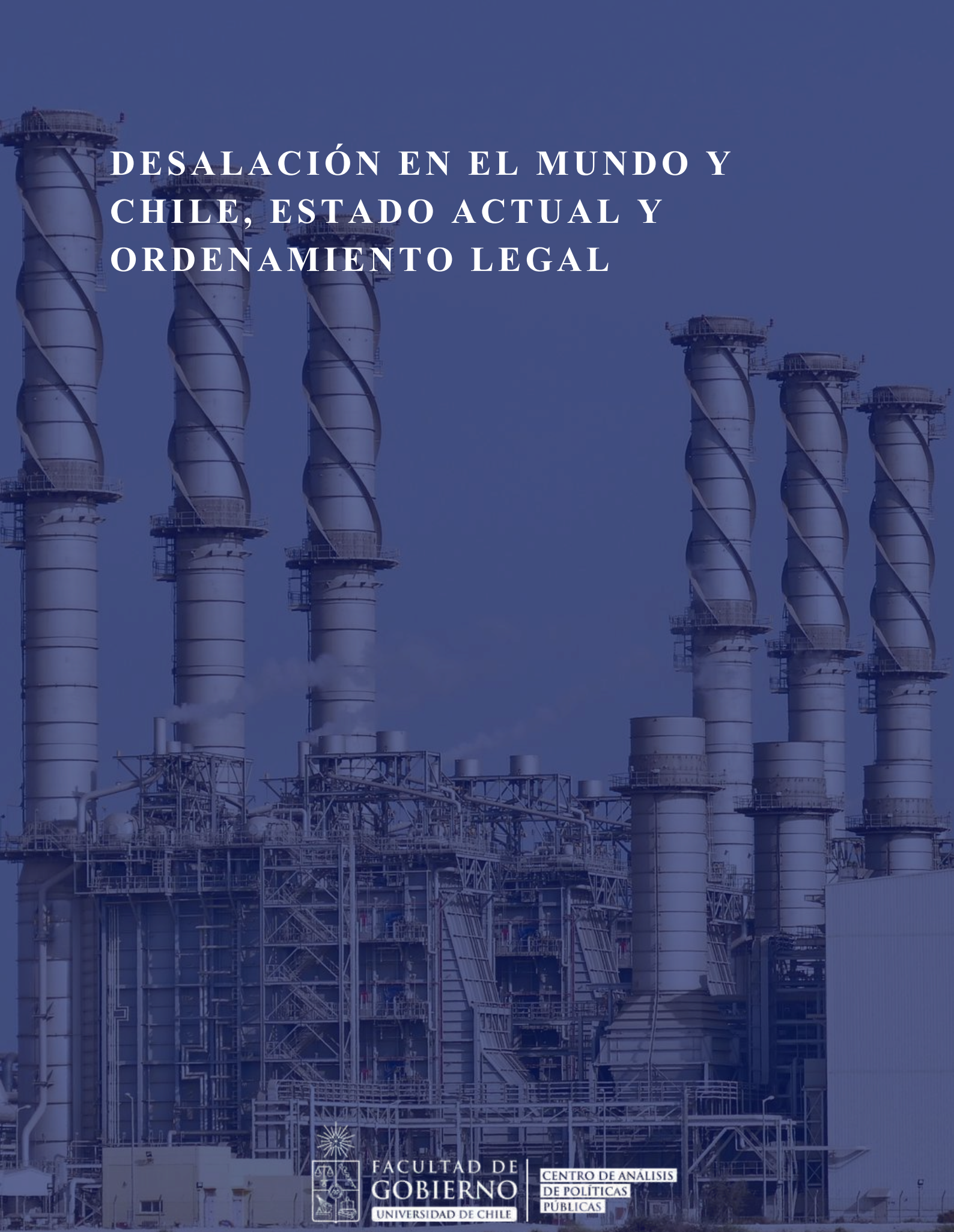
Fuente. UN Water, PNUMA

Gráfico 30 Chile. Indicador Proporción de grandes lagos con alta variación en turbidez y estado trófico comparado con período de referencia 2006-2019 (datos de 2017-2021).



Fuente. UN Water, PNUMA

DESALACIÓN EN EL MUNDO Y CHILE, ESTADO ACTUAL Y ORDENAMIENTO LEGAL



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

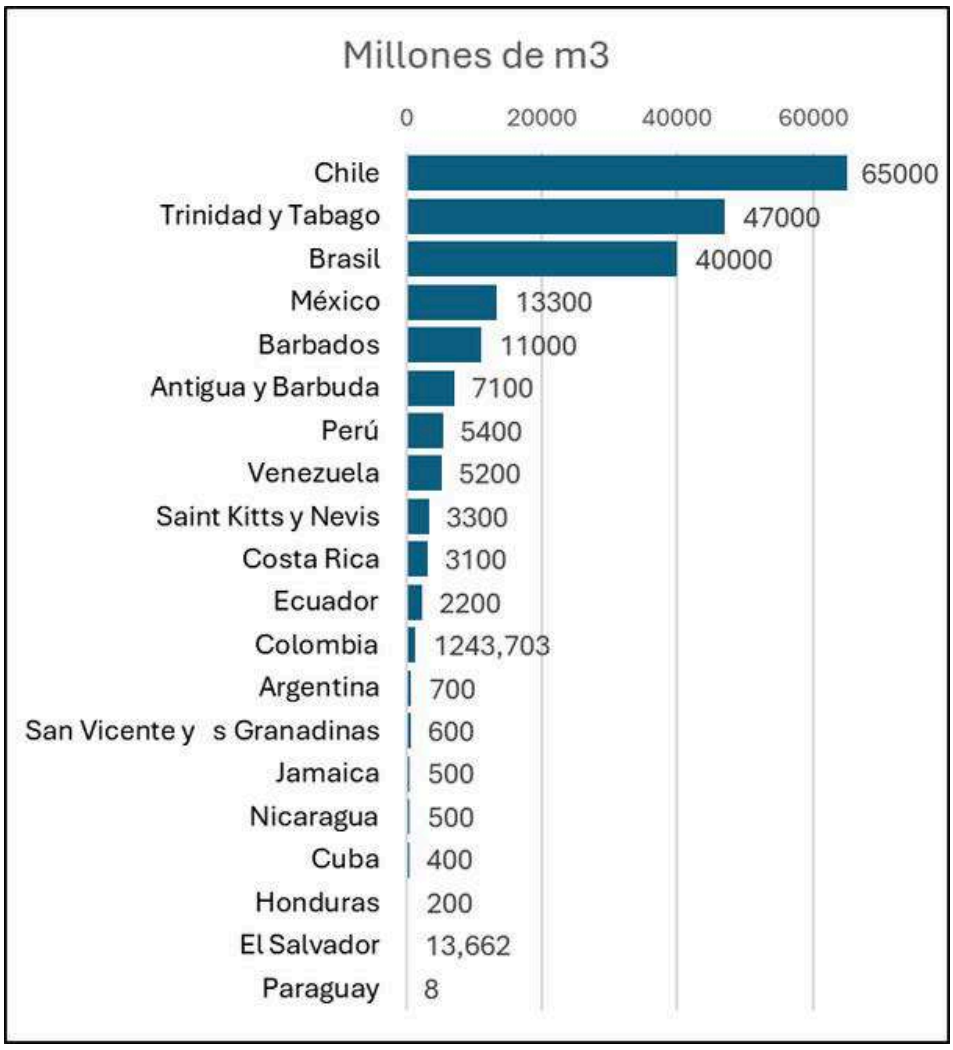
SANTIAGO DE CHILE 2025

PANORAMA DE LATINOAMÉRICA Y EL CARIBE

Un total de veinte países de la región cuentan con plantas de desaladoras para producir agua dulce. Como sucede a nivel global, la demanda de agua para consumo humano, saneamiento y determinados procesos industriales y mineros, crece sostenidamente como consecuencia del crecimiento de la población, el crecimiento económico y el desarrollo social entre otros factores. En algunos países como los pequeños estados insulares del Caribe, han debido enfrentar esta situación mediante la instalación de plantas desaladoras, algunas de ellas, entre las de mayor capacidad de las existentes en la región. En el caso de Chile tal como se verá poco más adelante, la desalación ha sido la única alternativa viable para asegurar el consumo de algunas ciudades del norte del país, como también para cubrir las demandas de la minería del cobre.

América Latina y el Caribe cuentan con una capacidad de producción de 212.173 millones de m3 de agua desalada. Chile ocupa el primer lugar en la región con una capacidad de producción de 65.000 millones, seguido de Brasil, México, Trinidad y Tobago y Perú.

Gráfico 33 América Latina y el Caribe. Plantas desaladoras y sus capacidades de producción (Millones de metros cúbicos)



Fuente: Banco Mundial, Aquastat (FAO)

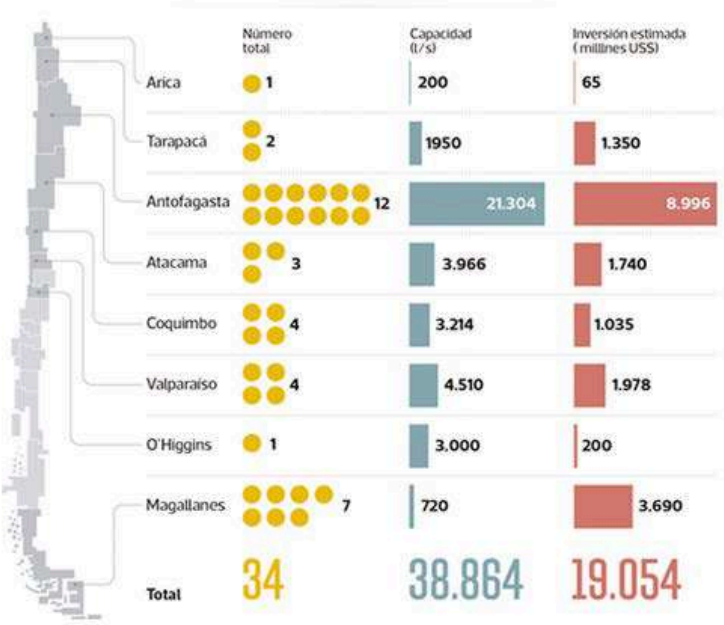
LA DESALACIÓN EN CHILE
UN MAPA DE LA DESALINIZACIÓN EN CHILE

A lo largo de la costa chilena, se registran actualmente 22 plantas desaladoras, las que se concentran principalmente en las regiones del norte y centro del país, donde la aridez es más pronunciada y la demanda de agua, especialmente para la industria minera, es proporcionalmente mayor.

En enero del 2024, el Gobierno anunció la construcción de cuatro plantas desaladoras en la Región de Coquimbo. En tanto, en Antofagasta, opera la primera planta que abastece de agua a la población desde el 2003, mientras que en Atacama se emplazó la primera planta desaladora financiada íntegramente por el Estado, la que entrega agua a los habitantes de Caldera, Chañaral, Copiapó y Tierra Amarilla.

Chile es el país de América Latina con mayor capacidad de desalinización, una tecnología ligada a la expansión de la minería que necesita agua en el desierto del norte del país, pero que en los últimos 20 años también ha comenzada a ser utilizada para el consumo humano. Un cambio legal importante que puede impulsar aún más la realización de proyectos de desalación ha sido la promulgación de una ley que permite al Ministerio de Obras Públicas (MOP) construir desalinizadoras, ya sea directamente o mediante concesiones, con el objetivo de proveer agua potable.

Figura 5 Chile. Mapa de las Plantas desaladoras



Fuente: Asociación Chilena de Desalación y Reuso (ACADES)

Diariamente se producen poco menos de 500.000 metros cúbicos de agua desalada (5.500 litros/segundo) extraída del mar y se estima que en los próximos cinco años esta cifra podría superar el millón de metros cúbicos diarios, tanto para el uso minero e industrial como para el consumo humano. Hasta ahora no se conocen proyectos relevantes para la producción agrícola, por cuanto este sector controla y utiliza, a través de los derechos de aprovechamiento, grandes volúmenes de agua dulce, medido a través de los caudales otorgados de manera gratuita y a perpetuidad, que son extraídos de fuentes tradicionales o de los embalses construidos por el Estado.

La desalinización de agua de mar se está desarrollando en Chile casi como la única alternativa para suministrar agua a las regiones del norte de Chile, cuya tasa de pluviosidad en algunas localidades incluso no supera los 5 mm al año.

El Consejo de Políticas de Infraestructura, CPI, ha señalado que ha sido justamente la crisis climática lo que ha impulsado la implementación de tecnologías innovadoras para asegurar el suministro de agua. A juicio del CPI la desalinización del agua de mar es una de las soluciones más prometedoras. A pesar del panorama favorable que enfrentó Chile durante el año 2024 caracterizado por intensas y prolongados períodos de lluvias la situación nuevamente se deterioró durante 2025, que registra reducciones tanto en las precipitaciones como en los caudales de prácticamente todos los ríos de Chile. La construcción de plantas desaladoras para el consumo humano se ha incrementado en las últimas dos décadas como una solución a la mega sequía que atraviesa el país desde hace varios años. Sin embargo, las primeras plantas fueron construidas especialmente para la minería con el propósito de reemplazar sus fuentes tradicionales de abastecimiento de agua desde la cordilleranas, las que se han estado reduciendo significativamente.

Investigadores del Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), han señalado que la desalación es una estrategia válida para enfrentar la sequía en un contexto de cambio climático en la medida que nos permita extraer agua de forma sustentable desde el borde costero y porque además no se vislumbra otra opción viable para muchas ciudades y localidades rurales del país, especialmente las del norte y del secano costero. Según el CEAZA, sólo en el caso de la Región de Coquimbo, las actuales reservas de agua embalsada apenas llegan a un 4%.

Sin embargo, desde la Fundación Terram, se plantea que las plantas desalinizadoras, si bien pueden ser una alternativa, no necesariamente deben considerarse como la única respuesta. Para algunos investigadores es necesario también evaluar la forma en que se están utilizando los recursos hídricos, especialmente en la agricultura, que tal como se ha señalado en informes anteriores del estado de medio ambiente, sigue utilizando grandes cantidades de agua en la plantación de nuevas especies, incluso expandiendo la superficie cultivada, sin considerar que las condiciones climáticas se han estado modificando dramáticamente en los últimos 40 años.

Esta visión es compartida por investigadores del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2) de la Universidad de Chile, desde donde ha señalado que la desalación está focalizada en resolver la crisis ampliando la disponibilidad del recurso sin atender con igual dedicación proponer e implementar medidas que puedan frenar o limitar la excesiva expansión de la demanda.

La crisis hídrica, que sin duda es un fenómeno mundial, debe ser abordada desde a lo menos, dos dimensiones. Por una parte, lo que se ha observado, es una sequía que tiene causas meteorológicas, la que a su vez se puede explicar en gran medida por los efectos del cambio climático. Por otra parte, como se demuestra en la evidencia presentada en las secciones anteriores de este capítulo, también existe una sequía que es de origen hidrológico antropocénico, es decir aquella que se produce por las acciones humanas que alteran el ciclo hidrológico, especialmente las de carácter productivo, que, en el caso de Chile, son altamente dependientes del uso del agua. Por esta razón es que Chile sigue presentando un alto índice de stress hídrico y consecuentemente, un país de alta vulnerabilidad.

POTENCIALES IMPACTOS AMBIENTALES DE LAS DESALINIZADORAS

El proceso de desalación por osmosis inversa del agua de mar debe considerar los impactos ambientales que se producen no sólo en el entorno donde se construyen las plantas sino también en la etapa de captación del agua, en la descarga de la salmuera y en el uso de energía que necesita la planta para funcionar.

Durante la captación del agua se señala que debido al gran volumen que se extrae, con alta velocidad de succión y sin discriminar lo que se está extrayendo de manera violenta, es probable que se produzcan pérdidas de organismos que están en fases tempranas de desarrollo, ya sean peces o invertebrados. También puede ocurrir que animales más grandes, como peces o equinodermos, dependiendo de la biodiversidad marina en la zona, queden atrapados en las rejillas. Puede haber otros organismos marinos, como algas, que logran entrar al sistema de la planta y empiecen a formar colonias y luego comunidades al interior de la planta desaladora, lo que, además de poner en riesgo su funcionamiento, pueden ser fuentes de contaminación.

Una vez que se extrae la sal del agua es preciso devolver al mar la porción de agua que retiene la sal extraída, la que forma una pasta con un alto nivel de densidad, que, si no se diluye con suficiente rapidez, termina depositada en el fondo marino lo que puede tener consecuencias importantes sobre los ecosistemas que habitan en la arena.

También aumenta la salinidad en el entorno de la zona donde se produce la descarga que puede afectar la fisiología de los organismos que viven adaptados a unas concentraciones de sales muy específicas. Existe coincidencia en los centros académicos de la importancia de realizar este tipo de análisis con anterioridad a la instalación de plantas desaladoras para que se ubiquen en lugares donde haya baja biodiversidad y así la afectación sea menor.

En síntesis, se puede concluir que para seguir avanzando en la utilización de plantas desaladoras en Chile de manera sustentable se requiere la realización de estudios académicos rigurosos que permitan identificar, cuantificar y proponer las medidas necesarias que neutralicen o eliminen los potenciales impactos de la salmuera, que además podría incluir otros compuestos como los metales pesados.
Respecto al alto uso energético de estas plantas es importante promover el uso de fuentes de energía renovables, no convencionales, que no emitan gases de efecto invernadero y contribuyan a reducir los efectos del cambio climático. Adicionalmente, existe un amplio consenso respecto de que la ausencia de un marco regulatorio puede inhibir un desarrollo adecuado de este tipo de industria, cuyo propósito fundamental es la de disminuir la presión sobre las fuentes tradicionales de abastecimiento de agua, que se han estado reduciendo y agotando, y reemplazarlas por otras que no afecten el medio ambiente.

EL INSUFICIENTE MARCO REGULATORIO AMBIENTAL

Hasta ahora en el país no existe un marco normativo específico para las plantas desalinizadoras. Normalmente los titulares de los proyectos para la construcción y operación de plantas desaladoras ingresan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) a través de un Estudio de Impacto Ambiental o una Declaración de Impacto Ambiental, pero al no existir una normativa específica tampoco existe una tipología precisa para ingresar proyectos de plantas desalinizadoras.

En subsidio de la inexistencia de normas específicas, el Servicio de Evaluación Ambiental elaboró una guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA y que contiene los lineamientos específicos para orientar a los titulares de los proyectos de desalinización. Es evidente que el país debe contar con un conjunto de normas específicas para la localización, construcción y operación de las plantas desaladoras. Es preciso identificar los lugares que no son compatibles con la construcción de plantas desaladoras y establecer un ordenamiento de la zona costera donde puedan estar localizadas.

Desde el CR2 de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Chile se señala que prácticamente todos los proyectos de desaladoras que se han presentado han pasado por el SEIA, pero de manera voluntaria y esto quiere decir que los requisitos dependen de lo que quiera entregar la persona, la industria, la corporación o la empresa que interesada en ejecutar este tipo de inversión. En consecuencia, los requerimientos, obligaciones y estándares que este tipo de proyectos deben cumplir están basados en marcos regulatorios de otros países, que no necesariamente reflejan la realidad del país. Así, por ejemplo, estudios académicos han señalado que las costas chilenas se caracterizan por tener un nivel de salinidad altamente estable. También puede ocurrir que por procesos oceanográficos naturales se observen altos niveles de metales pesados que pueden alterar los niveles de salinidad lo que tendría efectos sobre la salud marina y la salud de las personas. En consecuencia, es preciso establecer los parámetros que permitan identificar los límites que las plantas desaladoras no deberían sobrepasar.

Para mitigar los efectos de la salmuera se han propuesto varias medidas. Por ejemplo, utilizar tuberías de descarga que contienen difusores o dispersores que emiten pulsos ejerciendo presión sobre la descarga para acelerar la dispersión de la salmuera. Otras medidas son diluir la salmuera con agua de mar antes de expulsarla de modo que la descarga tenga una menor concentración de sal. Por último, utilizar una técnica más avanzada, actualmente en desarrollo, que elimina la descarga y consiste en hacer un tratamiento en tierra de la salmuera.

INICIATIVAS PARA ASEGURAR EL CONSUMO RESIDENCIAL: ANTOFAGASTA, ATACAMA Y COQUIMBO

PLANTA DESALADORA DE ANTOFAGASTA

Una de las plantas desaladoras más emblemáticas desarrolladas en Chile es operada por la empresa de servicios sanitarios Aguas Antofagasta, que desde el año 2003 ha estado abasteciendo el consumo urbano de agua potable de la ciudad de Antofagasta con agua desalada. Aunque en sus inicios solo cubría el 15% de la demanda de agua potable de la capital regional, a partir de marzo de este año, mediante una inversión

de 130 millones de dólares de EE. UU. la Planta Desaladora de Antofagasta (PDA) logró ampliar su capacidad de producción de agua potable, pasando de 1.056 litros por segundo a 1.436. En términos de volumen, este flujo de agua equivale a una producción diaria de 124 millones de agua potable. Para dimensionar este volumen de agua, la producción diaria de la PDA permitiría llenar 50 piscinas olímpicas de 2,5 millones de litros de agua cada una. Este incremento representa un crecimiento de 36% y según las proyecciones de la empresa, en las siguientes dos fases de ampliación se completará un 53% de aumento de la producción de esa planta, para llegar a producir más de 1.600 litros por segundo, asegurando el abastecimiento de agua potable actual y futuro de gran parte de la Región de Antofagasta con 100% de agua desalada.

Con la puesta en marcha de la expansión se ha logrado convertir a Antofagasta en la primera ciudad Latinoamericana que se abastece con 100% de agua desalada. Con ello, también se logra seguridad hídrica para consumo humano y saneamiento en las tres mayores comunas costeras de la región, Tocopilla, Mejillones y Antofagasta, las que actualmente cubren el 100% de sus requerimientos con agua potable proveniente del mar. A ellas se suma la comuna de Taltal, que ya cuenta con más del 30% de la producción de agua para sus habitantes con la misma tecnología.

Con esta nueva forma de abastecimiento se espera reducir considerablemente la presión sobre las aguas altiplánicas, que anteriormente representaba la principal fuente para satisfacer la demanda de agua potable para la ciudad de Antofagasta, permitiendo reservar esas aguas para otros fines, incluyendo la preservación de los ecosistemas cordilleranos, a la vez que se constituyen en un importante respaldo para cubrir situaciones de emergencia que pudieran ocurrir en el futuro.
El proyecto de ampliación también incorporó una certificación ambiental internacional para el consumo eléctrico de la planta, lo que implica el uso de energía limpia y renovable que permite reemplazar el uso de combustibles fósiles.

PLANTA DESALADORA DE ATACAMA.

Para cubrir la creciente demanda de las principales ciudad de la Región de Atacama y superar de manera permanente el déficit que se estaba generando por la reducción de las aguas proveniente de fuentes tradicionales y la sobre explotación de las aguas subterráneas del Valle del Rio Copiapó la Empresa Concesionaria de Servicio Sanitarias, una empresa estatal filial de Corfo, decide financiar íntegramente con recursos públicos la construcción de una planta desaladora para ser operada por la empresa propietaria de la concesión. De esta manera el costo de la inversión es asumido completamente por el Estado sin que sea traspasado a las tarifas de los miles de familias que serían beneficiadas por esta nueva planta.}

El proyecto fue concebido con un costo total estimado de US$ 250 millones. El Estado financió la primera etapa con una inversión de 80 millones de dólares mediante la capitalización de ECONSSA Chile, por parte de Corfo.

La planta comenzó a producir agua potable desde enero del año 2022 y se constituyó como uno de los proyectos más relevantes para la región de Atacama porque se logra garantizar el suministro de agua potable de calidad para el 70% de la población que habita en un territorio que ya no cuenta con acuíferos naturales para satisfacer su consumo.

Actualmente tiene una capacidad para producir hasta 450 litros por segundo, pudiendo ampliarse a 1.200 litros por segundo. En su primer año de existencia, ha producido 5.246.432 m3 de agua, beneficiando a más de 210 mil habitantes de las comunas de Chañaral, Caldera, Copiapó y Tierra Amarilla. La primera fase significó una inversión cercana a los cien millones de dólares y
Desde el punto de vista social, tecnológico y ambiental, el proyecto incorporó los más altos estándares a nivel mundial que deberían aplicarse para todos los proyectos de desalinización. Entre otros, se pueden destacan los siguientes:

1. Durante la ejecución se crearon más de 500 empleos directos, mayoritariamente locales, tal como se estableció en las bases de licitación.
2. La planta desaladora tiene un consumo de energía eléctrica garantizado menor de 2,8 kWh por metro cúbico, lo que la convierte en una de las plantas más eficientes y a la vanguardia del desarrollo de la tecnología de osmosis inversa a nivel mundial, considerando que el promedio de las últimas plantas que usan esta tecnología se encuentra sobre los 3,1 kWh/m3.
3. El diseño contempló la construcción en tres etapas, avanzando desde 800 l/s hasta una capacidad máxima final de 1.200 l/s) de agua potable.
4. Las obras marinas se ejecutaron por medio de la tecnología de microtunelación, minimizando el impacto ambiental.
5. La metodología utilizada para la fase de construcción no interviene en el borde costero.
6. Es la planta desalinizadora de agua de mar más grande que se construyó en Chile para consumo humano. Existen otras plantas de mayor producción, pero son para consumo de la industria minera.
7. Adicionalmente, la planta se nutre de fuentes de energía eólica y solar, limpias y 100% renovable.

La Planta Desaladora de Atacama es un proyecto que se desarrolló con una visión de Estado y como una iniciativa prioritaria en la política pública. Desde que se tomó la decisión de iniciar los estudios el año 2012, fue plenamente respaldado por los sucesivos gobiernos de M. Bachelet y S. Piñera hasta su inauguración el año 2022.

PLANTA DESALADORA DE COQUIMBO

La Planta Desaladora para la Región de Coquimbo fue llamada a licitación el pasado 31 de diciembre del año 2024 y considera la construcción y operación de una planta en la zona costera denominada Ensenada de Panul, en Coquimbo, y que beneficiará a 460 mil habitantes de la conurbación de La Serena y Coquimbo, al aportar una nueva fuente de agua en el contexto de la crisis hídrica que afecta a la región.

La obra contempla un presupuesto de 318 millones de dólares aproximadamente y se espera que inicie su construcción en 2026 para estar operativa en 2029.

En materia de empleabilidad se estima que durante la etapa de construcción se podrán generar en torno a mil empleos mensuales.

El proyecto considera el diseño de obras para una capacidad total de producción de 1.200 l/s y una producción inicial de 800 l/s. El agua de mar se obtendrá por medio de una captación abierta en profundidad desde donde se impulsará a la planta desaladora, para producir el agua apta para consumo humano y fines multipropósito.

En términos generales, la futura concesión contempla el diseño, construcción, conservación, mantenimiento y operación de las obras. Lo anterior, con el objetivo de reforzar el abastecimiento de agua y reducir la dependencia a las fuentes que existen en la actualidad, aportando de este modo a la sostenibilidad hídrica de la región de Coquimbo.

Cabe recordar que el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto se encuentra desde octubre de 2024 en etapa de evaluación por parte de la autoridad ambiental.

LOS DESAFÍOS

Para que esta tecnología sea una solución integral, es necesario abordar varios desafíos, que se sintetizan en los siguientes:

1. Regulación ambiental: Es fundamental que las desalinizadoras sean incorporadas en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) para garantizar su sostenibilidad.
2. Normativa específica: Se requiere una normativa clara y específica que regule la construcción y operación de estas plantas.
3. Gestión de zonas costeras: La ley para la gestión de la zona costera debe ser aprobada para facilitar la implementación de proyectos desalinizadores.
4. Soluciones hídricas integrales: La desalinización debe considerarse como parte de una estrategia hídrica integral, que incluya la conservación de fuentes de agua dulce y la eficiencia en su uso.

REDUCCIÓN DE COSTOS DE INVERSIÓN

La baja de costos de la desalinización se gráfica así: hace una década para producir un caudal de un litro por segundo se necesitaba el doble de los US$ 100 mil que se invierten hoy en promedio. El uso intensivo de energía eléctrica era el problema principal. Hace cuatro décadas, las plantas desaladoras consumían 10 KWH por m3 y actualmente están en un rango de entre 2,5 y 3 ,5 KWH por m3.
Esto ha posibilitado que el costo de producir 1 m³ de agua se ubique entre 1,5 y 2 dólares en la costa, con posibilidad de bajar aún más.

La desalación es una opción viable para las zonas con escasez hídrica. Hay zonas en Chile que necesitan soluciones distintas a las que han sido sus fuentes tradicionales, y en ese caso la desalinización es una alternativa razonable, porque los costos de implementación y operación se han hecho más competitivos.

ASEGURANDO EL AGUA EN LA MINERÍA

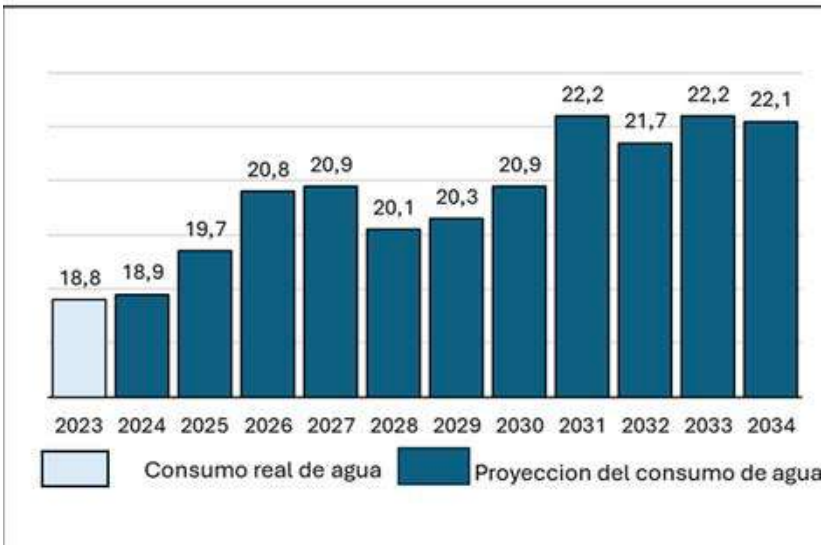
Como se observa en el Cuadro BC según datos de la DGA, en 2020 existían 23 plantas desaladoras operando en Chile, de las cuales 14 abastecían a empresas industriales y mineras y 9 para el consumo residencial urbano. La capacidad total de producción alcanzaba a poco más de 5.660 litros por segundo. Esta cifra se ha ampliado con la entrada en operación de la Planta de Atacama y la expansión de la planta de Antofagasta. Actualmente Chile es el país de América Latina con la mayor capacidad de producción de agua desalada.

Para un desarrollo sostenible de este sector estratégico para la economía chilena es esencial asegurar la disponibilidad de agua. Debido a la expansión y reposición de yacimientos existentes la extracción de minerales sulfurados mediante flotación ha cobrado una importancia clave para sostener el aumento y mantenimiento de la producción minera. Adicionalmente, frente a una caída en las leyes minerales, aumentar la producción obliga a procesar mayores cantidades de mineral y, en consecuencia, aumenta el consumo de agua para obtener una tonelada de cobre fino.

De acuerdo con el último informe de Cochilco sobre el consumo de agua en la minería del cobre publicado en junio de 2025, entre 2013 y 2023 creció en 34%, pasando de 14 m3/s a 18,8 m³/s respectivamente. Sin embargo, la estructura del consumo por fuente de abastecimiento ha cambiado radicalmente.

En efecto, mientras la extracción de agua continental ha disminuido a una tasa del 0,6% anual la extracción de agua de mar ha crecido a un ritmo promedio anual del 18,1%. Bajo estas consideraciones, Cochilco ha estimado que para el año 2034 la extracción de agua fresca a nivel nacional alcanzará los 22,1 m³/s, que representa un 17,6% más respecto al 2023. Esto equivale a un crecimiento del 1,5% anual entre 2023 y 2024. El Gráfico 11 muestra que la demanda crecerá sostenidamente hasta alcanzar un peak de 22,2 m³/s el año 2031, estabilizándose en torno a este nivel hacia el final del periodo proyectado. En términos de volumen este caudal de agua representa poco menos de dos millones de m3

Gráfico 34 Minería del Cobre. Demanda total y proyecciones al 2034



Fuente: Proyección de demanda de agua en la minería del cobre 2023-2034, Corporación Chilena del Cobre, junio 2024



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

PROYECCIÓN DE DEMANDA DE AGUA PARA LA MINERÍA SEGÚN ORIGEN

El agua de origen continental se está convirtiendo en un recurso cada vez más limitado, lo que genera desafíos económicos y sociales, especialmente en términos de posibles conflictos con las comunidades locales y otros usuarios de agua dulce.

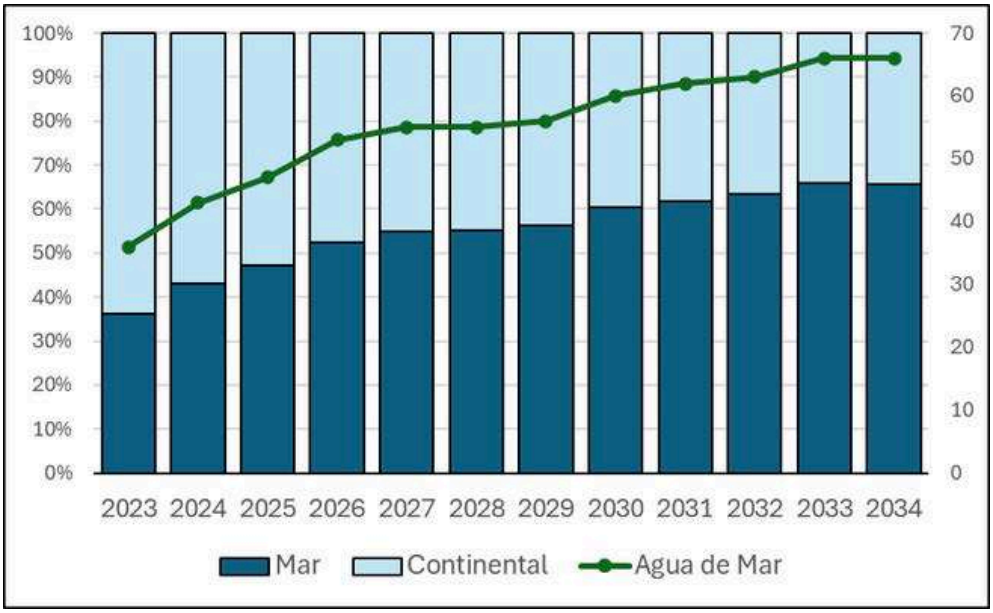
Asegurar la disponibilidad de agua dulce es un gran desafío para la minería que desde hace algunos ha estado reemplazando el uso de aguas continentales incorporando aguas desaladas a sus procesos productivos. De esta manera, se espera una disminución del 36,7% en el consumo de agua continental respecto al año 2023, alcanzando 7,6 m^3/s en 2034.

Por otra parte, se prevé un aumento del 113,2% en el uso de agua de mar respecto al año 2023, alcanzando 14,5 m^3/s en 2034.

Al 2034, el agua de mar representará el 66% del abastecimiento de agua para la minería del cobre, destacando la transición hacia fuentes no convencionales.

Este cambio resalta la necesidad de diversificar las fuentes de agua para asegurar la continuidad y sostenibilidad de las operaciones mineras en un contexto de escasez hídrica.

Gráfico 35 Proyección de extracción de agua según fuente. Período 2024 - 2034



Fuente: Catastro de Plantas Desaladoras en la minería del cobre, 2023. Corporación Chilena del Cobre, junio 2024

INICIATIVAS DE INVERSIÓN EN PROCESO.

La Asociación Chilena de Desalación y Reúso (ACADES), en conjunto con la Corporación de Bienes de Capital (CBC) elaboraron el primer catastro de plantas desaladoras cuyos resultados fueron publicados en enero de este año. A nivel nacional, se constata la existencia de 24 plantas desaladoras de agua de mar de tamaño industrial, que suman una capacidad instalada de 10.500 litros por segundo. Entre ellas destacan la planta más grande de América, operada por Minera Escondida, con capacidad para producir 3.858 l/s; la planta desaladora de ECONSSA operada por Aguas Nuevas en Caldera; y la planta de Aguas CAP que abastece operaciones mineras, consumo humano y riego agrícola.
También se identificaron 34 proyectos de desalación en desarrollo, que representan una inversión total estimada de US$ 19.054 millones con capacidad para producir 38.864 l/s. De ellos, once están directamente relacionados con la minería, otros once con la generación de hidrógeno o amoníaco verde, ocho con fines multipropósitos y 4 con el consumo humano.

Los resultados del catastro revelan que la desalación representa un sector económico dinámico, que está creciendo a una tasa muy superior al crecimiento del PIB y que, además, ha logrado atraer el interés de inversionistas nacionales y extranjeros que están dispuestos a seguir desarrollando este tipo de infraestructura. También se puede observar que la tendencia es a construir plantas de mayor tamaño, buscando economías de escala y probablemente a transformarse en plantas multipropósitos.

Aunque la mayor parte de los proyectos están asociados a inversiones productivas, y, por lo tanto, vinculados directamente a la materialización del proyecto productivo, también el catastro revela interés por construir plantas desaladoras para abastecer de agua potable a sectores urbanos y en menor escala, a comunidades rurales. Siguiendo la exitosa tendencia de las regiones de Antofagasta, Atacama, Coquimbo y Valparaíso, es altamente probable que en un futuro de mediano plazo habrá otras ciudades del país que serán abastecidas de agua potable a partir de agua desalada del mar.

UNA REFLEXIÓN NECESARIA; CUANTO ESTADO Y CUANTO MERCADO SE REQUIERE PARA ASEGURAR LA PROVISIÓN DE AGUA PARA CONSUMO URBANO Y RURAL

Asegurar la disponibilidad y la forma en que se gestiona se enfrenta a enormes desafíos tanto a nivel nacional como internacional. El cambio climático, el rápido aumento de la población y el desarrollo económico están ejerciendo una inmensa presión sobre los sistemas hídricos, lo que ha puesto de relieve la necesidad de una nueva política en relación con este recurso crecientemente escaso.

En casi todos los países del mundo, la provisión de agua para consumo humano ha sido parte de las tareas que históricamente han sido acometidas por el Estado. Por sus características únicas, el agua siempre ha sido considerada como un bien público esencial o *meritorio*, finito que no tiene sustituto, fundamental para la preservación de todas las formas de vida y de muchas actividades productivas.

A diferencia de las mercancías que se transan en los mercados, los bienes público y meritorios poseen un valor que se extiende más allá de su precio de mercado. Estos bienes se caracterizan por su capacidad de generar externalidades positivas beneficiando no solo a aquellos individuos que acceden a ellos sino también al resto de la sociedad. Los ejemplos más frecuentes citados son la defensa nacional, el acceso universal a la educación, a la salud, a parques, calles, plazas y en general todos aquellos bienes que la sociedad necesita para incrementar su bienestar tanto al nivel individual como colectivo. En el caso del agua y los servicios sanitarios, en la mayor parte de los países, estos han sido provistos tradicionalmente por el Estado

Desde un punto de vista económico, los bienes meritorios no pueden estar sujetos a las decisiones del mercado, confiando en se guían por la eficiencia determinada por el equilibrio entre oferta y demanda. Precisamente uno de los fallos del mercado es que éste no incorpora los beneficios sociales más amplios que generan algunos bienes. Es respecto de este punto, la generación de externalidades positivas, que los bienes meritorios apelan en favor de la intervención gubernamental, para su provisión a través de subsidios o incluso a proporcionarlos de forma gratuita, asegurando que nadie pueda ser excluido. Las externalidades positivas posibilitan que los beneficios sociales superen los costos de producirlos haciendo posible que los excedentes sean capturados por toda la sociedad.

El concepto de bienes meritorios es parte integral de la economía del bienestar y la comprensión de cómo los gobiernos pueden intervenir en los mercados para promover el bienestar social. Se trata de bienes o servicios que se consideran intrínsecamente valiosos y beneficiosos para la sociedad, que el libre mercado puede no sólo distribuir de manera eficiente o equitativa, sino que en el caso del agua, puede incluso excluir completamente, lo que hace inviable la preservación de la vida de cualquier especie, y la imposibilidad de que muchas actividades productivas no puedan realizarse, entre otras, la producción de alimentos de origen agrícola-industrial.

Esta sección aborda los antecedentes históricos para el caso de Chile, la institucionalidad actual y la evolución de los prestadores de servicios de agua potable y servicios sanitarios, su evolución desde un escenario en que el Estado era el principal agente proveedor de este bien público esencial hasta la década de los años ochenta, período en que se inicia una ola de privatizaciones, para ser sustituido en casi su totalidad por el sector privado. Se describen las recientes iniciativas introducidas al marco regulatorio y por último se agrega una breve sección con comentarios finales y algunas propuestas de políticas.

En un documento publicado por el Banco Mundial el año 2024, un grupo de cinco economistas analiza la situación del gasto mundial en la provisión de agua y servicios sanitarios, destacando la alta participación del gasto público en esta área. No sólo en la provisión actual de los servicios sanitarios, sino que históricamente, ha sido el Estado el que más ha invertido en proveer de agua para el consumo humano construyendo la infraestructura necesaria para asegurar su disponibilidad y accesibilidad. Los autores señalan que " desde siempre la prosperidad, sostenibilidad y el bienestar de toda la población ha estado determinada, en gran medida, por la disponibilidad de agua. Hoy está en el corazón del progreso económico y social, tiene un papel central en la sociedad y en la economía, facilitando el desarrollo del capital humano y el crecimiento económico, posibilita la reducción de la pobreza creando nuevas oportunidades para mejorar la vida de las actuales y futuras generaciones". Para estos economistas del Banco Mundial, *"es urgente reconocer el papel del agua en sostener prácticamente todas las actividades económicas, desde la generación de energía, el transporte y la producción de alimentos, así como también en la educación, la salud pública y la reducción global de muchas enfermedades".* Agregan que cumplir la meta del ODS N°6, y lograr la disponibilidad y accesibilidad del agua para todos, es un prerrequisito esencial para cumplir todos los otros 16 ODS de la Agenda Mundial de Desarrollo 2030.

PRINCIPALES HALLAZGOS DEL ESTUDIO.

En el marco actual de creciente escasez planetaria del agua y simultáneamente del crecimiento de su demanda, se ha reinstalado la discusión sobre la mejor forma de garantizar el acceso de este recurso a la población. Como se ha señalado, las características propias del agua como un bien público esencial o meritorio, así como las políticas y marco regulatorio, son algunos de los principales componentes de este debate. Existe un amplio consenso entre centros académicos, agencias internacionales y gobiernos que para hacer frente al desafío de asegurar la disponibilidad y el acceso al agua para las actuales y futuras generaciones es necesario definir una nueva economía que ponga en el centro el agua como un bien público esencial.

La Unión Europea, la Organización de Cooperación para el Desarrollo (OECD), el Gobierno de los Países Bajos, Agencias especializadas de las Naciones Unidas, Organizaciones de la Sociedad Civil de Europa y Estados Unidos, demandan la necesidad de introducir cambios en esta misma dirección.

Dado que el agua es un recurso finito, sin sustitutos y esencial para la preservación de la vida humana y de todas las especies de la flora y fauna que habitan el planeta, esto para la biodiversidad, deben implementarse medidas eficaces y eficientes para garantizar en primer término el consumo humano, y luego los requerimientos de los ecosistemas y las demandas productivas. Ello requiere necesariamente priorizar estos objetivos por sobre las lógicas del mercado.

El Estado invierte en estos bienes y servicios porque mejora el bienestar de todos los miembros de la sociedad. Son bienes necesarios y esenciales, como es el caso del agua y la salud y generan externalidades positivas porque sus beneficios se extienden más allá de los directamente beneficiados, como es el caso de la educación y la salud.

Aunque es posible que algunos bienes y servicios públicos sean provistos por agentes privados, puede que no existan suficientes incentivos económicos para asegurar que nadie pueda ser excluido si el mecanismo para satisfacer la demanda de estos bienes se realiza con los instrumentos propios del mercado. En otras palabras, se puede excluir a importantes sectores de la población por precios o tarifas que los hagan inaccesibles.

En el mercado se transan esencialmente bienes privados, mejorando el bienestar de quienes los consumen y generando una ganancia al agente que lo ofrece. También es cierto que la provisión de bienes públicos no es patrimonio exclusivo del Estado. Pero esta afirmación puede ser correcta siempre y cuando el Estado no deserte de sus obligaciones y que sólo actúe subsidiariamente para suplir la incapacidad privada. En otras palabras, la corriente de pensamiento que plantea el estado subsidiario termina estableciendo el dogma de que el espacio de intervención debiera estar siempre disponible para el sector privado en tanto que el Estado debiese actuar sólo cuando el privado no muestre interés por participar, cualquiera sea el motivo, y decida ceder el espacio al Estado.

Otras corrientes de pensamiento, como las que promueven un estado social y democrático de derechos o la creación de un estado de bienestar, sostienen que el Estado debiese estar siempre dispuesto a intervenir y resolver la insuficiente provisión de bienes públicos esenciales o meritorios. Así, por ejemplo, en el caso del agua, el sector privado debiera actuar sólo cuando el Estado no tenga, transitoriamente, la capacidad para satisfacer la demanda en cuyo caso debería establecer las normas que aseguren su disponibilidad y accesibilidad para todos y decidir dónde, cuándo y por cuánto tiempo podría facilitar la participación del sector privado.

Cuando se trata de bienes públicos esenciales no existe evidencia empírica que permita afirmar como una especie de axioma, que el sector privado lo hará siempre mejor que el Estado. En el caso chileno, de acuerdo con la experiencia de las últimas décadas, lo que se puede probar es justamente lo contrario: la calidad de los servicios públicos esenciales provistos y gestionados por el sector privado, se ha deteriorado porque los incentivos para la provisión privada a menor costo para el usuario mejorando la calidad no están presentes porque no existe competencia y son servicios con rentabilidades garantizadas.

La competencia por parte del Estado se califica como “competencia desleal” en circunstancias que en el caso chileno, el sector privado, en general, goza de menos restricciones legales y administrativas, así como de escaso control político y casi nula transparencia a la que sí están obligadas las instituciones públicas. Como se ha demostrado en múltiples casos, la competencia desleal opera a favor del sector privado.

En 1850, a mediados del siglo XIX, Chile se incorporó a los tiempos modernos, al construirse algunas importantes obras de ingeniería sanitaria como la primera cañería surtidora de agua potable para la ciudad de Valparaíso. En 1931 se creó la Dirección General de Agua Potable y Alcantarillado del Ministerio del Interior, entidad que marcó los primeros pasos en el desarrollo institucional del sector sanitario del país.

En 1953, se refundió el Departamento de Hidráulica, dependiente del Ministerio de Obras Públicas y la referida Dirección General de Agua Potable y Alcantarillado para crear la Dirección de Obras Sanitarias (D.O.S.), asignándosele las funciones de estudiar, proyectar, construir, reparar, conservar, explotar, mejorar y administrar los servicios de agua potable, alcantarillado y desagües que se ejecuten con fondos del Estado o con su aporte. En el período 1968 - 1973 la DOS se financió con un 74% de aportes fiscales, un 16% de financiamiento externo, y sólo un 10% con ingresos propios.

Según datos de la Superintendencia de Servicios Sanitarios, el gasto en el mismo período se destinó en un 57% a inversión, un 13% a la operación y mantenimiento y un 30% a gastos en personal, el que aumentó de 3.800 a 13.500 funcionarios.

En 1977 con el fin de resolver los problemas producidos por la inexistencia de una institucionalidad única para el sector sanitario, se creó el Servicio Nacional de Obras Sanitarias - SENDOS - que integró todas las entidades que operaban en el sector. Este servicio tenía las características de institución autónoma del Estado, de derecho público, con personalidad jurídica y patrimonio propio distinto del Fisco, desconcentrada territorialmente, relacionada con el Estado a través del Ministerio de Obras Públicas. Estaba además conformado por una Dirección Nacional y once Direcciones Regionales, en once de las trece regiones administrativas del país.

Adicionalmente en las restantes dos regiones (Metropolitana y Quinta), se crearon empresas autónomas (Empresa Metropolitana de Obras Sanitarias - EMOS y Empresa de Obras Sanitarias de Valparaíso - ESVAL), bajo la jurisdicción del SENDOS.

Sus funciones se orientaban a operar y mantener los sistemas sanitarios, para el servicio de las poblaciones urbanas, así como dotar de agua potable a las poblaciones rurales concentradas. Además, poseía funciones de tipo normativo y de fiscalización respecto de las empresas con las que compartía responsabilidades en el sector. A partir de esa fecha, el SENDOS, así como EMOS y ESVAL, abordaron acciones que se enmarcaban en el cumplimiento de diversos objetivos, las que permitieron un desarrollo paulatino del sector hasta el año 1989

Desde 1990 la organización del sector sanitario teniendo a SENDOS como base, había posibilitado un crecimiento importante, fundamentalmente en cuanto a la cobertura de los servicios. Sin embargo, a fines de la década de los 80 estaba ya agotando sus potencialidades, puesto que se encontraba limitado en varios aspectos para lograr un mayor desarrollo.

Además, en la práctica no se ejercían los roles normativo y fiscalizador, puesto que éstos se encontraban confundidos en una misma entidad juntamente con el rol ejecutor y operativo. En consideración a las características reseñadas, a fines de la década de los 80 se determinó la conveniencia de redefinir el rol del Estado en el sector agua potable y alcantarillado, separando de éste las labores netamente relacionadas con la provisión del servicio, y haciendo prevalecer su rol subsidiario, normativo y fiscalizador.

Se estableció así una nueva forma de regulación para los servicios sanitarios, definida a través de un conjunto de leyes y reglamentos, que constituyen la Normativa Sanitaria, y que definen la actual organización institucional del sector sanitario basada en el régimen de concesiones bajo el cual los prestadores privados de servicios sanitarios deben operar.

Como parte de la reestructuración de los servicios sanitarios del país realizada a finales de los años 80 se creó la Superintendencia de Servicios Sanitarios como un ente público, descentralizado, con atribuciones normativas de regulación, de control estatal del sector y sancionatorias, responsabilizándola de la fiscalización de los prestadores de servicios sanitarios y del cumplimiento de las normas relativas a servicios sanitarios y el control de los residuos industriales líquidos, aparte de la determinación de las tarifas por los servicios regulados.

Sus principales funciones son, entre otras, a) el estudio, proposición, y control del cumplimiento de las normas técnicas sobre diseño, construcción y explotación de los servicios sanitarios; b) la aplicación y fiscalización de las normas relativas a tarifas de los servicios prestados por las concesionarias, c) la aplicación del régimen de concesiones, velando porque los organismos fiscalizados cumplan las normas legales y resoluciones que emanen de la Superintendencia. Adicionalmente, le corresponde participar en los procesos constitutivo, de explotación, transferencia y extinción de las concesiones; así como también la aplicación de sanciones por el incumplimiento de la normativa u otras causales que la ley establece.

Desde la década de los años ochenta del siglo pasado sectores políticos vinculados con el pensamiento neoliberal propusieron que, frente a la incapacidad del Estado para proveer y gestionar de manera eficiente y con eficacia bienes públicos esenciales y servicios básicos, la mejor alternativa es la provisión con financiamiento público, pero con gestión privada. Lo que realmente subyace es el recurrente debate sobre cómo y quién estaría en mejores condiciones para proveer los bienes públicos esenciales y servicios básicos. Este debate surge con mayor fuerza precisamente cuando aparecen dificultades en instituciones estatales que proveen estos servicios. Entonces la pregunta es ¿cuál debe ser el papel del Estado en la provisión de los servicios básicos?

En el caso chileno se observa una tendencia creciente a privatizar la oferta, bajo la premisa del Estado Subsidiario, concepto que aun cuando no está explícitamente señalado en la constitución, sí lo está en leyes de quórums calificados. Estas leyes, como la ley del Estado Empresario, son difíciles de modificar y contrario a lo que podría sugerir el nombre, restringen el ámbito de participación del estado en materias económica y en la provisión de bienes y servicios, incluso de aquellos considerados esenciales.

De acuerdo con el marco regulatorio vigente la prestación de servicios de agua potable y sanitarios urbanos la realizan las empresas Concesionarias de Servicios Sanitarios, las que deben operar según el régimen de concesiones que la ley establece, bajo la forma de sociedades anónimas y someterse a la regulación y fiscalización que ejerce la Superintendencia de Servicios Sanitarios. Hasta diciembre de 1989, la prestación de los servicios de agua potable y de alcantarillado al sector urbano de la población era realizada principalmente por tres instituciones estatales (SENDOS, EMOS y ESVAL). Los siguientes cuadros muestran la participación de los prestadores de servicios públicos y privados en las áreas urbanas del país.

Cuadro 18 Prestadores de Servicios de agua potable y sanitarios (dic.1989)

Prestadores de Servicios Sanitarios	Participación en Área Urbana
SENDOS (Estatal)	39,70%
EMOS (Estatal)	42,20%
ESVAL (Estatal)	10,70%
Privados	2,70%
Municipal (Sector Público)	3,60%
Otros	1,10%

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios

A septiembre de 2005, la incorporación del sector privado en el sector sanitario nacional era significativa:

Cuadro 19 Prestadores de Servicios de agua potable y sanitarios (Sept. 2005)

Estructura industrial	Porcentaje en sector urbano
Empresas privadas u operadas por privados	94,80%
Resto privadas	0,60%
Municipales	4,50%
Cooperativas	0,10%

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios

Respecto del abastecimiento de agua potable en zonas rurales este se realiza a través del programa de agua potable rural, APR, creado en 1964 durante el Gobierno de Eduardo Frei Montalva. Además de proveer agua potable, el programa tuvo como objetivos bajar las tasas de morbilidad y mortalidad por enfermedades de origen hídrico y promover el desarrollo económico y social en los territorios rurales. Durante las primeras décadas el programa creció muy poco, pero se aceleró en los últimos 30 años debido a la priorización política por avanzar en cobertura y al decidido respaldo financiero por parte del Estado. Después de 60 años, gracias al Programa de APR, sobre un millón ochocientos mil personas se abastecen de agua potable en el mundo rural en calidad y continuidad. La principal característica del programa es el exitoso modelo de autogestión comunitaria de los más de dos mil sistemas operando en el territorio nacional.

La ausencia de un marco legal robusto que pudiera regular la provisión de agua potable en las zonas rurales motivó al primer gobierno de la Presidenta Bachelet enviar un proyecto al Congreso Nacional en noviembre de 2008 para fortalecer la institucionalidad del Estado y ampliar el ámbito de los servicios provistos por los APR y transformarlos en Servicios Sanitarios Rurales. Así, en febrero de 2017 se publicó la ley 20.998 que regula estos servicios y el reglamento respectivo publicado en octubre de 2020. Allí se definen los objetivos, las tareas y las modalidades de organización que pueden adoptar los SSR para cumplir con los deberes y exigencia que les señala la ley. Sin embargo, los actuales SSR enfrentan un conjunto de amenazas y desafíos para su propia sostenibilidad. Entre estos se pueden mencionar los siguientes:

1. Contaminación de las fuentes de agua,
2. Falta de disponibilidad de agua por sequía, aumento de la demanda de agua,
3. Sobre explotación de las fuentes de agua,
4. Ineficiencia en la producción,
5. Marco normativo ineficaz para regular y controlar la extracción de otros usuarios que afectan la disponibilidad de agua para los SSR, y
6. Limitaciones al financiamiento público por ausencia de planes con metas, plazos y resultados medibles que aseguren la sostenibilidad de los SSR.

Actualmente la mayor parte de los Servicios Sanitarios Rurales han expresado dudas respecto de sus capacidades financieras y de gestión para implementar las nuevas tareas que les mandata la ley, particularmente aquellas que se refieren al tratamiento de las aguas servidas. También consideran que de los casi 2.000 SSR que existen en el país un porcentaje que no supera el 10% estaría en condiciones de gestionar los ex APR como un servicio que sea autosostenible y viable en el tiempo sin cambiar el modelo de gestión comunitaria, que la propia ley establece como una característica que debe mantenerse.

PROPUESTAS DE POLÍTICAS PARA LA PROVISIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y SANEAMIENTO



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

El actual sistema de provisión de agua potable y servicios de saneamiento es de carácter mixto, aunque no hay provisión directa desde una empresa estatal. El carácter mixto proviene del hecho que el sector privatizado abastece a las grandes ciudades y las empresas estatales concesionadas a las ciudades de tamaño intermedio y menor. Considerando que este es un sistema monopólico regulado, y dados los episodios críticos experimentados recientemente en ciudades abastecidas por empresas o gestores concesionados privados, parece conveniente que después de 30 años del inicio del proceso de privatización del sistema de empresas de agua y servicios sanitarios, el Estado evalúe sus resultados, tanto económicos como de la calidad del servicio, incluyendo las nuevas tecnologías para asegurar la calidad y también los programas de mantención y renovación de la infraestructura utilizada.

Así como instituciones públicas locales pertenecientes a otros estados nacionales participan directamente en la provisión de este bien público esencial en Chile, se propone considerar la incorporación en la propiedad y gestión de las empresas concesionadas a organismos públicos del sector Estatal sub nacional como municipios y gobiernos regionales, abriendo un espacio de participación en los planes de desarrollo a las comunidades locales y especialmente en diseñar e implementar mecanismos para enfrentar eventuales crisis.

Con relación a los servicios de agua potable rural se propone crear un equipo especial interministerial de tarea, coordinado por el Ministerio de Obras Públicas, con la participación de las agrupaciones de APR, para revisar los riesgos y amenazas de sustentabilidad que enfrentan los Servicios Sanitarios Rurales y proponer instrumentos que aseguren su continuidad manteniendo la gestión comunitaria de ellos.

PROPUESTAS PRESIDENCIALES EN RECURSOS HÍDRICOS PARA EL PERÍODO 2026-2030

A finales de este año Chile elegirá un nuevo Gobierno y Congreso para el período 2026-2030. Todos los candidatos han propuesto medidas para enfrentar la crisis hídrica que afecta al país y que se expresa en una creciente demanda por agua y una menor disponibilidad del recurso, tal como se ha mostrado con la reducción de las precipitaciones y de los caudales de los ríos, así como en una menor acumulación de nieve en la Cordillera.

Lo primero que se destaca de las propuestas presidenciales es que todas señalan que cualquier medida orientada a resolver la crisis hídrica debe tener como foco principal asegurar la disponibilidad de agua para el consumo humano, una preocupación que no estaba explícita en la mayoría de las campañas anteriores donde el foco principal era asegurar el uso productivo del agua, coincidiendo con la letra y el espíritu del Código de Aguas de 1981.

Como ya se señalado anteriormente, aprobar una reforma significativa de ese código, ocupó tres décadas de debate parlamentario y ocho períodos presidenciales. Probablemente fue gracias a este extenso debate que el mundo político logró convencerse de que, antes de asegurar su disponibilidad para la producción, es prioritario que el agua esté disponible para la supervivencia de todas las especies que habitan el planeta y de los ecosistemas que los acogen. Un valorable avance civilizatorio que se observa en este proceso eleccionario que se avecina.

Para ampliar la oferta de agua a partir de nuevas fuentes hay total coincidencia que la mejor opción es a través de la construcción acelerada de nuevas de plantas desaladoras multipropósito, concesionadas y/o públicas, para consumo humano y uso productivo. Se propone desarrollar no sólo proyectos de gran escala sino también desaladoras comunitarias priorizando las regiones más afectadas por la sequía.

También se han propuesto medidas administrativas como la implementación de un programa de gestión circular del agua en los edificios públicos, haciendo obligatorio la instalación de un sistema de reúso de aguas grises. Otras propuestas apuntan a la elaboración e implementación de un Plan Integral contra la Sequía, también denominado un Plan de Emergencia Hídrica que incluya todas las medidas enunciadas anteriormente, para garantizar el suministro de agua para el consumo humano, activando alertas tempranas y acciones preventivas. Otra recomendación es fortalecer los Consejos de Cuenca para gestión participativa del agua y asegurar caudales ecológicos en los ríos.

Desde el punto de vista institucional y de políticas públicas, se propone, entre otras, la creación de una Agencia Nacional del Agua con competencias para priorizar el consumo humano y el equilibrio ecológico. Para mejorar la gobernanza del agua se ha propuesto hacerlo a través de una coordinación integral, elaborar una Estrategia de Desalinización junto con un Plan Nacional de Desalación y Embalses y una Política Nacional de Agua Potable y Saneamiento Rural garantizando el Derecho Humano al Agua y el fortalecimiento comunitario.

En materia legal se propone establecer una legislación clara y proactiva que incentive la inversión en desalación de agua, en proyectos asociativos público/privados con foco en eficiencia energética.

REFERENCIAS

- 1.- Rockstrom J. Mazzucato y otros. Why we need a new economics of water as a common good. En: https://www.nature.com/articles/d41586-023-00800-z 2023

- 2.- El valor del agua y su papel esencial en el apoyo al desarrollo sostenible. 2021. En https://www.un.org/en/un-chronicle/value-water-and-its-essential-role-supporting-sustainable-development

- 3.- Financiación de un futuro con seguridad hídrica OECD. 2022. En: https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/a2ecb261-en.pdf?expires=1726274636&id=id&accname=guest&checksum=F34B6426442CF1F5538ABCEBED131356

- 4.- COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN relativa a la Iniciativa Ciudadana Europea «El Derecho al agua y el saneamiento como derecho humano. ¡El agua no es un bien comercial sino un bien público!» En https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9bf48961-b030-11e3-86f9-01aa75ed71a1.0005.04/DOC_1&format=PDF

- 5.- Why we need a new economics of water as a common good. En https://www.nature.com/articles/d41586-023-00800-z

- 6.- Making Water a Public Good: The Bigger Picture of Water Affordability. En https://uswateralliance.org/wp-content/uploads/2023/09/Making-Water-a-Public-Good.pdf

- 7.- The Dutch Way of Water: Why the Netherlands Leads in Water Technology Innovation + Water Tech Events. En https://investinholland.com/news/the-dutch-way-of-water-why-the-netherlands-leads-in-water-technology-innovation/

- 8.- The fight to preserve water as a public good. En https://peopleswaterproject.org/wp-content/uploads/2020/11/PWP-Water-As-A-Public-Good-Fact-Sheet-Nov-2020.pdf

- 9.- Water governance the Dutch water authority model. En https://dutchwaterauthorities.com/wp-content/uploads/2021/05/The-Dutch-water-authority-model.pdf

- 10.- Water as a Social and Economic Good: How to Put the Principle into Practice. En https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/references/water-as-a-social-and-economic-good.-how-to-put-the-principles-into-practice-gwp-1998-english.pdf

- 11.- La privatización de los servicios de agua y saneamiento en América Latina. Nueva Sociedad 207 / enero - febrero 2007. En https://nuso.org/articulo/la-privatizacion-de-los-servicios-de-agua-y-saneamiento-en-america-latina/

- 12.- Historia de la SISS. En: https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6316.html

- 13.- Superintendencia de Servicios Sanitarios. Informes Sector Sanitario. En: https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6415.html

- 14. Funding a Water-Secure Future, An Assessment of Global Public Spending, George Joseph, Yi Rong Hoo, Qiao Wang, Aroha Bahuguna, and Luis Andres, The World Bank, 2024. En: https://documents.worldbank.org/curated/en/099050624154572979

ANEXOS

PLANTAS DESALADORAS: CUANDO AGUA SE ESCRIBE CON E, DE ENERGÍA

Para resolver la escasez de agua, que se hace cada más crítica por el calentamiento global, el aumento del consumo, la reducción de la oferta, etc. la desalación, o desalinización, surge como una alternativa viable.

El consumo energético es el mayor coste que implica la desalación de agua de mar. Entonces sus promotores señalan que el agua potable, a partir de la desalación, se escribe con E, porque la escasez se resuelve con Energía.
Los avances tecnológicos de la desalación en las últimas décadas han permitido mejorar la eficiencia energética, reduciendo drásticamente el consumo de energía por m3 de agua producida.

Actualmente el consumo energético de una planta desaladora de agua de mar por osmosis inversa es de alrededor de 3 KWH/m3, mientras que en las primeras plantas de evaporación era de más de 50 KWH/m3. (costo de 1 KWH= entre $120 y $140)

La conveniencia económica de seguir aumentando la inversión en plantas desaladoras se puede graficar con el siguiente ejercicio. Suponiendo que el consumo energético de un hogar medio en Chile es de 250 KWH/mes y que el consumo medio mensual por persona es de 180 litros/día, tomando como referencia que el consumo energético medio para producir 1 m3 de agua desalada es de 3 KWH/m3, entonces con el consumo energético mensual de un hogar se podrían obtener 83 m3 de agua desalada de agua de mar, equivalente al consumo diario de 461 personas.

COSTO DE PRODUCCIÓN DE AGUA DESALADA

La producción de agua desalada está por debajo de un dólar el metro cúbico, 0,1 céntimo de dólar el litro y cuesta entre dos y tres veces más que un agua de buena calidad natural.
Antecedentes y Evolución de la Desalación en el Mundo

Según la Asociación Internacional de Desalinización hay cerca de 18.000 plantas desaladoras o desalinizadoras en el mundo, que satisfacen sólo entre el 1 y 3% de la necesidad de agua potable a nivel mundial.

El factor limitante de la desalinización es que requiere mucha energía. Ello explica en parte por qué algunas de las mayores plantas se encuentran en países ricos en recursos energéticos como Arabia Saudita.

Básicamente, hay dos métodos de desalinización. Por una parte, están los que usando calor evaporan el agua y la vuelven a condensar, imitando el ciclo natural de evaporación y lluvia. Esta forma de desalar agua de mar fue mencionada por Aritóteles hace unos 2.400 años, cuando describió cómo los navegantes usaban ese método para obtener agua potable.

La mayor planta desalinizadora del mundo, la de Ras Al-Khair, en Arabia Saudita, usa este método denominado como evaporación térmica y produce diariamente 1 millón de m3.

El segundo grupo de métodos se basa en hacer pasar el agua de mar por membranas que separan el agua de las sales usando bombas de alta presión, que también necesitan energía normalmente suministrada en forma eléctrica que luego se transforma en energía mecánica.

Este mecanismo, descubierto en la década del 60, se denomina “osmosis inversa" y es utilizado por el 70% de las desaladoras del mundo, incluyendo las que operan en Chile

InformePaís2025

ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE

Y DEL PATRIMONIO NATURAL

Bosques nativos

SEGUNDA PARTE CAPÍTULO III

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

SEGUNDA PARTE
CAPÍTULO III.
BOSQUES NATIVOS

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

Autores:
Mauro E. González (1), Alejandro Miranda (2), Rocío Urrutia-Jalabert (3), Carlos, Zamorano-Elgueta (4), Cecilia Ibarra (5), Beatriz Pogorelow (6) , Antonio Lara (7)

Edición:
Héctor Anabalón Zurita (8)
Ángela María Larenas Libreros (9)

SANTIAGO DE CHILE 2025

(1) Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2), Santiago, Chile; Instituto de Conservación, Biodiversidad y Territorio, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile; Centro del Fuego y Resiliencia de Socioecosistemas (FireSES), Valdivia, Chile
(2) Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2), Santiago, Chile; Laboratorio de Observación de la Tierra y Ecología de Bosques, Departamento de Ciencias Forestales, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile
(3) Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2), Santiago, Chile; Instituto de Conservación, Biodiversidad y Territorio, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile; Departamento de Ciencias Forestales, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Medioambiente, Universidad de la Frontera, Temuco, Chile; Núcleo Científico Milenio LILI, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile; Fundación Centro de los Bosques Nativos (FORECOS), Valdivia, Chile
(4) Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2), Santiago, Chile, Departamento de Ciencias Naturales y Tecnología, Universidad de Aysén, Coyhaique, Chile.
(5) Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2), Santiago, Chile, Facultad de Gobierno, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
(6) Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2),
(7) Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2), Santiago, Chile, Instituto de Conservación, Biodiversidad y Territorio, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, Fundación Centro de los Bosques Nativos (FORECOS), Valdivia, Chile
(8) Secretario ejecutivo e investigador, Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.
(9) Estudiante de Administración Pública, Semillerista Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.

RESUMEN

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

Este capítulo tiene por objetivo evaluar el estado actual del bosque nativo en cuanto a su área y distribución, tasas de pérdida y las principales causas a nivel nacional asociadas al cambio hacia otros usos del suelo (plantaciones forestales de especies exóticas, uso agropecuario y asentamientos humanos, entre otros). Se analizan las estadísticas de incendios forestales para las últimas décadas a nivel regional y nacional, especialmente en el contexto de la megasequía. En esa línea se examina la evolución temporal del área quemada en Chile para las principales coberturas de vegetación (bosque nativo, plantaciones forestales, matorral, y pastizal). Además, se estima la superficie de bosques nativos degradados, las principales causas de la degradación, y políticas y estrategias para revertir estos procesos. En el contexto del cambio climático se analizan sus impactos sobre diversas especies del bosque nativo los cuales incluyen reducción del vigor y cambios en el crecimiento radial durante años recientes.

En este capítulo se examina las contribuciones nacionalmente determinadas (NDC) con que Chile está comprometido ante la Convención Marco de Cambio Climático donde el sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS) tienen un rol fundamental en lo relativo al manejo sustentable, reducción de la degradación y deforestación del bosque nativo, así como la forestación. En esa misma línea se analizan los Planes de Acción Regional de Cambio Climático y Planes de Mitigación y Adaptación Sectoriales (Biodiversidad, Silvoagropecuario) que nuestro país está elaborando. Se presenta la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV), y los fondos e iniciativas implementadas, como uno de los principales medios para materializar los compromisos adquiridos por Chile en sus NDC. También se analiza el compromiso con la creación de capacidades y el fortalecimiento de la gobernanza multinivel, así como el establecimiento mecanismos para asegurar la participación ciudadana en la gestión del cambio climático. Por último, en este informe se analizan las políticas públicas en cuanto a los avances logrados y los principales desafíos, señalando las propuestas y recomendaciones más relevantes para conciliar la conservación de la naturaleza con la producción de bienes y la provisión de servicios ecosistémicos en un contexto de cambio climático. Una de las principales propuestas de política pública que se plantean en esta línea es la de avanzar en la restauración de los bosques nativos, humedales y otros ecosistemas como una estrategia clave para transitar hacia paisajes heterogéneos, integrando de manera sustentable los distintos usos del suelo y actividades productivas en los territorios.

3.1. SUPERFICIE DEL BOSQUE NATIVO

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

3.1. SUPERFICIE DEL BOSQUE NATIVO

Entre los años 1994 y 1997 se realizó el Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile, conocido y nombrado en adelante como Catastro. Su objetivo fue cartografiar los bosques nativos y demás categorías de uso/cobertura del suelo en Chile, incluyendo principalmente a las plantaciones forestales, humedales, matorrales, praderas naturales, terrenos de uso agropecuario y áreas urbanas (CONAF et al., 1999). La cartografía se hizo sobre la base de la interpretación de fotografías aéreas e imágenes satelitales y verificación en terreno del 30% de las unidades cartográficas identificadas. El objetivo final del Catastro fue generar un sistema de información geográfico conteniendo la cobertura vegetacional y uso del suelo, que sirviera de línea de base para evaluar a futuro los cambios en la cobertura de bosque y otros usos/coberturas del suelo (CONAF et al., 1999). El Catastro logró cartografiar, clasificar y determinar la superficie existente de bosque nativo a nivel nacional, estimándose un total de 13,4 millones de ha cubiertos por este tipo de cobertura. Además, tuvo el mérito de que al usar una metodología robusta logró que existiera acuerdo entre el gobierno, empresas, ONGs y otros actores, respecto a la superficie, características y ubicación de los bosques nativos (Lara, 1998). Según se describió en la época en que se terminó este estudio: “La solidez del catastro pone fin a la incertidumbre y polémica respecto a la disponibilidad y calidad del bosque nativo y genera un nivel de acuerdo sin precedentes entre los diferentes actores del sector forestal, quienes han aceptado el estudio y sus resultados” (Lara, 1998).

Una vez terminado el Catastro en 1997, CONAF empezó a realizar, el proyecto denominado "Monitoreo de cambios y Actualizaciones” en forma gradual para las distintas regiones administrativas. Estos estudios son conocidos en adelante como Monitoreos mencionando la o las regiones que abarcan. El carácter público y la obligación por parte de CONAF de mantener un catastro de recursos vegetacionales quedó establecida en la Ley de Bosque Nativo y Fomento Forestal Ley 20283 de 2008, en adelante Ley de Bosque Nativo, en donde se señala que las regiones deben ser actualizadas permanentemente en un periodo no superior a 10 años.

De acuerdo a las últimas actualizaciones de CONAF, la superficie total de bosque nativo en el país es de 14.728.482 ha, ocupando un 19,4% del territorio nacional (Cuadro 3.1). Esta cifra supera en más de un millón de hectáreas el área estimada por el Catastro original 13,4 millones de ha, CONAF et al., 1999), diferencia que ha sido atribuida a modificaciones metodológicas como la principal razón de los cambios reportados (CONAF, 2011; Miranda et al., 2018). Otros estudios independientes en general indican menores áreas de bosque nativo respecto de CONAF. Por ejemplo, el estudio cartográfico de Heilmayr et al. (2016), estiman que entre las regiones de Valparaíso y Los lagos la superficie de bosque nativo es de 5.418.048 ha, mientras que el catastro de bosque nativo estima una superficie de 7.434.567 ha. Zhao et al. (2016) estiman 6.162.000 ha de bosque nativo para estas regiones, y 11.421.844 ha a nivel nacional. Las diferencias entre las estimaciones se deben a la definición de la categoría bosque nativo, la cual en el caso de CONAF utiliza la definición que considera desde un 10% de cobertura de copa como bosque, en los otros trabajos en general se supera el 25% dado que se utilizan métodos digitales de clasificación de imágenes satelitales, mientras que CONAF realiza las estimaciones mediante la digitalización manual de los fragmentos de bosque. Debido a cambios en los criterios en la definición de bosques, cambios en la tecnología y métodos es que en algunas actualizaciones las cifras fueron variando significativamente en algunas regiones (Miranda et al., 2018).

Como fue mencionado anteriormente, desde que el catastro de vegetación nativa concluyó en 1999, CONAF junto a equipos profesionales de la Universidad Austral de Chile y otras instituciones, ha venido desarrollando el proyecto Monitoreo de Cambios y Actualizaciones del Catastro de Vegetación Nativa para diferentes períodos y regiones (CONAF, 2011). Recientemente se realizó una evaluación de dicho sistema de monitoreo de bosque nativo que realiza CONAF, respecto a su capacidad como sistema de monitoreo, poniendo a prueba tres criterios básicos que FAO establece como mínimos: i) comparabilidad, ii) replicabilidad y iii) calidad (Miranda et al., 2018). Los resultados obtenidos muestran que el sistema de monitoreo tiene aún desafíos pendientes para estimar los cambios de superficie de los bosques en Chile. Si bien, en los últimos años, luego de dicha evaluación se ha avanzado en la estandarización de métodos para la evaluación continua de los bosques, este desafío requiere el concurso de múltiples actores que permitan la fijación de estándares del monitoreo, como a su vez, la validación externa de sus resultados.

Cuadro 3.1: Superficie de bosque nativo por región. El año de actualización corresponde al año de las imágenes utilizadas, no de la publicación del informe.

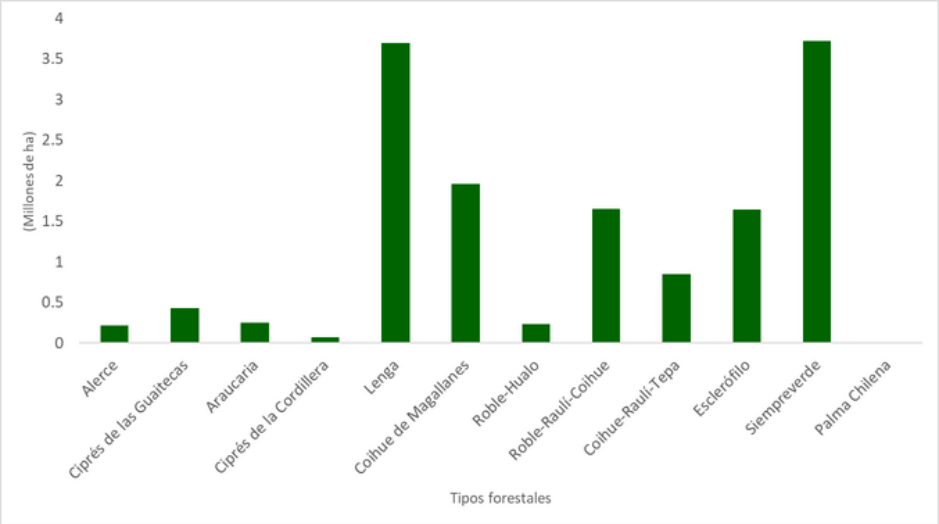
Región	Bosque Nativo Adulto	Bosque Nativo Renoval	Bosque Nativo Adulto-	Bosque Nativo Achaparrado	Total	Año de Actualización
Arica y Parinacota	0	0	47.151	0	47.151	2014
Tarapacá	31.684	1.562	0	0	33.246	2016
Antofagasta	11.897		2	0	11.899	2018-2020
Atacama	3.066	156	3	0	3.224	2018
Coquimbo	48.475	0	0	0	48.475	2015
Valparaíso	88.108	318.663	6.993	0	413.765	2019
Metropolitana	36.965	306.339	40.253	0	383.558	2019
O'Higgins	122.766	305.156	854	0	428.775	2020
Maule	12.299	534.632	20.563	14.021	581.515	2016
Ñuble	9.068	201.786	8.423	28.703	247.980	2015
Biobío	76.739	419.284	56.723	44.826	597.573	2015
La Araucanía	278.858	584.871	100.463	81.426	1.045.619	2017
Los Ríos	442.365	335.385	118.182	39.084	935.017	2017
Los Lagos	1.379.593	787.291	240.886	383.990	2.791.762	2018
Aysén	2.534.750	459.931	245.919	1.158.144	4.398.745	2011
Magallanes	911.456	140.741	816.822	891.158	2.760.177	2017-2019
Total	5.988.088	4.395.800	1.703.239	2.641.354	14.728.481	

Fuente: Elaboración propia a partir de CONAF (2024).

Las diferencias con informes previos se deben a actualizaciones regionales del catastro de bosque nativo, así como también a nuevas definiciones de bosques en zonas áridas lo que permitió por primera vez describir bosques naturales en las regiones de Antofagasta y Atacama con 11.899 y 3.224 ha respectivamente, siendo estos definidos principalmente como bosques adultos (Cuadro 3.1). Otro cambio observado con las nuevas actualizaciones es el aumento del bosque nativo adulto en 200.000 ha. Esto es explicado en gran medida por la reclasificación de renovales a bosques nativos adultos en las regiones de Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins con 86. 958 ha, 36.946 ha y 115.818 ha, respectivamente. Dichos cambios metodológicos y de criterios, que se han producido en las diferentes actualizaciones del catastro de bosque nativo han sido reportados como una de las causales más relevante de los cambios observados en el tiempo (CONAF, 2011; Miranda et al., 2018; CONAF, 2024), introduciendo incertidumbre en la estimación de los cambios que han ocurrido en la superficie de bosque nativo desde el desarrollo del catastro original (CONAF et al., 1999). Como ejemplo, el catastro original definió como bosque nativo a las formaciones en las cuales los árboles nativos tuvieran una altura de al menos 2 metros y 25% de cobertura arbórea para las regiones de Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins, y actualmente la categoría bosque nativo en estas regiones considera una cobertura mínima de 10%. Esto origina la inclusión de nuevos parches de bosque nativo donde previamente éstos no se habían considerado o el aumento de la superficie en algunas regiones que, por ejemplo, significó casi triplicar el área considerada como bosque nativo. Estos cambios y sus efectos se encuentran detallados en Miranda et al., (2018) y Lara et al., (2018).

De acuerdo con los datos actualizados por CONAF, los bosques nativos se concentran en un 81% entre las regiones de La Araucanía y la región de Magallanes. Por su parte la mayor superficie de bosques en Chile corresponde a bosques adultos (40%), ubicados principalmente entre las regiones de Los Lagos y Magallanes (Cuadro 3.1). Muchos de estos bosques a su vez han sido considerado internacionalmente como ecosistemas prístinos o paisajes intactos (Potapov et al., 2017). La clasificación de los bosques en base a las especies arbóreas dominantes define 12 tipos forestales en el país (Donoso 1981; Figura 3.1, Cuadro 3.2). El tipo forestal Lenga representa el 25,3% de los bosques nativos del país, de los cuales el 75% se encuentra en las regiones de Aysén y Magallanes. Así mismo, los bosques del tipo forestal Siempreverdes representan un 25,4% de los bosques a nivel nacional, de los cuales un 93% se encuentran entre las regiones de Los Lagos y Magallanes.

Figura 3.1: Superficie de bosques nativos según tipo forestal.



Fuente: Elaboración propia a partir de CONAF (2024).

Cuadro 3.2: Nombres comunes y científicos de las especies dominantes de los distintos tipos forestales, a partir de Donoso (1981).

Tipo Forestal	Especies Dominantes(1)	
	Nombre común	**Nombre científico**
Alerce	Alerce, Coihue de Magallanes, Coihue de Chiloé	*Fitzroya cupressoides, Nothofagus betuloides, N. nitida*
Ciprés de las Guaitecas	Ciprés de las Guaytecas, Tepú	*Pilgerodendron uviferum, Tepualia stipularis*
Araucaria	Araucaria, Lenga, Coihue	*Araucaria araucana, Nothofagus pumilio, N. dombeyi*
Ciprés de la Cordillera	Ciprés de la cordillera	*Austrocedrus chilensis*
Lenga	Lenga (incluye también bosques de Nirre)	*Nothofagus pumilio, N. antarctica*
Coihue de Magallanes	Coihue de Magallanes	*Nothofagus betuloides*
Roble-Raulí-Coihue	En renovales diferentes combinaciones de Roble, Raulí, Coihue. Además, en bosques adultos se incluyen Laurel, Olivillo, Lingue	*Nothofagus obliqua, N. dombeyi, N. alpina, Laurelia sempervirens, Aextoxicon punctatum, Persea lingue*
Roble-Hualo	Diferentes combinaciones de Roble, Hualo, Huala, Ruil	*Nothofagus obliqua, N. glauca, N. leonii, N. alessandri*
Coihue-Raulí-Tepa	Coihue, Raulí, Tepa	*N. dombeyi, N. alpina, L. philippiana*
Esclerófilo	Espino, Quillay, Peumo, Litre, Boldo, Maitén, Bollén, Frangel, Belloto del Norte	*Vachellia caven, Quillaja saponaria, Cryptocarya alba, Peumus boldus, Maytenus boaria, Kageneckia oblonga, K. angustifolia, Beilschmiedia miersii*
Siempreverde	Según el subtipo pueden participar Coihue, Coihue de Chiloé, Ulmo, Tepa, Olivillo, Tineo, Canelo, Mañío de hojas cortas, Mañío de hojas punzantes, Luma, Meli	*Nothofagus nitida, N. dombeyi, Eucryphia cordifolia, Laureliopsis philippiana, Aextoxicon punctatum, Weinmannia trichosperma, Drimys winteri, Podocarpus nubigena, Saxegothaea conspicua, Amomyrtus luma, A. meli*
Palma Chilena	Palma chilena, Litre, Quillay, Boldo	*Jubaea chilensis, Lithraea caustica, Quillaja saponaria, Peumus boldus*

(1) Los tipos forestales Alerce, Ciprés de las Guaitecas, Araucaria, Ciprés de la Cordillera, y Palma Chilena, están definidos por la presencia de las especies que los definen, según una densidad mínima establecida en el D.S. 285 (Ministerio de Agricultura 1980). Los demás tipos forestales incluyen combinaciones de diferentes proporciones de algunas de las especies dominantes y, en algunos casos, formaciones de una sola especie arbórea.

3.1.2 CAMBIOS RECIENTES EN EL ÁREA DE BOSQUE NATIVO

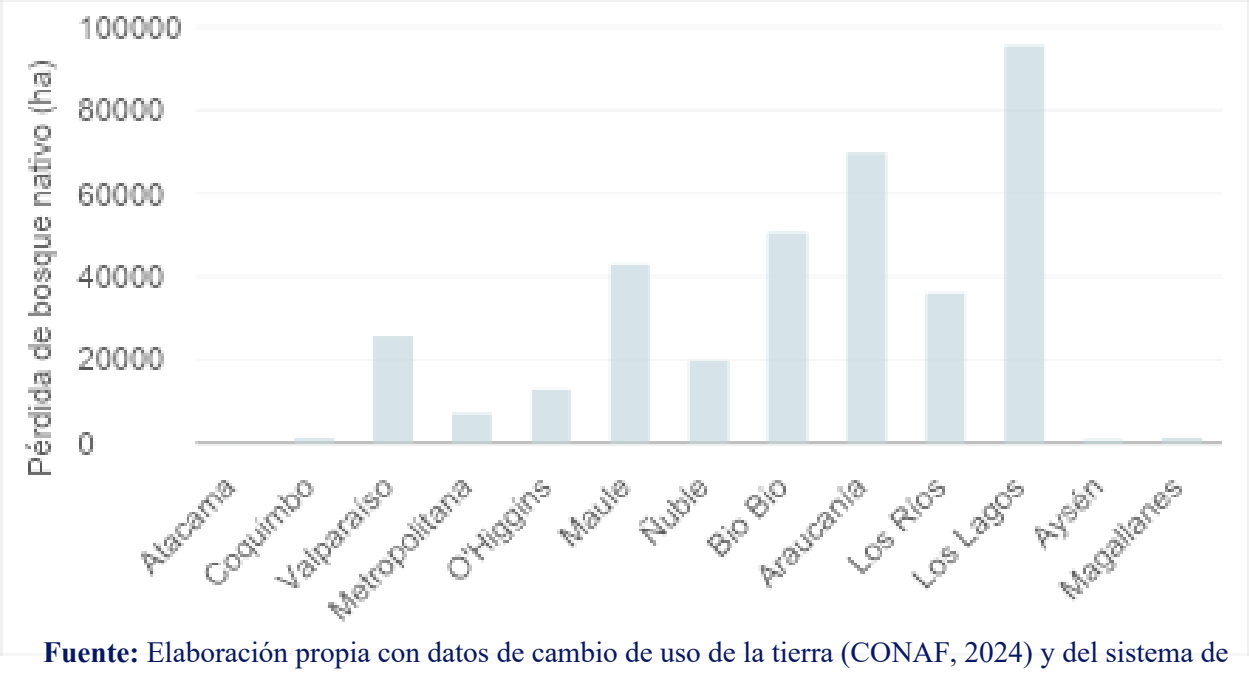
El cambio de la cobertura de bosque nativo se lleva a cabo a través de un monitoreo llevado a cabo por la Corporación Nacional Forestal y reportado cada dos años. Los primeros resultados de dicho análisis fueron presentados en el Informe País previo con actualización hasta el año 2019 (Lara et al., 2023). Dichos informes bi-anuales surgen a raíz de la necesidad de reportar pérdidas ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático según el anexo técnico de resultados REDD+1. También han sido utilizados para el reporte del Inventario de Gases de Efectos Invernadero (INGEI), cuya última actualización fue el 2024. Si bien es un sistema que tiene una reciente implementación, ya tiene resultados de cambio entre los años 2001-2013, 2013-2016, 2016-2017, 2017-2019, además de 2019-2021 y 2021-2023 para las regiones del Maule, Ñuble, Bio-Bio, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. La cartografía se encuentra disponible en el Sistema Integrado de Monitoreo de Ecosistemas Forestales SIMEF.

Según las cifras oficiales del sistema de monitoreo de bosque nativo realizado por CONAF, y publicados por el Sistema Integrado de Monitoreo de Ecosistemas Forestales Nativos de Chile (SIMEF), entre los años 2001 y 2021-23 ha habido una pérdida de bosque nativo total de 363.326 ha (promedio 16.796 ha anuales) entre las regiones de Atacama y Magallanes. La región de Aysén considera los años entre 2011 y 2020, habiendo perdido desde el año 1996, 5.719 ha (Lara et al., 2018). Estas cifras corresponden a cambios en la cobertura terrestre, es decir cambios en áreas que el año 2001 estaban cubiertas por bosque nativo y en cualquiera de los años en donde se hizo la actualización corresponden a otro tipo de cobertura vegetacional (e.g. matorral, praderas) y uso del suelo. Es importante considerar la variabilidad interanual que puede tener el cambio en los bosques nativos, ya que los incendios pueden aumentar notoriamente las cifras anuales, tal como ocurrió en 2017 en Chile central en que éstos afectaron a 90.000 ha de bosque nativo (ver punto 3.2). Sin embargo, los bosques nativos quemados no se consideran dentro de este cálculo, a no ser que dicho incendio haya llevado a cambios permanente en la cobertura del suelo. Esto queda reflejado en que los incendios forestales en bosque nativo entre los años 2000 y 2023 sumaron 371.448 ha. Este análisis ha mostrado como diversas amenazas aún están impactando fuertemente a los bosques nativos y comprometiendo su conservación, y los diversos servicios ecosistémicos que prestan a la sociedad. Hay que considerar además que estas cifras tampoco incluyen la degradación del bosque por cortas sin métodos silviculturales adecuados o planes de manejo.

En este capítulo hemos optado por no considerar el ingreso de nuevas áreas de bosque ya que en su mayoría corresponden a renovales jóvenes que han alcanzado los umbrales de altura y cobertura de los árboles para ser incluidos en la categoría de bosque nativo y no son comparables ni podrían compensar la pérdida de renovales de un mayor desarrollo y menos aún con los de bosque adulto. Estos umbrales corresponden a una cobertura arbórea mayor a 10% en algunas regiones, y mayor a 25% en otras, y alturas entre 2 y 4 metros. Por el contrario, las áreas de bosque nativo que se han perdido y que se muestran en el Cuadro 3.1 corresponden a bosques adultos, adulto-renoval y renovales de mayor desarrollo, con una composición, provisión de bienes y servicios ecosistémicos, opciones de manejo y valor de conservación muy superiores. Sin embargo, acá se mencionan las cifras reportadas por CONAF en cuanto a los aumentos de bosque para la macrozona norte (Arica y Parinacota, Tarapacá y Atacama), centro (Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y O´Higgins), sur (Maule, Biobío, Ñuble, La Araucanía, Los Ríos, Los Lagos) y austral (Magallanes), con 50 ha, 3.505 ha, 215.887 ha y 1.012 ha, respectivamente.

La suma de las pérdidas de bosque nativo, en el período comprendido entre 2001 y 2023, para las regiones entre Atacama y Magallanes alcanza, de acuerdo a CONAF, las 363.326 ha. Las mayores pérdidas de bosque nativo por cambios a otros tipos de cobertura vegetacional y uso del suelo se registraron en las regiones de Los Lagos y Araucanía sumando entre ambas 165.403 ha. Cabe destacar que se reporta que las regiones que contienen la mayor cobertura de bosque nativo a nivel nacional fueron a su vez las regiones con menor pérdida, 777 ha y 1.170 ha para Aysén y Magallanes, respectivamente (Figura 3.2).

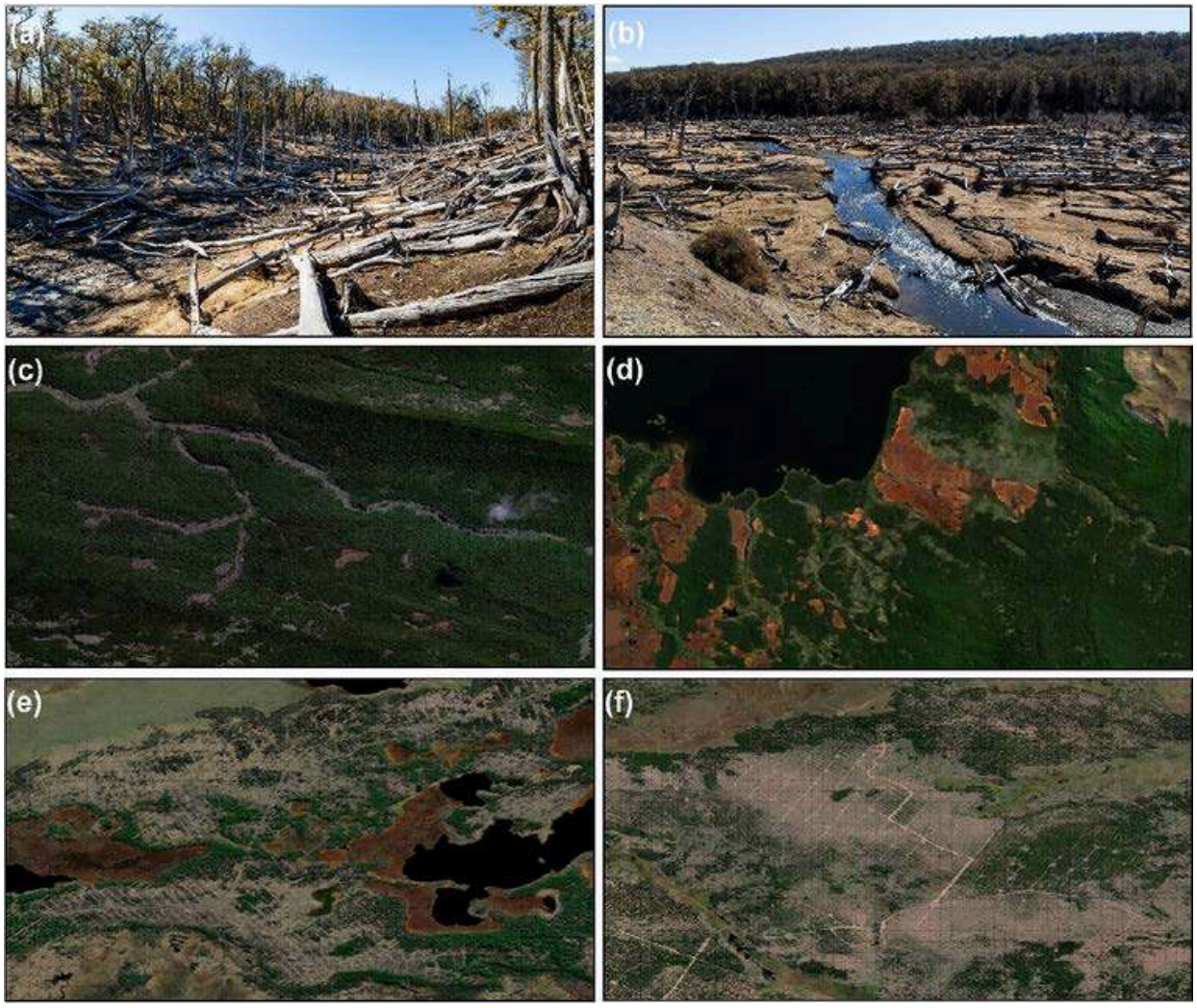
Figura 3.2: Estimación oficial de pérdidas de Bosque Nativo por regiones en el período global 2001 a 2019-2023.



Fuente: Elaboración propia con datos de cambio de uso de la tierra (CONAF, 2024) y del sistema de monitoreo bianual de SIMEF (https://simef.minagri.gob.cl/descargas).

Estas últimas cifras reportadas para las regiones de Aysén y Magallanes no se condicen en cuanto a las magnitudes de pérdida de bosque con los últimos artículos científicos publicados para dichas regiones. También estas diferencias permiten discutir con respecto a los cambios netos y absolutos que sufre el bosque nativo en sus diferentes estados de desarrollo. Hernández-Moreno et al., (2023), solo para la provincia de Coyhaique, y entre los años 2000 y 2018, reporta 12.828 ha pérdidas netas de bosques adultos los que pasarían principalmente a matorrales, y una ganancia, pero en bosques secundarios, de 49.000 ha. Dichos cambios en solo esa área de la región, revela un dinamismo en la cobertura de bosques, que no queda recogido por lo reportado en SIMEF, con las 777 ha perdidas. Por otro lado, Miranda et al., (2023), solo considerando un área de la isla de Tierra del Fuego reporta para el periodo 2002-2019 una pérdida de bosques nativos de 8.500 ha atribuidas al impacto de la invasión del castor, y 7.600 ha asociadas a actividades forestales (Figura 3.3). Dichas cifras contrastan con las poco más de mil hectáreas reportadas por el sistema de seguimiento SIMEF.

Figura 3.3: Ejemplos de pérdida de bosque por el castor y por la actividad forestal. (a,b) quebradas afectadas por castor; (c,d) imágenes aéreas reflejando el efecto del castor a mayor escala; (e,f) ejemplos del impacto de la actividad forestal. Figura extraída de Miranda et al., (2023).



3.1.3. CAUSAS DE DISMINUCIÓN DEL ÁREA DE BOSQUES NATIVOS EN EL PERIODO 2001 - 2023

El centro y centro-sur de Chile (33° - 43° S) estaba dominado principalmente por bosques naturales y matorrales en el periodo prehispánico (Lara et al., 2012). Desde entonces, la pérdida de bosque nativo se ha convertido en el principal cambio de cobertura del suelo, habiéndose reducido en más del 50% de su área original. El bosque fue convertido principalmente a praderas, matorrales, áreas agrícolas y plantaciones forestales (Lara et al., 2012). Las principales fuerzas subyacentes de cambio de cobertura del suelo desde mediados del siglo XIX han sido grandes incendios de origen antrópico y talas para la expansión de la agricultura y la ganadería promovidas por el Estado en el periodo denominado de colonización Euro-Chilena (Donoso y Lara, 1995; Armesto et al., 2010). En décadas más recientes, uno de los principales contribuidores a la pérdida de bosque nativo fue el incentivo para la expansión de plantaciones forestales promovido mediante el decreto de ley 701 de 1974. Esta política forestal y los incentivos a las plantaciones forestales fueron renovados en democracia, continuando operativos hasta el año 2013 (Lara y Veblen,

1993). Desde las décadas de 1950s y 1960s la erosión del suelo provocada por la agricultura y la ganadería extensiva propició un escenario favorable para la forestación en áreas consideradas como de uso preferentemente forestal (Otero, 2006; Miranda et al., 2017). Si bien con diferentes patrones espaciales y temporales, en las últimas cuatro décadas, el centro y centro-sur de Chile han tenido un alto dinamismo de coberturas de bosques naturales, en particular hasta los años 2000-2010 (Miranda et al., 2015; 2017). Esto ha determinado que el bosque nativo remanente se concentre principalmente en la Cordillera de los Andes o en fragmentos aislados en la Cordillera de Costa y depresión intermedia compitiendo con otros usos del suelo tales como la agricultura y las plantaciones forestales (Miranda et al., 2015; 2017).

Según cifras oficiales, los mayores contribuidores a la pérdida de bosque nativo en el período 2001-2023 han sido su transformación a plantaciones forestales (37% del total) y cambio hacia matorrales (20% del total), así como transformación a uso agropecuario (praderas y terrenos agrícolas, 20% del total; Cuadro 3.3). La pérdida de bosque nativo debido a su conversión a terrenos agrícolas se concentra entre las regiones de Valparaíso y el Maule (21.290 ha que representan un 70% del total nacional), lo cual en parte puede atribuirse, en una proporción no determinada, a la expansión de los cultivos de paltos. El cambio hacia praderas ocurre mayormente en las regiones de Los Ríos y Los Lagos que suman el 70 % del total nacional. Por otro lado, la reclasificación de bosques hacia matorrales, lo cual puede ser una etapa intermedia en la sucesión ecológica luego de una perturbación o a su vez puede adquirir esa fisonomía debido a la degradación del bosque, concentra el 20 % de los cambios a nivel nacional. Dicho cambio se observa mayoritariamente en la región de Los Lagos con un 40 %. Estos resultados son consistentes con los aportados por estudios anteriores en cuanto a los contribuidores de pérdida (Lara y Veblen, 1993; Armesto et al., 2010; Lara et al., 2011; Heilmayr et al., 2016; Miranda et al., 2017). De acuerdo a estas estimaciones, esta pérdida se debe principalmente a cambios hacia plantaciones, matorrales, praderas y terrenos agropecuarios, suelos desnudos y asentamientos humanos, aunque también incluyen otras causas naturales como vulcanismo y deslizamiento de tierra (Cuadro 3.3; Figura 3.4 y 3.5). En la región de Magallanes se reportan cambios en la superficie de la tierra de 75.150 ha, atribuidas principalmente a la habilitación para uso agrícola y ganadero (56% del total regional) e intervenciones silvícolas (16% del total regional). Sin embargo, no se es explícito en que los cambios son producidos en bosque nativo, si no en coberturas vegetacionales, solo en este último caso se puede asumir es cambio en la cobertura de bosque nativo (12.161 ha), aunque no se asume como pérdida real. Además de la pérdida directa de bosque nativo para la habilitación agrícola o sustitución por plantaciones forestales, hay pérdidas producidas por incendios forestales y degradación de los bosques que se suman al deterioro de estos ecosistemas naturales en todo el territorio nacional.

Estos resultados indican que las causales de cambio en periodos más recientes se mantienen similares a las históricas, aunque las tasas de cambio han disminuido con respecto a la colonización Euro-Chilena a mediados del siglo XIX y décadas siguientes donde los bosques naturales experimentaron grandes cambios, en particular en la zona centro-sur de Chile, entre los años 1974 y 1990 por el efecto de la expansión de la industria forestal (Armesto et al., 2010; Miranda et al., 2017).

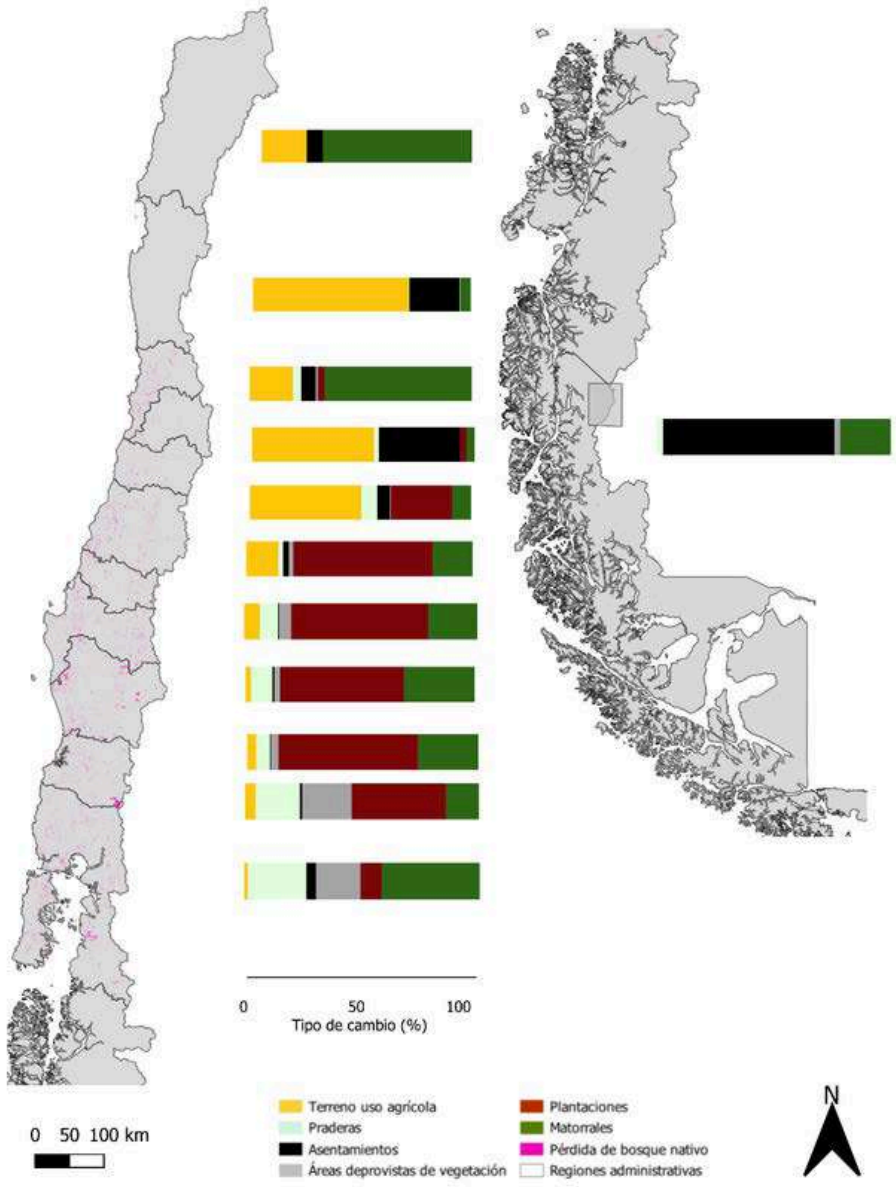
Cuadro 3.3: Distribución regional de la disminución de superficie de bosque nativo (ha) por sustitución por plantaciones forestales de especies exóticas, terrenos de uso agrícola (cultivos y frutales), praderas, matorrales, asentamientos (uso urbano e infraestructura) y otros en el período global 2001-2023.

Región	Periodo		Plantaciones forestales		Terreno de uso agrícola		Praderas		Matorrales		Asentamientos		Otros		Total	
	Inicio	Final	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Atacama	2015	2017	0	0	4	0	0	0	15	0	2	0	8	0	28	0
Coquimbo	2001	2021	0	0	706	1	3	0	38	0	227	2	85	0	1059	0
Valparaíso	2001	2021	815	1	4979	4	965	2	8171	11	1686	14	8975	13	2559	7
Metropolitana	2001	2021	193	0	3828	3	144	0	184	0	2546	21	75	0	6970	2
O'Higgins	2001	2021	3651	3	6456	5	926	2	711	1	715	6	456	1	1291	4
Maule	2001	2023	2624	20	6027	5	880	2	3163	4	1086	9	5389	8	4279	12
Ñuble	2001	2023	1135	8	1321	1	1515	4	3741	5	81	1	1582	2	1959	5
Bio Bio	2001	2023	2650	20	1157	1	4577	11	1122	15	338	3	6042	9	4984	14
Araucanía	2001	2023	4203	31	2773	2	4202	10	1311	18	288	2	7401	11	6981	19
Los Ríos	2001	2023	1451	11	1573	1	6891	16	2591	4	374	3	1015	14	3610	10
Los Lagos	2001	2023	8475	6	1312	1	2300	53	2952	41	3834	32	2943	42	9559	26
Aysén	2011	2020	0	0	335	0	0	0	0	0	153	1	290	0	778	0
Magallanes	2001	2021	0	0	0	0	27	0	62	0	823	7	258	0	1170	0
			1337	100	3047	100	4313	100	7253	100	1215	100	7015	100	3622	100

Fuente: Elaboración propia con datos de cambio de uso de la tierra CONAF, 2024; https://simef.minagri.gob.cl/descargas)

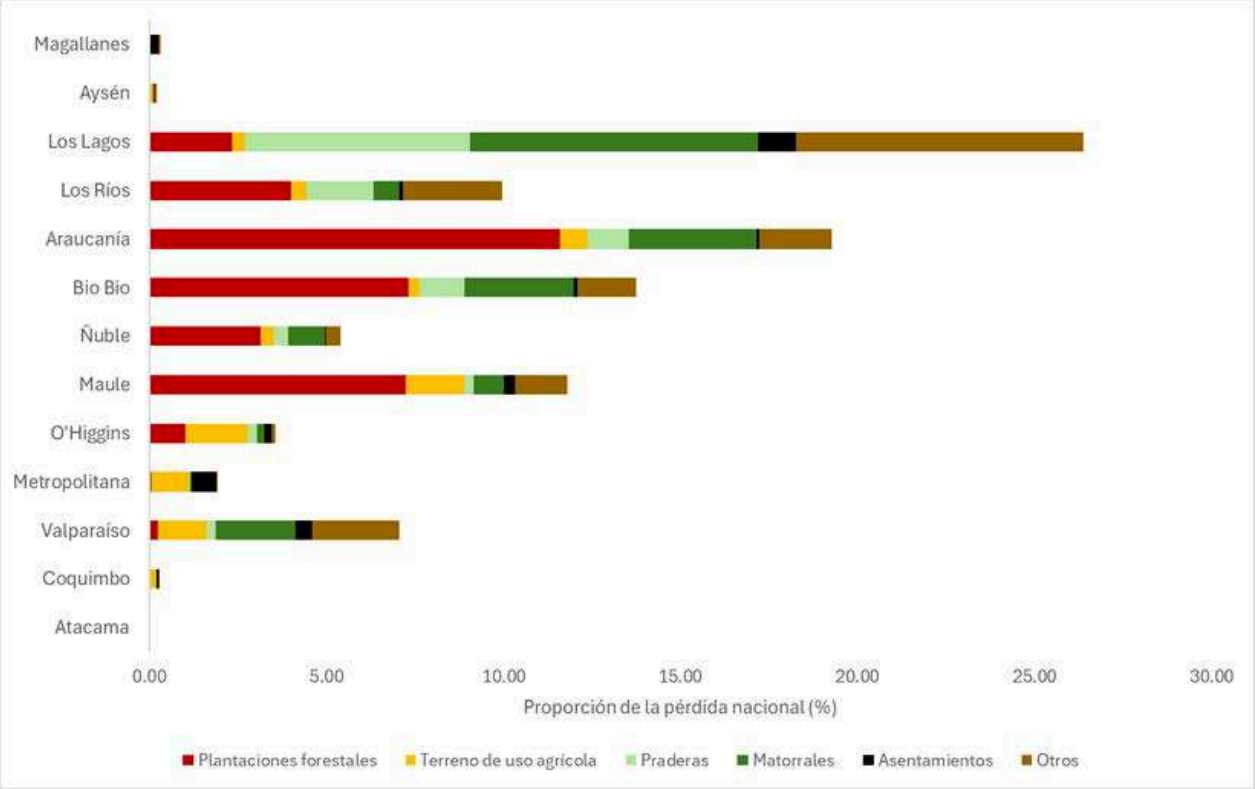
***Los datos de la región de Aysen fueron obtenidos directamente de la actualización de la región.**

Figura 3.4: Pérdida proporcional de bosque nativo por región y por tipo de cambio para las regiones de Atacama a Magallanes. Los colores de las barras representan cada uno de los principales tipos de cambios.



Fuente: Elaboración propia con datos de cambio de uso de la tierra CONAF, 2024 (https://simef.minagri.gob.cl/descargas)

Figura 3.5: Distribución regional de los principales contribuyentes al total de pérdida de bosque nativo a nivel nacional.



Fuente: Elaboración propia con datos de cambio de uso de la tierra CONAF, 2024 https://simef.minagri.gob.cl/descargas).

En general en el proceso de cambio de cobertura del suelo, y en particular en el proceso de pérdida de bosque nativo están involucrados diferentes procesos que operan a diferentes escalas espaciales y temporales. Estos procesos tienen efectos directos o indirectos sobre los ecosistemas, los que actúan de manera sinérgica determinando el nivel de degradación de éstos. Las fuerzas subyacentes que determinan ese cambio se relacionan con el contexto socioeconómico, en los cuales se encuentran insertos los ecosistemas. Factores demográficos, económicos, desarrollo tecnológico, políticos e institucionales y factores culturales, se conjugan para construir escenarios favorables o desfavorables para la conservación del bosque nativo. Los contribuidores directos de pérdida tales como la expansión de las plantaciones forestales, infraestructura, uso agrícola y la tala (principalmente para leña) cambian a lo largo del tiempo en función a cambios en estos factores subyacentes, así como también al cambio climático. Toda esta combinación de factores determina la dinámica del paisaje tanto en el tiempo como en el espacio.

De acuerdo a los datos de cambio recopilados en SIMEF se han observado diferencias en los últimos años en los principales contribuidores a la pérdida de bosque nativo. Analizamos el cambio en la contribución de cada una de las principales causales de pérdida de bosque nativo entre los periodos 2001-2013 y 2013-2023. De acuerdo a estos datos, la tasa de pérdida anual de bosque nativo debido a la expansión de asentamientos humanos y áreas sin vegetación han sido las que han tenido un mayor incremento con un 74 % y 21 % de incremento, respectivamente (Cuadro 3.4). Todas las otras causales de cambio en los bosques nativos

habrían disminuido su tasa de cambio, siendo notable la disminución desde 110.536 ha en el periodo 2001-2013 a 20.574 ha en el periodo 2013-2023. A su vez, destaca la conversión a matorrales que en suma llegan a 19.480 ha en el mismo período. Cabe mencionar que los datos presentados en el Cuadro 3.4 son diferentes a los que se reportaron previamente por SIMEF y reflejados en Lara et al. (2023). Si bien en el último periodo se reporta una disminución en la tasa anual de pérdida de bosque nativo (9.827 ha/año), este valor puede estar subestimado por lo que se considere como pérdida permanente o temporal de acuerdo a SIMEF y también por los incendios forestales que afectan al bosque nativo y que será tratado en la siguiente sección.

Cuadro 3.4: Cambios en la tasa anual de pérdida de bosque nativo de los diferentes contribuidores entre los periodos 2001-2013 y 2013-2023.

	Pérdida por periodo (ha)		Tasa de pérdida anual (ha)		Diferencia en tasas anuales (ha)	Diferencia en tasas anuales (%)
Subuso	2001-2013	2013-2023	2001-2013	2013-2023		
Áreas Desprovistas de Vegetación	15182	15297	1265	1530	265	21
Nieves y glaciares	526	93	44	9	-35	-79
Asentamientos	3459	5029	288	503	215	74
Humedal	35	2481	3	248	245	8301
Cuerpos de Agua	1167	430	97	43	-54	-56
Matorral	47392	21540	3949	2154	-1795	-45
Matorral Arborescente	24533	8289	2044	829	-1215	-59
Plantación	110536	20574	9211	2057	-7154	-78
Praderas	23442	18205	1954	1820	-133	-7
Tierras de Cultivo	11596	8014	966	801	-165	-17
TOTAL	237868	99953	19822	9995	-9827	-58

Fuente: Elaboración propia con datos de cambio de uso de la tierra CONAF, 2024 https://simef.minagri.gob.cl/descargas)

Es necesario mantener el monitoreo de la cobertura de bosque nativo y de los diferentes tipos de cobertura y uso del suelo a fin de observar continuamente los contribuidores de cambio en los bosques nativos para adecuar las políticas públicas a posibles cambios culturales, o incentivos que puedan operar a diferentes escalas espaciales y temporales para la expansión de las actividades humanas. También se requiere realizar estudios que permitan cuantificar la pérdida de bosques nativos debido al fenómeno de las parcelaciones rurales que tuvieron un incremento explosivo a partir de 2020. Las parcelaciones corresponden a un cambio de uso del suelo, que incluye las parcelas propiamente tal (mayoritariamente de 0,5 ha), caminos y otra infraestructura. Debido a los impactos ambientales y aumento del riesgo de incendios de las parcelaciones, se recomienda que CONAF incorpore esta categoría como uno de los contribuidores de pérdida de bosques nativos.

Existen diferentes tipos de contribuidores a la pérdida de bosque nativo. Estos pueden ir cambiando en el tiempo y en el espacio, como se refleja en los patrones observados por efecto de las parcelaciones, que es un fenómeno que resulta más visible en los últimos años. Estas forzantes pueden ser económicas, sociales, tecnológicas, culturales, entre otras, incluso naturales por efecto del cambio climático expresados en desecamiento e incremento de la mortalidad, incremento de los deslizamientos, incendios. Las ganancias de bosques pueden responder a los mismos fenómenos, pero que no suelen provenir de la gestión integrada del territorio, sino más bien es de tipo espontanea en áreas despobladas o de poco acceso, sin competencia por el cambio de uso del suelo. La pérdida es algo que puede abordar la política pública, en particular en bosques adultos en donde recuperar su estructura, composición y funciones puede demorar cientos de años. La pérdida debe apuntar a ser nula, considerando que la ganancia en renovales no suple la perdida de bosques adultos establecidos hace un par de cientos de años. Por lo tanto, una definición clara de lo que representa la pérdida de bosque y ser consistente en las actualizaciones y diferentes informes nacionales e internacionales es relevante.

Por otro lado, de acuerdo a nuestra evaluación, el sistema de monitoreo de bosque nativo aun refleja muchos desafíos pendientes. Las cifras van cambiando para las diferentes actualizaciones y se siguen modificando las definiciones y métodos, lo que no permite hacer un seguimiento en el tiempo de las coberturas de bosque nativo. La mayor parte de los cambios reportados son informados como correcciones cartográficas, y también se diferencian cambios reales de no reales por si se asumen permanentes o no. Estos criterios no necesariamente quedan explícitos en los documentos, lo que dificulta un seguimiento a las cifras, a lo que debe apuntar un sistema de monitoreo nacional. Las obligaciones que enfrenta la realización del catastro, teniendo que actualizar no solo los bosques, matorrales y praderas, sino las coberturas urbanas, agrícolas, humedales, entre otros, dificulta centrarse en su objetivo principal. Así, se debería avanzar en un sistema de monitoreo exclusivamente forestal, que permita tener definiciones claras, en un marco conocido e internacional, de manera de avanzar en establecer un sistema robusto de seguimiento de los bosques en el tiempo.

3.2 INCENDIOS FORESTALES



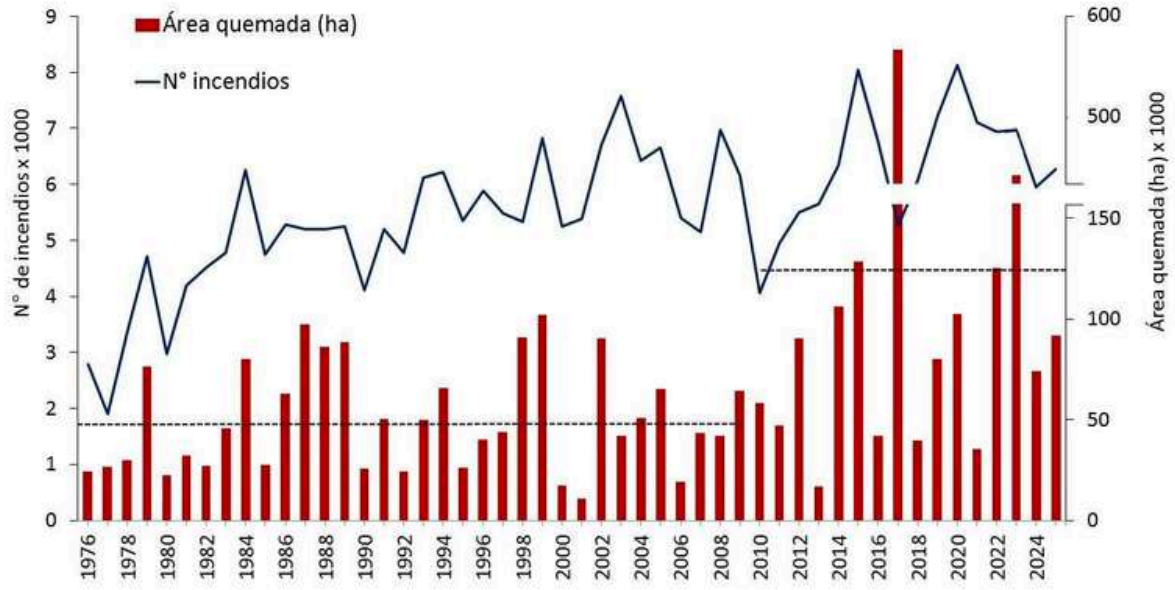
FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

3.2.1 VARIACIÓN ANUAL EN EL NÚMERO Y ÁREA QUEMADA (1976-2025)

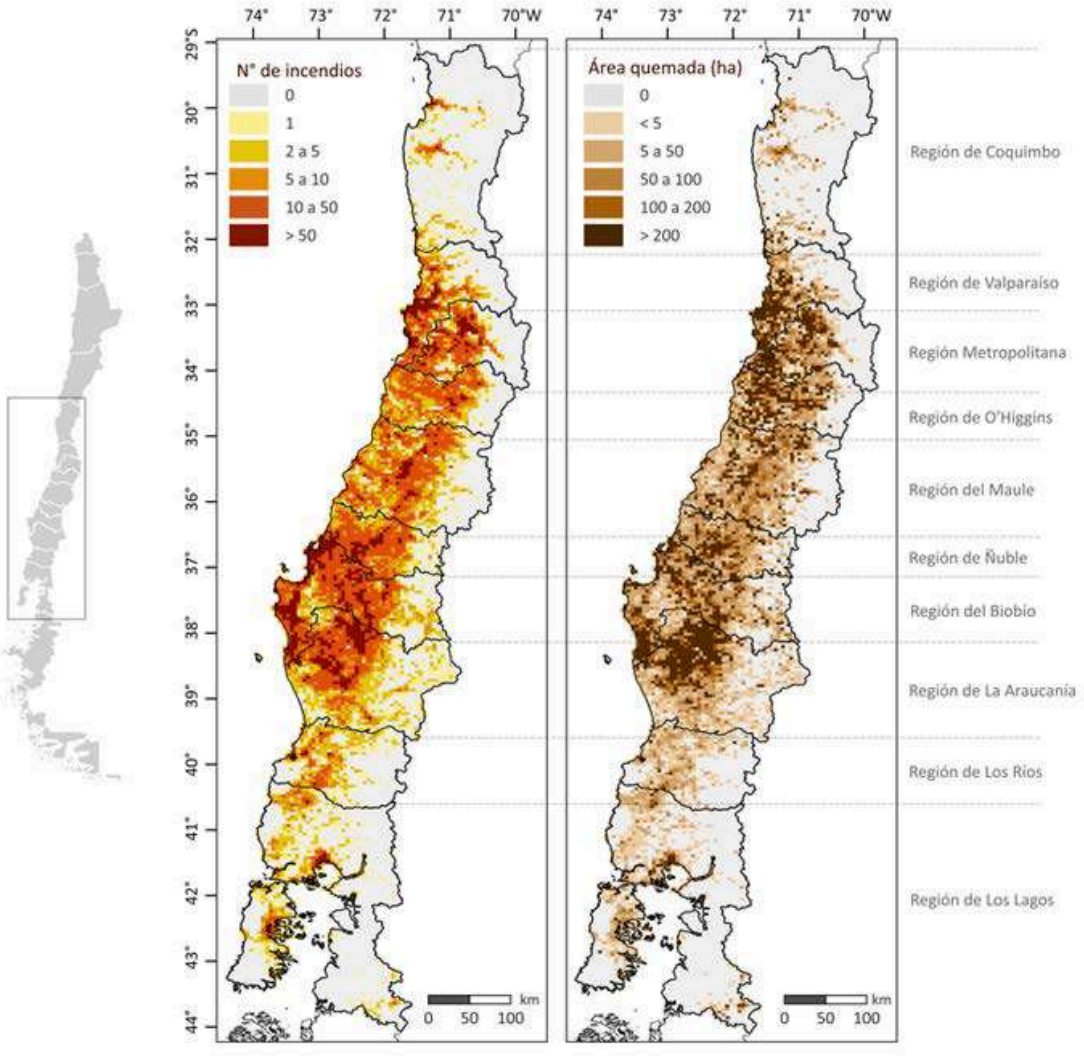
En los últimos 50 años el número de incendios y el área quemada han tenido una alta variabilidad interanual (Figura 3.6). Durante ese periodo el número promedio anual de incendios y área quemada alcanzan 5.590 eventos y 74.516 ha, respectivamente. Sin embargo, desde el inicio de la intensa y prolongada megasequía que ha afectado el país desde el 2010 (Garreaud et al., 2017) acompañada de una mayor frecuencia de olas de calor, el promedio de área quemada se ha prácticamente triplicado con 49.700 y 127.300 ha en el periodo 1976-2009 y 2010-2025, respectivamente (Figura 3.6). Durante este último periodo, la región centro-sur de Chile fue afectada por los incendios más catastróficos de los cuales se tenga registro histórico en el país, especialmente las temporadas 2017 y 2023, con más 570.000 y 430.000 ha anuales quemadas, respectivamente. Aunque el área quemada de la temporada 2024 estuvo dentro del promedio histórico anual de los últimos 50 años, el incendio intencional (Complejo Las Tablas-RN Peñuelas) ocurrido en la región de Valparaíso a inicios de febrero 2024 tuvo un catastrófico impacto social y económico por el número de personas fallecidas (más de 135 fatalidades) e infraestructura afectada (Martínez et al., 2024; González et al., 2024). El total del área quemada en este pasado medio siglo supera los 3,7 millones de hectáreas, con una mayor concentración del daño de los incendios en la cordillera de la costa y depresión central entre las regiones de Valparaíso y Araucanía (Figura 3.7).

Figura 3.6: Número de incendios (línea) y área quemada (barras) entre las temporadas de incendio 1975-76 (indicada como 1976) y 2024-25 (indicada como 2025). Las líneas horizontales punteadas representan el promedio quemado anualmente en el período 1976-2009 y 2010-2025.



Fuente: Elaboración a partir de Estadísticas de Incendios de CONAF

Figura 3.7: Distribución acumulada del número de incendios y área quemada en la región centro-sur de Chile (periodo 2003-2025).

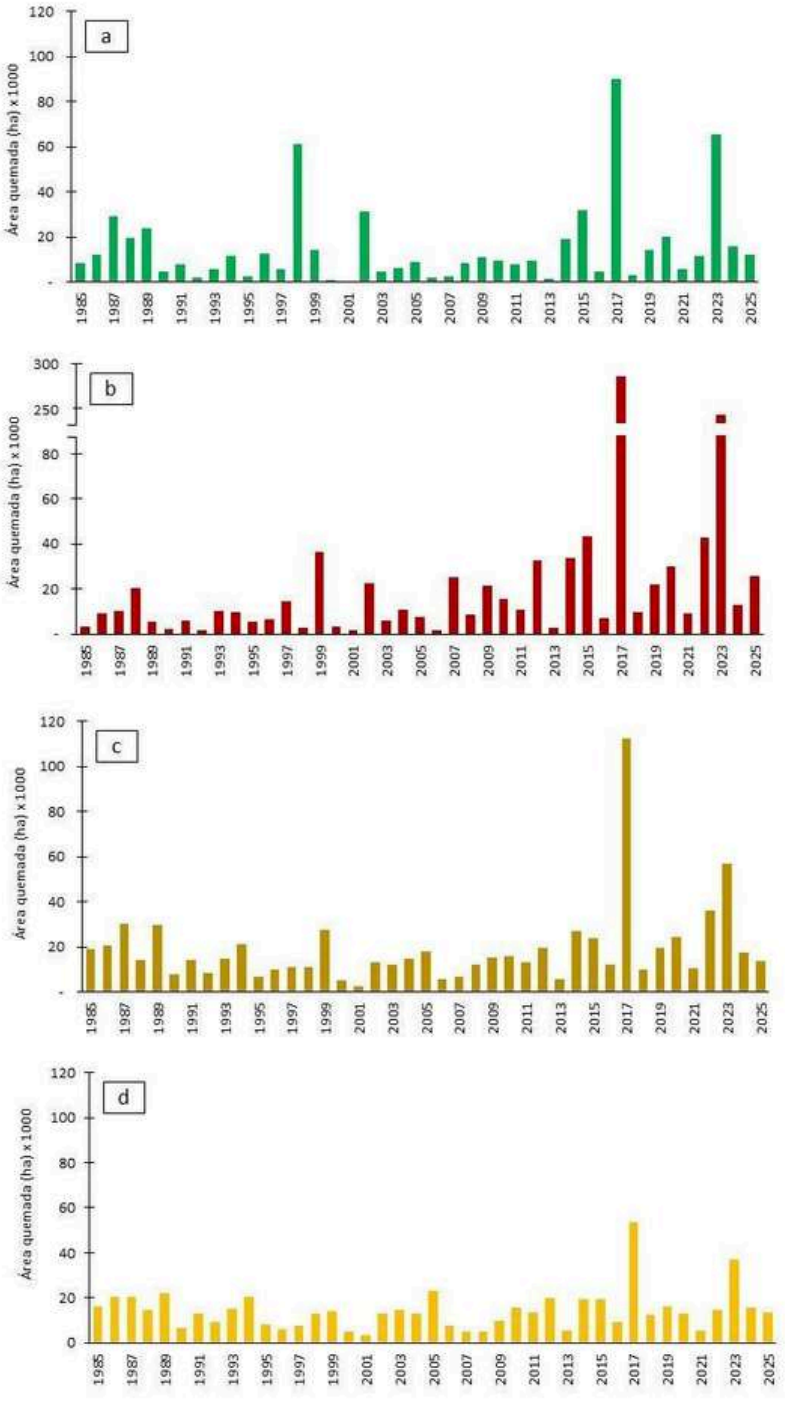


Fuente: Elaboración a partir de Estadísticas de Incendios de CONAF

3.2.2 ÁREA QUEMADA POR TIPO DE COBERTURA

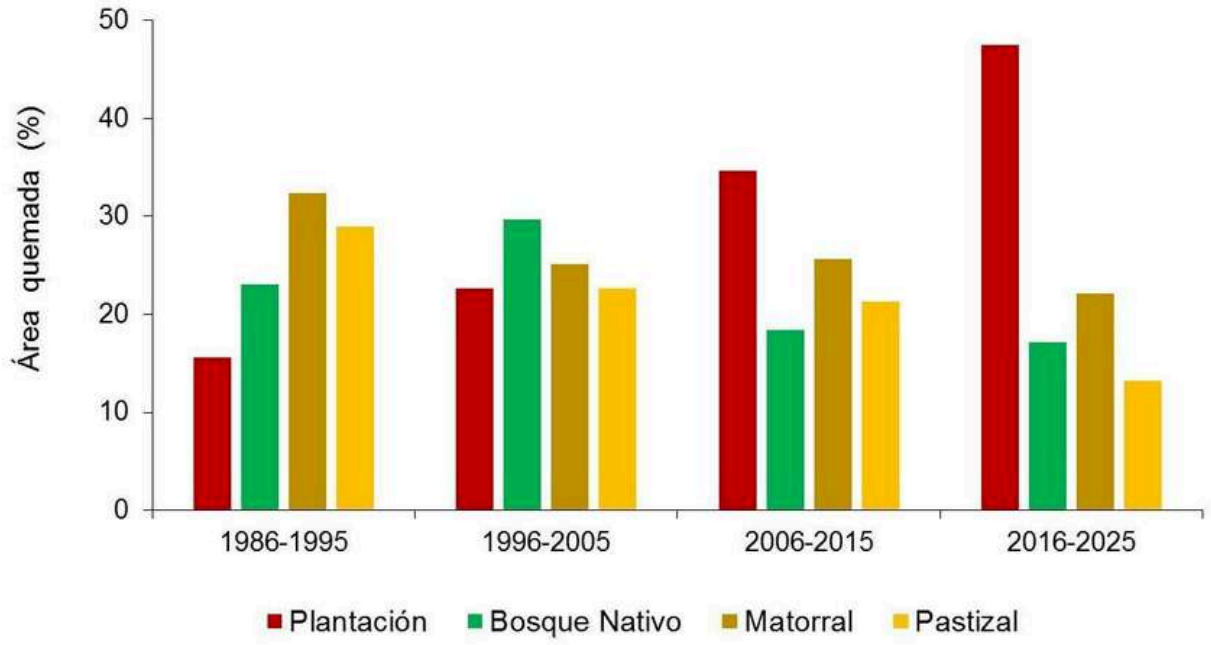
El área quemada para los distintos tipos de vegetación tiene una alta variabilidad interanual (Figura 3.8). El promedio del área quemada anual para el periodo 1985-2025 es de 15.181, 25.729, 18.727 y 14.363 ha para bosque nativo, plantaciones, matorral y pastizal, respectivamente. En el contexto de la megasequía (2010-2025), destaca la gran superficie quemada de plantaciones en la temporada 2017 y 2023 con 281.487 y 222.987 ha, respectivamente (Figura 3.8 b). En este periodo (2010-2025) la superficie total de plantaciones quemadas supera las 800.000 ha, lo que representa aproximadamente el 25% del total de plantaciones forestales en Chile. En términos relativos, durante las últimas décadas el bosque nativo, matorrales y pastizal han disminuido su área quemada (Figura 3.9). Al contrario, en las plantaciones forestales se observa un progresivo aumento en la superficie quemada en los distintos periodos (Figura 3.9). Para el último periodo (2016-2025), las plantaciones representan el principal tipo de cobertura vegetacional afectada por incendios con aproximadamente el 50% respecto del área quemada total (Figura 3.9).

Figura 3.8: Evolución temporal del área quemada en Chile para las principales coberturas de vegetación (a) bosque nativo, (b) plantaciones forestales (c) matorral y (d) pastizal para los períodos 1984-85 al 2024-25.



Fuente: Elaboración a partir de Estadísticas de Incendios de CONAF

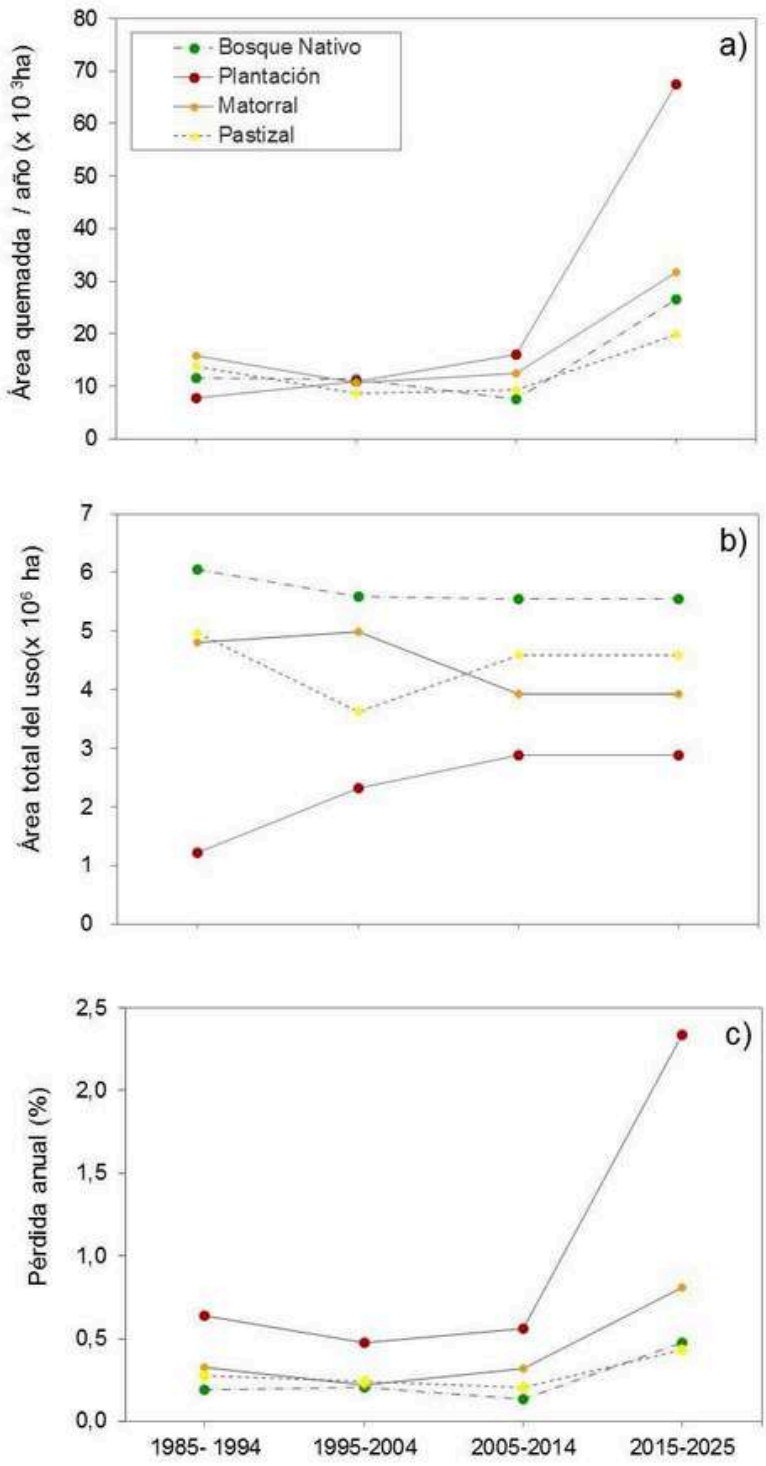
Figura 3.9: Cambio del área quemada relativa (como porcentaje respecto del área total quemada en el periodo respectivo) para los principales tipos de cobertura de vegetación durante las últimas décadas.



Fuente: Elaboración a partir de Estadísticas de Incendios de CONAF

Al analizar las últimas cuatro décadas, el área quemada de las plantaciones forestales se ha incrementado fuertemente, en especial en el último periodo (2015-2025) donde prácticamente se cuadriplicó (Figura 3.10 a). Por su parte, el área cubierta por bosque nativo, matorral y pastizal mostraron una relativa estabilidad en el área quemada durante las tres primeras décadas, y un aumento también sustantivo en la última década (Figura 3.10 a). El área cubierta por bosque nativo ha variado importantemente su cobertura en las últimas décadas, en contraste a los pastizales y matorrales que muestran un incremento y disminución en su superficie desde el periodo 1995-2004, respectivamente (Figura 3.10 b). Por su parte, las plantaciones forestales han mostrado un aumento sostenido con una estabilización de su superficie en la última década (Figura 3.10 b). Comparativamente el área de uso de suelo cubierta por plantaciones forestales es significativamente menor que los otros usos (la mitad del área de bosque nativo en las últimas décadas), sin embargo, la proporción de la pérdida anual de plantaciones por incendios duplica o triplica a los otros usos de suelo en los periodos analizados, quintuplicándose respecto al bosque nativo y pastizales en la última década (Figura 3.10 c). De estos resultados se desprende que plantaciones establecidas a gran escala, altamente inflamables como son *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*, conllevan un aumento sustantivo del riesgo de grandes incendios, en comparación con otros usos del suelo (McWethy et al., 2018; Gonzalez et al., 2018; IUFRO 2018).

Figura 3.10: a) Área quemada anual; b) uso del suelo; c) tasa de pérdida anual para cada uso de suelo entre las regiones de Valparaíso y Los Lagos (1985-2025).



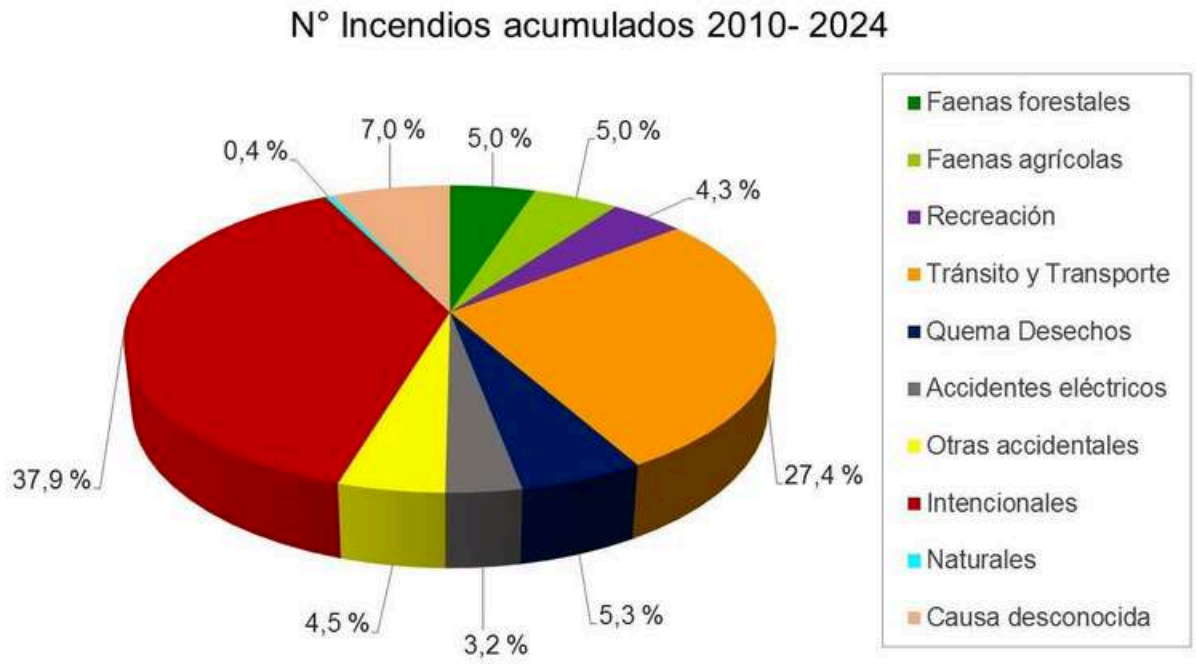
Fuente: Elaboración a partir de Estadísticas de Incendios de CONAF, y de Heilmayr et al. (2016)

3.2.3 CAUSAS DE LOS INCENDIOS PARA EL PERIODO 2010-2025

Como en el resto del mundo, la actividad humana es la principal responsable de la ocurrencia de incendios en Chile (Figura 3.11). Las causas de tipo accidental e intencional explican en conjunto alrededor del 93% de los incendios (excluidos los incendios naturales y aquellos de causa desconocida). En el caso de los incendios accidentales o por negligencia humana, éstos alcanzan aproximadamente 55%. En este tipo de causas el de mayor preponderancia es el asociado al tránsito y transporte con un 27%, seguido de las faenas forestales, agrícolas, recreación y quema de desechos, que en conjunto contribuyen con alrededor del 20% de los incendios. En el caso de los incendios accidentales por corte de cables del tendido eléctrico, éstos han aumentado durante los últimos años, con sobre el 3% de las causas.

En el caso de los incendios intencionales, éstos alcanzan un 38% en estos últimos 15 años. Por su parte, los incendios ocasionados por causas naturales son menores al 0.5%. Incendios sin determinación de la causa de origen, se estima en un 7% en este periodo.

Fuente: Elaboración propia a partir de Estadísticas de Incendios de CONAF.



Fuente: Elaboración propia a partir de Estadísticas de Incendios de CONAF.

3.2.4 Cambio climático y el impacto de los incendios en el bosque nativo

Durante el periodo 2010-2025 la zona centro-sur de Chile ha sido afectada por una extensa megasequía y un incremento de las olas de calor favoreciendo la ocurrencia y propagación de incendios forestales (González y Lara 2015; Garreaud et al., 2017; Piticar 2018; Bowman et al., 2018; Urrutia et al. 2018; González et al., 2020, 2024; Fuentes et al., 2020; Jacques et al., 2023; Carrasco-Escaff et al., 2024; Cordero et al., 2024).

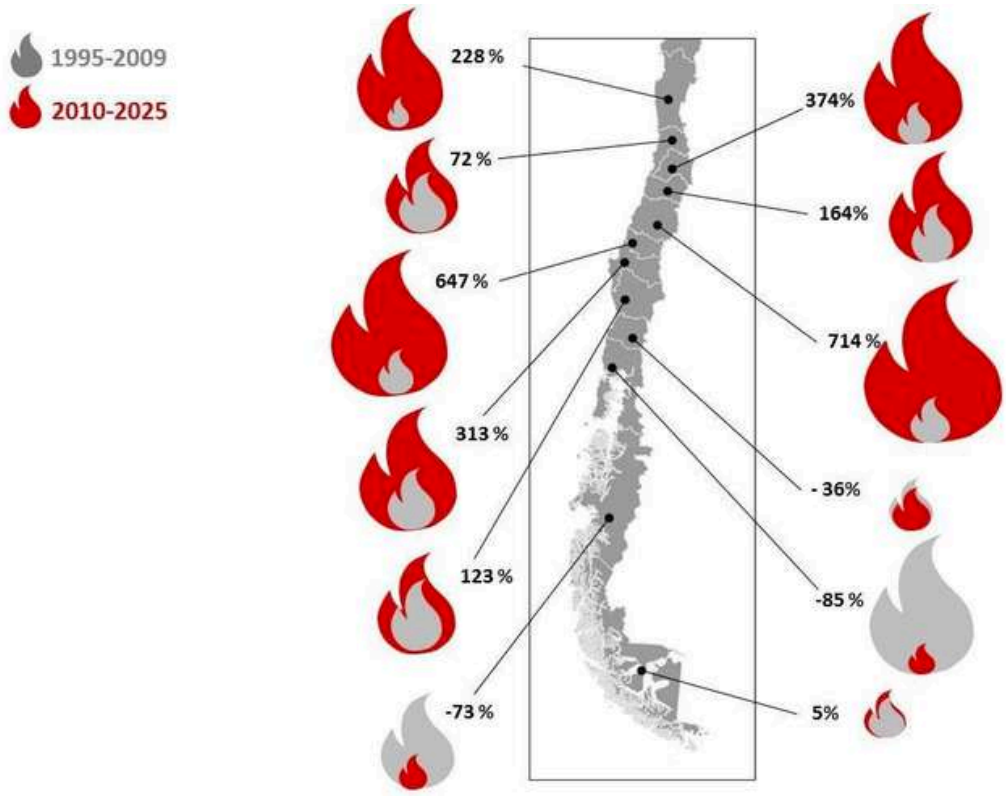
En este periodo el régimen de incendios se ha caracterizado por una temporada más prolongada, una mayor simultaneidad y duración de los incendios y un incremento sustantivo del área total quemada y tamaño de los incendios en la zona centro-sur de Chile (González et al., 2018).

Al comparar el área quemada de bosque nativo entre el periodo 1995-2009 y 2010-2025, se observa un significativo aumento de la superficie quemada de bosque nativo en la región centro y centro-sur de Chile durante este último periodo. Entre las regiones de Coquimbo y la Araucanía, el aumento varió entre 5% y más de 700%, destacando las regiones del Ñuble y Maule con 647% y 714%, respectivamente (Figura 3.12). Por otro lado, las regiones de Los Ríos, Los Lagos y Aysén muestran una disminución del área quemada de bosque nativo, especialmente éstas dos últimas regiones. Esta disminución se debe particularmente a los grandes incendios ocurridos el año 1998 (> 25.000 ha) que afectaron a ambas regiones.

Las predicciones de cambio climático para el centro-sur de Chile indican que a futuro las condiciones meteorológicas (fire weather) serán más favorables para la ocurrencia y propagación de incendios (Ferón et al., 2019; Pica-Téllez et al., 2020; González-Reyes et al., 2023; Cordero et al., 2024). Bajo este escenario, la planificación en el uso del suelo, las estrategias de manejo forestal y la restauración de los bosques nativos son piezas clave en configurar un paisaje más heterogéneo y resiliente a incendios más severos y de mayor tamaño (IUFRO 2018; Gómez-González et al., 2024; González et al., 2018; 2024).

Los incendios forestales y el cambio de uso del suelo son factores que han coaccionado en aumentar la amenaza de la biodiversidad en Chile central (Braun et al. 2021). En la zona costera entre la región de O ´Higgins y la región del Bío Bío la propagación de los incendios ha sido favorecida por las masas continuas y homogéneas de plantaciones de Pinus radiata, amplificada además por las olas de calor y sequía (González et al., 2018; McWhety et al., 2018; Cordero et al., 2024; Carrasco-Escaff et al., 2024). Producto de los megaincendios del 2017 y 2023, entre las regiones de O´Higgins y Bío Bío se quemaron alrededor de 675.000 ha, de las cuales 112.000 y 118.000 ha, correspondieron a bosque nativo y matorral, respectivamente. En el caso del megaincendio del 2017, el mayor impacto ocurrió sobre los pequeños y fragmentados bosques de Nothofagus glauca (hualo) y Nothofagus alessandri (ruil) (González et al., 2022). Esta última especie arbórea, catalogada como Monumento Natural y clasificada nacional e internacionalmente como una especie en peligro de extinción, cubre aproximadamente 314 ha de las cuales el 55% fue afectada por el megaincendio “Las Máquinas” el 2017 (Valencia et al., 2018; González et al., 2022). A la fecha, estos bosques se encuentran fuertemente invadidos por la regeneración postfuego de Pinus radiata (Leal-Medina et al., 2024), sin acciones y actividades de restauración equivalentes al desafío que implica contrarrestar y/o revertir la degradación y desaparición de estos bosques relictos.

Figura 3.12: Comparación de superficie quemada de bosque nativo por región entre periodo 1995-2009 y 2010-2025.

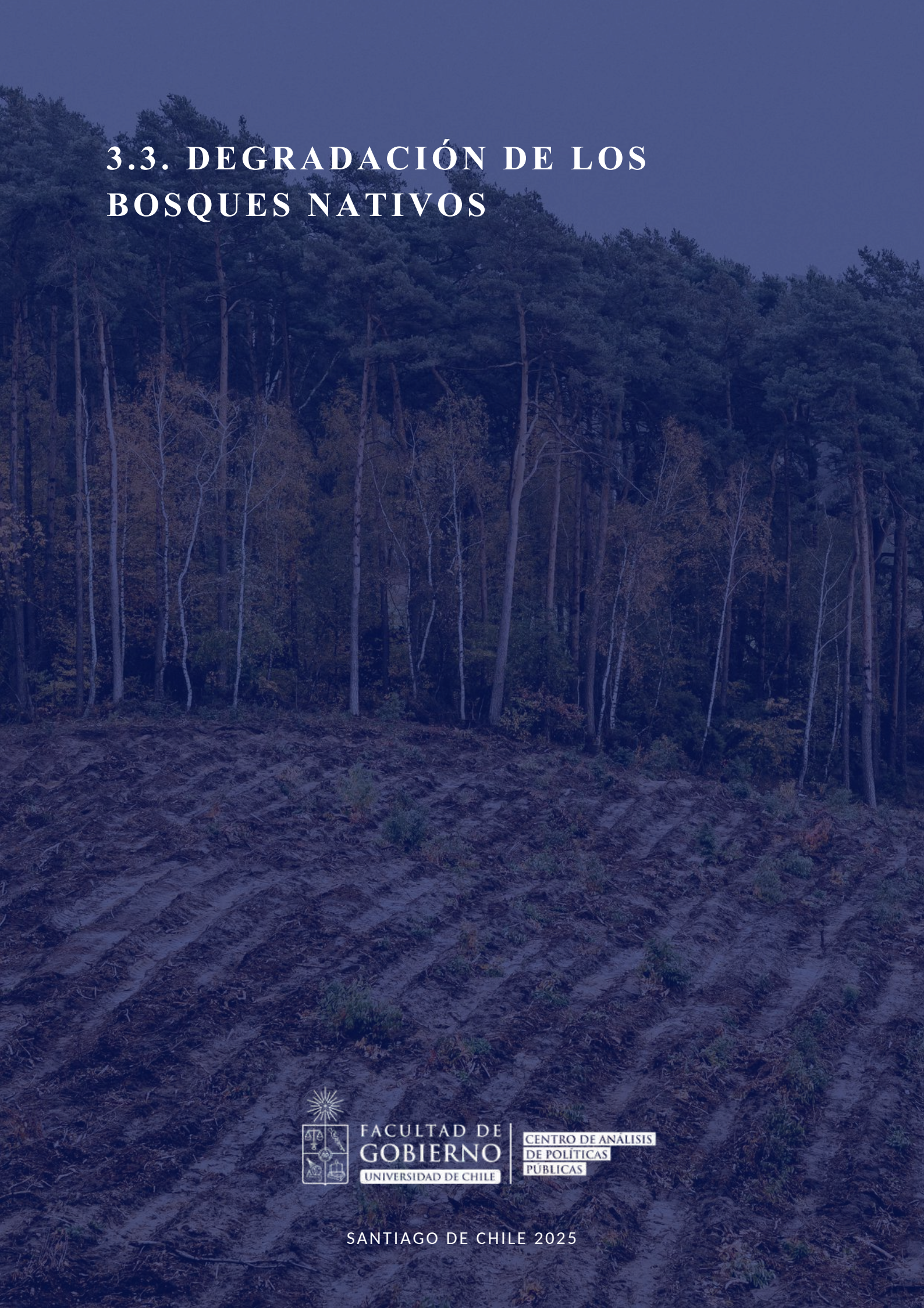


1. El porcentaje indica el aumento (o disminución) del área quemada de bosque nativo en el período (2010-2025) respecto del periodo 1995-2009

Fuente: Elaboración propia a partir de Estadísticas de Incendios de CONAF



3.3. DEGRADACIÓN DE LOS BOSQUES NATIVOS



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

3.3.1 CAUSAS DE LA DEGRADACIÓN Y SUPERFICIE DE BOSQUES NATIVOS DEGRADADOS

Si bien la deforestación es relativamente sencilla de detectar y predecir (Cayuela et al., 2006; Zamorano-Elgueta et al., 2015; Miranda et al., 2015), la identificación de bosques degradados a escala de paisaje es una tarea más bien compleja. La degradación forestal ha sido definida como la reducción de la capacidad de un bosque para proveer bienes y servicios (Chazdon 2008). La degradación de los bosques nativos resulta de intervenciones y acciones humanas sin criterios silviculturales y de manejo adecuados que alteran su composición, estructura y funcionamiento, afectando su capacidad de regeneración y recuperación, y disminuyendo su capacidad de captura y secuestro de carbono, incluso en algunos casos aumentando sus emisiones. Entre estas intervenciones y acciones humanas, las principales son la corta o eliminación parcial de árboles (por ejemplo "floreo", es decir, la corta de los árboles de mejor calidad y valor comercial), pastoreo no controlado (principalmente vacunos y caprinos), incendios o quemas de severidad media o baja en que sobreviven parte de los árboles, caza de fauna silvestre, recolección de semillas (ejemplo conos de araucaria), hongos, plantas medicinales y otros productos forestales no madereros (PFNM), introducción (voluntaria o no) de especies que se tornan invasoras (ej. castor, visón, pinos y eucaliptos), y de agentes patógenos que generan enfermedades y representan amenazas, vertido de basura, escombros, aguas servidas y otros contaminantes. Es frecuente que dos o más de estas intervenciones degradantes ocurran simultáneamente en un área y período de tiempo, generando interacciones negativas en los ecosistemas (Figura 3.13; por ejemplo, floreo y pastoreo no controlado, incendios de severidad baja o intermedia y tala de árboles sobrevivientes).

Figura 3.13: Bosques nativos expuestos a sobreexplotación para producción de leña y sobrepastoreo. Bosques de Nothofagus antarctica (ñire), Región de Aysén.



Las causas que impulsan la degradación de los bosques nativos en Chile son múltiples y se interrelacionan, afectando la resiliencia de los ecosistemas y su capacidad de proveer servicios ecosistémicos esenciales. Los incendios forestales se destacan como el factor más recurrente y devastador, alimentados por sequías prolongadas, altas temperaturas y falta de manejo preventivo. A estos se suma el madereo denominado "de salvataje post-incendios", práctica que consiste en extraer madera de los árboles quemados para evitar su

pérdida económica. Sin embargo, esta práctica generalmente agrava la erosión de suelos y aumenta la compactación, afectando la regeneración y, en consecuencia, la sucesión ecológica (González y Veblen 2007). Otro agente relevante es la tala ilegal y la sobreexplotación de especies de alto valor comercial, que fragmentan hábitats y reducen la capacidad de recuperación de los bosques. El cambio de uso de suelo para fines agrícolas, ganaderos, uso urbano y, recientemente, el exponencial aumento de loteos en áreas rurales y la construcción de caminos asociados a éstos, sigue siendo una presión constante, especialmente cuando no se cuenta con instrumentos de planificación territorial actualizados y fiscalización efectiva.

La falta de una definición clara, única y transversal de bosques degradados y los desafíos metodológicos asociados no permiten aún contar con una estimación precisa de la superficie de bosques degradados del país. Los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) entregan cifras indirectas, al registrar las variaciones de stocks de carbono y los impactos de incendios, tala y regeneración. Según el Inventario más reciente, el sector de Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS) sigue teniendo un rol neto como sumidero, aunque con grandes variaciones interanuales asociadas a la ocurrencia de incendios forestales y eventos climáticos extremos (Ministerio del Medioambiente 2024).

Por otro lado, el Informe del Estado del Medio Ambiente de 2022 señala que la superficie de bosques nativos en Chile es de 14.728.482 ha (CONAF 2024), de las cuales una proporción aún no determinada estaría expuesta a distintos niveles de degradación, especialmente en la zona centro-sur. Los incendios forestales son un factor clave: solo en la temporada 2016-2017 más de 570 mil hectáreas, principalmente de plantaciones forestales industriales y en menor medida de bosques nativos matorrales y otros usos del suelo (ver sección 3.2 en este capítulo) fueron afectadas por incendios, impactando severamente la regeneración natural y la calidad de los suelos. Estos incendios representaron la emisión de más de 78 millones de toneladas de Carbono (MtCO2eq), equivalente al 70% del total de emisiones de los sectores energía, industria y agricultura en conjunto (Hoyos et al., 2021; Ministerio de Medioambiente 2020).

Para el centro-sur y sur de Chile, se ha estimado una superficie total de bosques degradados de 461.231 ha para el período 2001-2010 (Cuadro 3.5; CONAF 2016, 2024), lo que equivale a una tasa anual de degradación de 46.123 ha. Cifras similares fueron incluidas en el capítulo de bosques nativos publicado en el anterior Informe País (Lara et al., 2023), dado que no existen estimaciones más recientes. En el caso específico de los bosques siempreverdes de la Cordillera de la Costa en la Región de Los Ríos, se ha planteado que los bosques adultos pertenecientes a pequeños propietarios (con predios menores a 200 hectáreas) serían especialmente vulnerables a impactos generados por la ganadería y la corta selectiva de árboles con notables impactos en la regeneración forestal, influyendo en la composición y diversidad de los futuros bosques (Zamorano-Elgueta et al., 2014). Basándose en este enfoque, se ha estimado que aproximadamente el 40% de los bosques adultos siempreverdes de la Cordillera de la Costa se encontrarían degradados por el impacto acumulado por más de 40 años de prácticas como el floreo (corta selectiva de los mejores árboles) y, en mayor medida, por la presión ganadera, lo que comprometería su capacidad de regeneración. No obstante, es importante considerar que otros tipos de propiedad forestal también están sujetas a distintos grados de degradación, por lo que probablemente la superficie expuesta a estos procesos sería aún mayor. A nivel regional existen notables diferencias en cuanto a superficie y proporción de bosques degradados (Cuadro 3.5). La región de Los Lagos presenta, con amplia diferencia, la mayor

superficie degradada (268.078 ha), equivalente a más del 10% de su superficie de bosques nativos, lo que se puede relacionar con la mayor área de bosques que la caracteriza, así como a una creciente presión de uso, principalmente para leña. Las regiones del Maule y Los Lagos registran las tasas relativas más altas (9,2 y 10 ha/año por cada 1000 ha, respectivamente), indicando procesos de degradación más intensos, mientras que Biobío-Ñuble y Los Ríos presentan valores intermedios. En contraste, la región de La Araucanía muestra una menor superficie degradada (34.183 ha) y una tasa anual por cada 1000 ha de bosques nativos considerablemente más baja a las que presentarían las otras regiones del país señaladas (3,3 ha/año), lo que sugiere una menor intensidad de degradación relativa. Es importante destacar que las cifras reportadas (Cuadro 3.5) son en extremo conservadoras, por cuanto se limitan exclusivamente a la reducción de carbono de los bosques, inducida por actividades antrópicas y no están actualizadas, pues corresponden a estimaciones efectuadas hace 9 años.

Cuadro 3.5: Superficie de bosques degradados y promedio anual por región en el período 2001-2010 (CONAF 2016, 2024).

Región	Superficie bosques degradados (ha)	Promedio anual (ha)	Superficie total de bosques nativos (ha)	Superficie degradada (2001-2010) por cada 1000 ha de bosques nativos (ha/año)
Maule	53.666	5.367	581.515	9,2
Biobío y Ñuble	62.399	6.240	845.561	7,4
Araucanía	34.183	3.418	1.045.619	3,3
Los Ríos	42.905	4.291	935.016	4,5
Los Lagos	268.078	26.808	2.791.761	10
Total	461.231	46.123	6.199.472	7,4

Para estimaciones más precisas de la superficie de bosques degradados, será necesario disponer de información detallada sobre aspectos como la extracción de área basal según especie como indicador de intensidad de tala, a partir de la cual se puede estimar tanto la biomasa como el carbono extraídos y remanentes, y el impacto de la sobreexplotación y otras actividades antrópicas como la ganadería en los ecosistemas forestales. En esta línea de gran relevancia será evaluar el impacto de estas actividades en la densidad y composición de las especies arbóreas remanentes, de la regeneración forestal, y del sotobosque (por ejemplo, especies arbustivas, helechos y epífitas), así como su relación con la presencia y densidad de especies invasoras. Adicionalmente, la aplicación de inventarios forestales continuos, integrados con un monitoreo satelital de alta resolución, y el conocimiento local, permitirá reportar con mayor precisión las tendencias anuales de degradación a diferentes escalas e implementar de manera más eficiente estrategias para revertir estos procesos.

3.3.2 DESAFÍOS PARA LA DETECCIÓN Y MONITOREO DE LA DEGRADACIÓN

La detección de la degradación forestal y su diferenciación respecto de actividades de manejo autorizadas constituye uno de los retos más complejos para la gestión y fiscalización de los bosques nativos. En casos evidentes, como por ejemplo cuando la reducción de la cobertura de copas, el ancho y densidad de caminos forestales o el tamaño de las canchas de acopio exceden significativamente lo autorizado en un plan de manejo, las herramientas de teledetección, como imágenes satelitales de alta resolución o levantamientos con drones, permiten identificar irregularidades con relativa facilidad. Sin embargo, la dificultad aumenta cuando las alteraciones son sutiles o se desarrollan de forma progresiva, como en el floreo selectivo de árboles de mejor calidad, la corta no autorizada en fajas de protección ribereña o el daño al suelo en contravención a la normativa de suelos, aguas y humedales. En estos casos, los cambios en la estructura del bosque pueden no ser detectables a través de análisis convencionales de cobertura, ya que la pérdida de biomasa o de especies clave puede no ser observable al encontrarse bajo el dosel remanente. Para superar esta limitación, se recomienda el uso combinado de tecnología espacial con trabajo de terreno, utilizando indicadores técnicos, tales como:

- Índices espectrales multitemporales (NDVI, EVI, NBR) para detectar reducciones en vigor y biomasa.
- Altura y densidad de copas obtenidas mediante LIDAR o fotogrametría con drones.
- Inventarios forestales de alta resolución, registrando cambios en área basal, composición de especies y regeneración.
- Indicadores de integridad del sotobosque, incluyendo cobertura de arbustos, helechos y epífitas.
- Indicadores de densidad y área basal de especies arbóreas invasoras (principalmente pinos y eucaliptos) así como densidad de plántulas y árboles pequeños de estas especies.
- Presencia de huellas de uso (compactación del suelo, caminos, aperturas en el dosel) mediante análisis de textura en imágenes satelitales o mosaicos de dron.

El monitoreo efectivo requiere integrar series temporales de imágenes satelitales (Landsat, Sentinel-2) para captar tendencias y diferenciar perturbaciones naturales propias de la dinámica de los ecosistemas de alteraciones antrópicas. Además, la combinación de análisis remoto con evaluaciones de terreno y conocimiento local permite contextualizar las causas (antrópicas o naturales) y evaluar impactos acumulativos de disturbios múltiples, como ganadería, extracción de PFNM y tránsito de maquinaria. Finalmente, es fundamental fortalecer las capacidades técnicas de las instituciones fiscalizadoras y establecer protocolos estandarizados y coordinados entre dichas instituciones que permitan distinguir con claridad entre manejo forestal autorizado y degradación. Esto no solo mejoraría la eficiencia de la fiscalización, sino que facilitaría el diseño de políticas adaptativas orientadas a la conservación y restauración de los bosques nativos para las diferentes regiones y tipos forestales.

3.3.3 POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS NACIONALES PARA REVERTIR ESTOS PROCESOS

La degradación de los bosques nativos en Chile representa uno de los principales desafíos ambientales para alcanzar la carbono neutralidad y la resiliencia climática establecidas en la Ley Marco de Cambio Climático (Ley 21.455). Estos ecosistemas son esenciales para la captura de carbono, la regulación hídrica y la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, múltiples factores amenazan de manera creciente su integridad ecológica y su capacidad de recuperación natural.

Se han propuesto diferentes métodos de teledetección para identificar bosques degradados, pero en general estos son costosos, ya que dependen de imágenes satelitales de alta resolución o de conjuntos de datos LIDAR para detectar cambios en la cobertura de dosel o en la biomasa aérea (Mitchell et al., 2017). Además, los métodos de análisis de imágenes suelen ser ineficaces para detectar degradación bajo el dosel, como la eliminación de vegetación del sotobosque o la falta de regeneración forestal (Mitchell et al., 2017). Por otro lado, definir espacialmente bosques degradados a partir de cambios en la cobertura del dosel o en la biomasa podría ser, al menos, controversial, por cuanto la condición de “degradado” podría corresponder en realidad a la dinámica natural propia del ecosistema (p. ej. caída de árboles por viento, o deslizamiento de una ladera). La detección de procesos de degradación no se debería limitar a impactos en biomasa o en la funcionalidad de un ecosistema, sino que también es necesario determinar que estos sean consecuencia de actividades humanas.

Frente a este escenario, el país ha definido políticas y estrategias articuladas a través de instrumentos como la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV), la Estrategia Nacional de Biodiversidad al año 2030, la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero y los Planes de Acción Regional de Cambio Climático. Estas políticas promueven la conservación efectiva de ecosistemas críticos mediante el fortalecimiento de áreas protegidas, la creación de corredores biológicos y la promoción de planes de manejo sostenible. A nivel operativo, en Chile se ha priorizado la implementación de programas de restauración de paisajes y bosques degradados, fomentando la reforestación con especies nativas, y el control de erosión de suelos, especialmente en zonas afectadas por incendios. Asimismo, se busca incentivar económicamente la conservación mediante mecanismos de pagos por servicios ecosistémicos, proyectos REDD+ y certificación de cadenas productivas libres de deforestación. No obstante, cumplir con las metas de restauración no tendrá mayor relevancia en un contexto de creciente pérdida y degradación de bosques.

Para lograr disminuir la tasa de degradación, el desafío es consolidar políticas que combinen prevención, restauración y gobernanza, junto con fortalecer los incentivos económicos para la conservación y la producción sostenible. Solo mediante un enfoque integral, basado en ciencia, tecnología y conocimiento local, Chile podrá revertir la degradación de sus bosques nativos y garantizar la provisión de bienes y servicios que sustentan la vida y el bienestar de las comunidades.

3.3.4 PROPUESTAS

Para la detección de procesos de degradación de bosques una alternativa es considerar factores socioeconómicos como predictores de la degradación forestal (Reyes et al., 2015; Zamorano-Elgueta et al., 2012; 2014; 2025). La degradación puede ser el resultado de impactos directos o indirectos de actividades humanas, como la invasión de especies exóticas, sobreexplotación por extracción de leña, ganadería forestal (que provoca compactación del suelo, pisoteo y eliminación del sotobosque) y otros tipos de alteraciones (Vásquez-Grandón et al., 2018; Zamorano-Elgueta et al., 2025). El considerar los bosques degradados para iniciativas de restauración tiene múltiples ventajas, como por ejemplo una mayor probabilidad de éxito y menores costos en comparación con áreas deforestadas (Lewis et al. 2019; Austin et al. 2020). Por lo tanto, considerar tantas áreas deforestadas como bosques degradados para iniciativas de restauración podría ser un aporte relevante para las crecientes políticas públicas y compromisos globales para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero y avanzar en la adaptación de los territorios al cambio climático.

Chile se ha propuesto alcanzar la carbono neutralidad en la segunda mitad de este siglo, siendo el sector de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura un componente fundamental para lograr esta meta (Hoyos-Santillan et al., 2021). Entre las principales acciones climáticas se incluyen la forestación de 200.000 hectáreas, la reducción de la degradación y deforestación de bosques, y la implementación de un plan de restauración del paisaje de 1 millón de hectáreas (Hoyos-Santillan et al., 2021). Sin embargo, el escaso financiamiento que en general caracteriza este tipo de iniciativas requiere que cualquier acción de restauración forestal se base en una identificación cuidadosa de áreas prioritarias para maximizar los retornos ecológicos y socioeconómicos de los recursos disponibles. Estas prioridades pueden basarse en diferentes criterios como la biodiversidad, vulnerabilidad a amenazas, contribución a procesos a escala de paisaje o una combinación de todos estos factores (Myers et al., 2000). En un reciente trabajo se ha propuesto un marco metodológico para identificar áreas prioritarias de restauración de bosques degradados y áreas que han sido sustituidas por otros usos a escala de paisaje, integrando variables ecosistémicas como biodiversidad y provisión de servicios ecosistémicos, con los contextos socioeconómicos locales. Ello con el objeto de implementar estas acciones donde es más urgente pero también donde es factible, considerando su mayor probabilidad de éxito en el mediano y largo plazo (Zamorano-Elgueta et al., 2025).

En cuanto a los incentivos vigentes, actualmente existen instrumentos relevantes como la Ley 20.283 de Recuperación del Bosque Nativo (ver subsección 3.5.4), que a través de su fondo de conservación, recuperación y manejo sustentable entrega bonificaciones máximas de entre 5 y 10 UTM/ha (aprox. $343.000 - $686.000), las que incluyen por ejemplo actividades que fomenten el establecimiento de regeneración, recuperación o protección de formaciones xerofíticas de alto valor ecológico o de bosques nativos de preservación. En total, este instrumento cuenta con un monto total aproximado de $7 mil millones (USD 7,2 millones). Sin embargo, estos valores son bajos en relación a los costos reales de recuperación activa, lo que limita su alcance. Otros instrumentos de financiamiento son el Programa +Bosques (ver subsección 3.5.3.1), ejecutado por CONAF con recursos del Green Climate Fund, que destina USD 63,6 millones para acciones de restauración y manejo entre las regiones del Maule y de Los Lagos (2022–2026), y el acuerdo ERPA del Forest Carbon Partnership Facility, con hasta USD 26 millones para las reducciones de emisiones en el período 2019-2025.

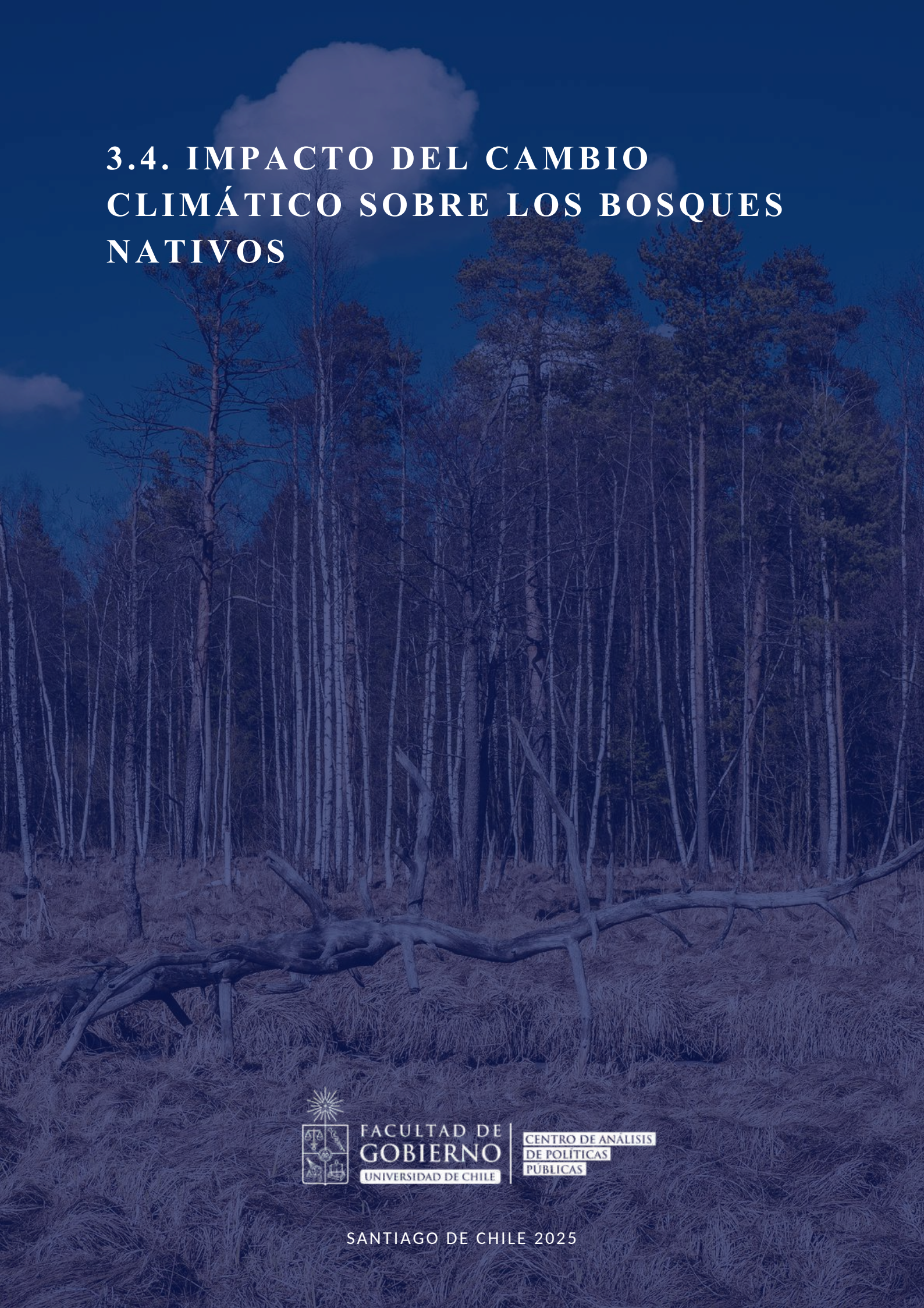
A ellos se suma el proyecto GEF "Restauración de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos a escala de paisaje en áreas productivas agroforestales y su entorno natural" a través del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés, Global Environment Facility) con USD 5,7 millones (2023–2027).

La eficacia de estos incentivos ha permitido avances parciales, pero aún existe una brecha considerable respecto a las metas de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC por sus siglas en inglés) relacionadas con la degradación de bosques. Las NDC representan los compromisos voluntarios que asumen los países para contribuir al cumplimiento del objetivo de mantener la temperatura global media bajo los 2°C, preferiblemente a 1,5°C con respecto a la época preindustrial. En el anteproyecto de actualización de las NDC de Chile (Ministerio del Medio Ambiente, 2025), nuestro país se compromete al manejo sustentable de 200 mil ha de bosques nativos y a su monitoreo, junto con aumentar su superficie desde 2031 en 10 mil ha anuales. Además, se propone la restauración de 1,5 millones de ha al año 2050 reducir las emisiones del sector forestal por degradación y deforestación de bosques nativos en un 25% a 2030. Para asegurar los avances en el cumplimiento de estas NDC, aumentar su impacto y reducir la tasa anual de degradación de bosques nativos, se propone:

1) Incrementar las bonificaciones de la Ley de Bosque Nativo para cubrir un mayor porcentaje de los costos reales de recuperación y garantizar su continuidad más allá de los ciclos de concurso.
2) Asegurar financiamiento y su continuidad para programas como +Bosques, incorporando además regiones no incluidas actualmente.
3) Fortalecer la capacitación de pequeños y medianos propietarios, promoviendo la asociatividad y el manejo sustentable como alternativa a prácticas insostenibles.
4) Vincular incentivos a resultados verificados mediante monitoreo por niveles (detección remota, validación regional y verificación local), lo que permitiría focalizar los pagos en quienes efectivamente reduzcan la degradación o recuperen bosque.
5) Mejorar la fiscalización coordinada entre instituciones, priorizando áreas con alta probabilidad de degradación detectada por análisis remoto.
6) Crear el Fondo Bosques Resilientes que aumente e integre los recursos de los distintos instrumentos existentes destinados a recuperación de bosques degradados, asegurando una cobertura territorial amplia y acciones combinadas de restauración, prevención y manejo sustentable.
7) Orientar los recursos a restaurar aquellas áreas definidas previamente como prioritarias en relación a su relevancia para la provisión de servicios ecosistémicos, por la factibilidad social y económica de su implementación, y por la mayor probabilidad de éxito en el mediano y largo plazo, características básicas que necesariamente tienen que cumplir cualquier iniciativa de restauración.

Esta combinación de incentivos, capacitación, organización de pequeños propietarios y fiscalización inteligente permitiría no solo acelerar la recuperación de bosques degradados, sino también disminuir la tasa de degradación y transitar hacia un manejo forestal más sustentable.

3.4. IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LOS BOSQUES NATIVOS



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

3.4.1 REDUCCIÓN DEL VIGOR EN BOSQUES MEDITERRÁNEOS ASOCIADO A LA MEGASEQUÍA DE 2010-2022

En la edición anterior de este informe se reportó acerca de un estudio en revisión, el cual evaluó las tendencias en el NDVI de los distintos bosques Mediterráneos del mundo durante los últimos 21 años (Miranda et al., 2023). Este trabajo, ahora publicado, reportó tendencias negativas en este índice sólo para los bosques de Chile central, encontrándose los valores más bajos en el año 2020. Lo anterior, pues hacia finales de 2019 se reportó una disminución abrupta y sincrónica del NDVI (empardecimiento) en más del 90% de la zona estudiada (500 km de largo por 120 km de ancho) en un período de sólo 100 días. Además, se reportó que la década de 2011-2021 en la zona Mediterránea de Chile, fue la más seca registrada desde 1900 en todos los ecosistemas Mediterráneos del mundo; con precipitaciones aún menores que las que se proyectan para fines del siglo XXI (2070-2090) bajo un escenario de cambio climático severo (RCP 8.5, Miranda et al., 2023). En este trabajo se discutió el mayor riesgo de incendios forestales que implica el secamiento de los bosques, lo que, asociado a condiciones más secas y calurosas, puede afectar su capacidad de recuperarse naturalmente empujándolo potencialmente hacia una nueva condición (Miranda et al., 2023).

En este contexto, existen diversas investigaciones en curso para entender los mecanismos ecofisiológicos involucrados en el decaimiento del bosque esclerófilo, así como para evaluar su recuperación luego del retorno de la precipitación a valores normales durante 2023 y 2024. Es así, como se ha identificado la recuperación parcial de ciertos bosques afectados por decaimiento, principalmente a través del rebrote de ramas y rebrote basal en árboles que parecían muertos (Figura 3.14).
Por último, es importante destacar que el Departamento de Cambio Climático y Servicios Ecosistémicos de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) se encuentra además realizando, en conjunto con la Pontificia Universidad Católica de Chile, un estudio para evaluar el impacto de la megasequía en la degradación de bosques nativos, entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos. Resultados preliminares de campañas de terreno, han dado cuenta que los bosques Mediterráneos efectivamente presentan los signos de estrés capturados por satélites, los cuales se suman a factores de degradación tales como la ganadería, la extracción de leña y los incendios (CONAF, 2025).



Figura 3.14: Vista satelital de los bosques del Parque Nacional La Campana capturada en marzo de 2020 (foto superior) y en febrero de 2025 (foto intermedia). Se aprecia la recuperación del verdor de la vegetación en la foto de 2025 (fuente: Google Engine). Las fotos inferiores muestran el rebrote de algunos árboles observado en el mismo Parque Nacional en primavera de 2023.



3.4.2 CAMBIOS EN EL CRECIMIENTO RADIAL DE ESPECIES NATIVAS ASOCIADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO

Tal como se reportó en el informe anterior, varios autores han documentado la disminución en el crecimiento radial de diversas especies arbóreas en el centro-sur de Chile, lo cual se ha relacionado con las condiciones más calurosas y secas que han ocurrido en décadas recientes (Villalba et al., 2012; Álvarez et al., 2015; Urrutia-Jalabert et al., 2015; Camarero y Fajardo 2017; Venegas-González et al., 2018, 2019; Fajardo et al., 2019; Venegas-González et al., 2023). Por su parte, González-Reyes et al., (2024) recientemente reportaron el crecimiento radial de nueve especies de árboles y arbustos de la zona Mediterránea de Chile (32-34° Lat. S), incluyendo *Austrocedrus chilensis* (ciprés de la cordillera),

Beilschmiedia miersii (belloto del norte), *Berberis montana* (michay), *Cryptocarya alba* (peumo), *Escallonia revoluta* (siete camisas), *Kageneckia angustifolia* (frangel), *Nothofagus glauca* (hualo), *Nothofagus macrocarpa* (roble de Santiago) y *Proustia cuneifolia* (pucana). Estos autores encontraron que el primer componente principal de las 22 cronologías de ancho de anillos existentes para estas especies, el cual explicaba la mayor parte de la señal común entre todas las cronologías, presentaba el período continuo de más bajo crecimiento desde el año 2007 hasta el 2018. En este mismo estudio, estas cronologías fueron utilizadas para reconstruir la humedad de suelo de la zona Mediterránea para los últimos cuatro siglos (1616-2018), la cual muestra una disminución pronunciada de la humedad del suelo precisamente desde alrededor de 2007, la cual no tiene precedentes considerando los últimos cuatro siglos.

Otro estudio realizado en tres especies creciendo en la zona Mediterránea de Chile (roble de Santiago, peumo y Persea lingue (Lingue)), encontró que el crecimiento de peumo presentó una mayor resistencia y resiliencia a sequías de corta duración, mientras que el de las otras dos presentó mayores reducciones y menor resiliencia durante estos eventos, probablemente porque estas especies crecen en condiciones más húmedas (Gipoulou-Zúñiga et al., 2025). Sin embargo, se señala que peumo puede ser muy vulnerable a un estrés hídrico prolongado, tal como sucedió durante la megasequía (Gipoulou-Zúñiga et al., 2025).

Un estudio realizado en el Santuario de la Naturaleza Altos de Cantillana, ubicado en la Cordillera de la Costa de la Región Metropolitana, estudió el crecimiento de distintas especies del bosque esclerófilo en un gradiente altitudinal entre los 415 m s.n.m y los 2010 m s.n.m (Gibson-Carpintero et al., 2024). Las especies estudiadas fueron peumo, Peumus boldus (boldo), Vachellia caven (espino), Quillaja saponaria (quillay), frangel y roble de Santiago como especies dominantes de seis comunidades vegetales en el gradiente altitudinal (ordenadas de menor a mayor altitud). Todas las especies mostraron una disminución en la tasa de acumulación de biomasa durante la megasequía (2010-2019), comparado con el período 1950-2009, con un promedio de 35% de disminución, siendo las comunidades bajo los 1500 m s.n.m, las más afectadas (Gibson-Carpintero et al., 2024). Estas comunidades evidenciaron que cerca de un 19% del total de los árboles tenía algún signo de mortalidad (transparencia de la copa), siendo las comunidades dominadas por espino y quillay, las más afectadas por este fenómeno (Gibson-Carpintero et al., 2024).

En la zona Mediterránea se estudiaron además los anillos de crecimiento de seis rodales de ciprés de la cordillera creciendo tanto en zonas xéricas como mésicas (González de Andrés et al., 2025). En general se reportó que la especie tiene una baja resistencia a las sequías (disminuye mucho su crecimiento durante estos eventos), pero una alta capacidad de recuperación. Además, se reportó un incremento en la sensibilidad climática de la especie durante los últimos años y especialmente desde el comienzo de la megasequía, con disminuciones más pronunciadas del crecimiento frente a las sequías. Si bien no se encontraron tendencias generales a la disminución en el crecimiento de la especie a través del tiempo, se encontró que la resiliencia y recuperación de la especie frente a las sequías disminuyó durante la megasequía, lo cual coincidió con un incremento en la eficiencia en el uso del agua y, por ende, los autores sugieren un incremento en el estrés debido a este fenómeno (González de Andrés et al., 2025). Por último, los autores encontraron que la mayor densidad de árboles bajo condiciones mésicas (comparadas con las xéricas), incrementaría la competencia y la sensibilidad de la especie a las condiciones climáticas.

En relación a Nothofagus obliqua (roble), una de las especies de Nothofagus más importantes desde el punto de vista productivo en Chile, se evaluó la respuesta fisiológica de cinco poblaciones localizadas en un gradiente latitudinal desde la Región del Maule a Los Ríos, a los cambios en el clima. Esto se realizó a través del análisis de isótopos de carbono y oxígeno en los anillos de crecimiento (Urrutia-Jalabert et al., 2023). En este estudio se encontró que todos los renovales de esta especie (bosques jóvenes originados luego de una perturbación), excepto uno localizado en la región del Bío Bío, están siendo cada vez más eficientes en el uso del agua durante décadas recientes. Se encontró además, que la población de Melado, ubicada en la región del Maule (distribución norte de la especie), no está disminuyendo su crecimiento radial durante los años recientes, pues los árboles se han ido aclimatando a las condiciones más secas y calurosas absorbiendo agua de suelos más profundos; cambio que se produjo también alrededor del año 2007 (Urrutia-Jalabert et al., 2023). Es importante señalar, que esta capacidad de aclimatación de la especie puede significar una disminución en la absorción de nutrientes esenciales para los árboles en el largo plazo, lo cual puede llevar a su muerte de acuerdo a lo reportado para Nothofagus dombeyi (coihue) en Argentina (González de Andrés et al., 2021). En el caso del rodal de roble que no muestra un incremento en la eficiencia del uso del agua durante décadas recientes, este comportamiento se debe probablemente a la alta densidad de árboles y por ende a la alta competencia entre éstos, lo cual afecta negativamente las tasas fotosintéticas de la especie (Urrutia-Jalabert et al., 2023).

En el caso de Nothofagus pumilio (lenga), se evaluó el crecimiento de tres poblaciones en la región de Aysén (45–47° Lat. S), encontrándose una tendencia positiva en el crecimiento de estos bosques durante el período 1955–1985, tendencia que se estabiliza durante el período 1985–2015 (Gibson-Carpintero et al., 2022). De acuerdo a los autores, la tendencia positiva en el crecimiento se debió a primaveras más calurosas y secas, lo cual influía positivamente el crecimiento de las lengas cerca de su límite altitudinal. Sin embargo, el aumento de las temperaturas de otoño, con una menor cobertura de nieve, estaría causando una estabilización del crecimiento de la especie, principalmente por condiciones de estrés hídrico a finales de la estación de crecimiento (Gibson-Carpintero et al., 2022). Estos resultados apuntarían a un efecto negativo del calentamiento y secamiento proyectados, sobre el crecimiento de esta especie en la Patagonia, tal como había sido anteriormente reportado por Fajardo et al., (2019) en otros sitios.

A pesar de que la mayoría de los estudios de crecimiento radial en Chile reportan una disminución en el crecimiento de diversas especies durante décadas recientes, un estudio realizado en 12 poblaciones de *Nothofagus antarctica* (ñirre), reportó un incremento en el crecimiento en sitios húmedos para el período 1980-1998, con una estabilización posterior (Fajardo et al., 2023). Por otra parte, la respuesta de la especie en sitios secos fue mixta (aumentos y disminuciones en el crecimiento desde 1980. Las 12 poblaciones fueron estudiadas en un gradiente de precipitación en la Patagonia Chilena y Argentina y en todos los casos se encontró un incremento en la eficiencia del uso del agua, la cual fue explicada por un aumento de la tasa fotosintética, en vez de una reducción de la conductancia estomática (Fajardo et al., 2023). Estos patrones de crecimiento no esperados, considerando las condiciones secas y calurosas de los últimos años, fueron explicados por una ausencia de déficit hídrico (balance hídrico positivo definido como la diferencia entre la precipitación y la evapotranspiración potencial) en las poblaciones húmedas y por el lento crecimiento de la especie que no está limitada por agua en esas zonas (Fajardo et al., 2023).

Además, la ausencia de precipitaciones en los sitios húmedos estudiados, implica un aumento de la radiación, lo cual puede inducir una mayor tasa fotosintética y un mayor crecimiento. En el caso de las poblaciones creciendo en sitios secos, no se encontró una tendencia negativa general en el crecimiento de la especie, probablemente porque está adaptada y climatizada a esas condiciones extremas, lo cual se ve complementado por la baja estatura y lento crecimiento de la especie (baja demanda por recursos, Fajardo et al., 2023).

3.4.3 OTROS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL BOSQUE NATIVO Y SUS ESPECIES ARBÓREAS

El daño foliar masivo reportado en Araucaria y abordado en el Informe País anterior (Lara et al., 2023), el cual tiene como síntoma predominante la presencia de cancros en hojas y tallos, fue reportado ser producido por un hongo identificado con un nuevo género y como una nueva especie (Pewenomyces kutranfy, Balocchi et al., 2021). De acuerdo a los autores, la aparición de esta enfermedad del cancro podría estar relacionada al aumento en las temperaturas invernales, así como a años consecutivos de sequía y específicamente a la reducción de la precipitación nival y su tiempo de permanencia (Balocchi et al., 2021, Burguess et al., 2022). Si bien existe evidencia de que este patógeno es nativo, ya que no ha sido encontrado en otros lugares, el conocimiento de esta enfermedad es muy escaso (Burguess et al., 2022). Además, la presencia de cancros y otros síntomas en esta especie, sugieren que puede haber diversas enfermedades a lo largo de la distribución de araucaria. Por esta razón, se propone estudiar y comprender el rol de diversos factores que afectan la salud y la capacidad de regeneración de la especie (ganadería, sobrepastoreo, mamíferos exóticos introducidos, fragmentación del hábitat, incendios) sobre su estado general de conservación (Burguess et al., 2022).

En relación a la adaptación genética de la especie, entender su variación es crucial para predecir la respuesta evolutiva de araucaria al cambio climático (Varas-Myrik et al., 2022). Varas-Myrik et al., (2022) estudiaron la estructura genética de 12 poblaciones de la especie a lo largo de su distribución y determinaron el offset genético, índice que señala cuáles poblaciones están bajo un mayor riesgo de maladaptación debido al cambio climático. Los resultados de este estudio resaltan que existe variación genética adaptativa en el genoma de la especie, la que se encuentra correlacionada con la variación ambiental. Existe además un alto grado de adaptación local, la cual está modulada por el rango de temperatura media anual (Varas-Myrik et al., 2022). Se encontró finalmente, que existe en general un alto riesgo de maladaptación a lo largo de toda la distribución de la especie, pero las poblaciones del piedmont de la Cordillera de los Andes localizadas hacia el sur, son las que poseen un offset genético más alto y por lo tanto serán las más afectadas por el cambio climático (Varas-Myrik et al., 2022). En contraste, las poblaciones de altas altitudes en los Andes, serán las menos afectadas por el cambio climático, siendo estas zonas altas más frías, los únicos refugios de araucaria. Sin embargo, se expresa también que la longevidad de la especie limita la tasa de aparición y diseminación de alelos adaptativos, lo que la hace muy vulnerable al cambio climático acelerado. Las poblaciones de la Cordillera de la Costa aparecen con un riesgo intermedio de maladaptación al cambio climático (Varas-Myrik et al., 2022).

En relación a otras especies nativas y los cambios fisiológicos y anatómicos experimentados ante los cambios en el clima, Santini et al., (2024) estudiaron la plasticidad del xilema y la eficiencia en el uso del agua utilizando anillos de crecimiento en tres poblaciones de frangel a lo largo de su distribución en el límite altitudinal Mediterráneo (31–35° Lat. S). En este estudio se encontró que la hipersequía del año 2019 provocó un incremento en la densidad de vasos y una disminución de su diámetro, lo que aumenta la seguridad del xilema, evitando la producción de embolismos debido a la falta de agua. La especie también respondió aumentando la eficiencia en el uso del agua durante la hipersequía, lo cual sugiere que la especie cierra los estomas para evitar la pérdida de agua durante estos eventos, demostrando así una estrategia de evitación de la sequía (Santini et al., 2024). Este estudio revela que la especie es aparentemente resiliente a la ocurrencia de sequías extremas, siendo capaz de adaptarse al estrés hídrico a través de cambios anatómicos y fisiológicos. Esta resiliencia aparente, apoya la hipótesis de "pre-adaptación", lo cual indica que especies o poblaciones que crecen en ambientes estresantes tienen una mejor capacidad de adaptación al cambio en el clima. Sin embargo, no se sabe si esta adaptación será suficiente para afrontar la futura intensificación del estrés hídrico (Santini et al., 2024).

Dentro de los estudios claves para comprender si los bosques se están comportando como fuentes o sumideros de carbono (C) bajo el actual escenario de cambio climático, están los que se llevan a cabo utilizando torres de flujo o torres Eddy covariance. En Chile dos estudios recientes han permitido demostrar que los bosques lluviosos del sur de Chile se comportan como sumideros, absorbiendo más CO2 del que liberan a la atmósfera a nivel anual (Pérez-Quezada et al., 2023, 2024). Es así como el estudio llevado a cabo en bosques de alerce del Parque Nacional Alerce Costero (Cordillera de la Costa, región de Los Ríos), reportó que éstos fueron sumideros moderados de carbono (-287 ±38 g C m-2 año-1) durante el período de estudio de tres años (2018-2021, Pérez-Quezada et al., 2023). La capacidad de capturar carbono de estos bosques fue óptima durante las condiciones frescas y lluviosas de la primavera (octubre-noviembre), disminuyendo rápidamente hacia el verano, especialmente durante fines de enero y febrero (Pérez-Quezada et al., 2023). Es así, como la capacidad de estos bosques de comportarse como sumideros disminuye fuertemente frente a las condiciones cálidas y secas de verano, especialmente cuando las temperaturas máximas superan los 19 °C, pues esto causa que disminuya la fotosíntesis y aumente la pérdida de carbono por respiración del ecosistema. Humedades de suelo por debajo del 30% también afectan negativamente el bosque, lo cual ocurre durante la estación de verano. Este estudio demuestra que, si bien la precipitación es alta en este sitio de la Cordillera de la Costa del sur de Chile (>4000 mm anuales), la capacidad de almacenaje de agua de los suelos es baja, lo cual juega un rol crucial en el balance de carbono de estos bosques (Pérez-Quezada et al., 2023). Por último, este estudio resalta que el comportamiento de esta especie es consistente con la idea de que es una especie relicta y está adaptada a climas más fríos del pasado, por lo que el cambio climático puede afectar negativamente la sobrevivencia de esta especie que ya se encuentra en peligro de extinción (Pérez-Quezada et al., 2023).

Por su parte, ocho años de mediciones de flujos de carbono en un bosque adulto siempreverde de Chiloé (2015-2022), demostraron que el ecosistema se comporta como un sumidero sostenido de C (Pérez-Quezada et al., 2024). Los valores resultaron ser más altos que los reportados en el bosque de alerce (-486 ±23 g C m-2 año-1) y confirman que los bosques maduros son capaces de capturar más carbono del que emiten (Pérez-Quezada et al., 2024).

En relación a las amenazas del cambio climático sobre la diversidad genética de los bosques en el sur de Chile y Argentina, un estudio efectuado por Soliani et al., (2024) modeló el impacto del cambio en el clima sobre este componente. Este estudio se enfocó particularmente en el bosque Valdiviano y el bosque Magallánico subpolar y utilizó datos de marcadores genéticos disponibles en literatura, los cuales se usaron para construir mapas de diversidad genética. De acuerdo a los resultados, ante un escenario optimista de cambio climático se perdería el 100% del área cubierta por araucaria, Nothofagus alpina (raulí) y roble de Santiago al 2050 (Soliani et al., 2024). Se perdería cerca de un 43-44% de la superficie de ciprés de la Cordillera, hualo y lenga y un 52% de la superficie de roble, así como un 82% de la superficie de Pilgerodendron uviferum (ciprés de las Guaitecas) y un 65% de la superficie de Podocarpus nubigenus (mañío de hoja punzante, Soliani et al., 2024). Las especies arbóreas estudiadas que sufrirían una afectación menor serían Embothrium coccineum (notro, 13%) y Nothofagus antarctica (ñirre, 3%). Dentro de los resultados, se reportó además que para especies como roble, ciprés de la Cordillera y de las Guaitecas y lenga, se perderán entre 50 y 100% de las áreas con más diversidad genética (Soliani et al., 2024). Si bien se predicen mayores pérdidas que ganancias para las especies estudiadas, se espera que ocurran refugios de biodiversidad hacia el sur y oeste de la Patagonia, los cuales debieran ser prioridad para la conservación (Soliani et al., 2024).



3.5. INICIATIVAS DEL ESTADO Y COMPROMISOS NACIONALES PARA LA GESTIÓN DE BOSQUES EN EL MARCO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

3.5.1 CONTRIBUCIÓN NACIONALMENTE DETERMINADA (NDC) DE CHILE

La Contribución Nacionalmente Determinada (National Determined Contribution, NDC en su sigla en inglés) de Chile en su versión actualizada al año 2025 en materia de UTCUTS compromete para bosques las siguientes contribuciones en mitigación y adaptación integrada (Gobierno de Chile-NDC, 2025):

1. Chile se compromete al manejo sustentable y recuperación de 200.000 hectáreas de bosques nativos, representando capturas de GEI de alrededor de 0,9 a 1,2 MtCO2eq anuales al año 2030. Adicionalmente, se compromete a monitorear las hectáreas de bosques nativos bajo manejo sustentable, y a aumentarlas desde 2031 en 10.000 hectáreas anuales en promedio, representando capturas de GEI de entre 0,1 y 0,2 MtCO2eq en el 2035.

El monitoreo de las hectáreas de bosque nativo desde 2031 y la incorporación de 10.000 hectáreas anuales a las superficies bajo manejo sustentable muestran un aumento de la ambición respecto a la NDC anterior, no obstante, la medición de las capturas tiene una alta incertidumbre. Así, se recomienda mejorar las estimaciones de captura, evaluando las metodologías de estimación para los distintos tipos de bosques, considerando que el clima actual está provocando una disminución de la capacidad de captura debido al menor crecimiento y la mortalidad de distintas especies. Además, es necesario identificar con claridad los cambios legislativos necesarios para promover el manejo y la forestación con especies nativas y promover alianzas con las comunidades indígenas y locales (propietarios de pequeña y mediana escala) que habitan y usan los bosques.

2. *F*orestar 200.000 hectáreas, de las cuales al menos 100.000 hectáreas corresponden a cubierta forestal permanente, con al menos 80.000 hectáreas con especies nativas. La recuperación y forestación se realizará en suelos de aptitud preferentemente forestal y/o en áreas prioritarias de conservación, lo que representará capturas de entre 3,0 a 3,4 MtCO2eq anuales a 2030. Adicionalmente, se compromete a monitorear y mantener las hectáreas forestadas, y a aumentarlas en 5.000 hectáreas anuales en promedio, representando capturas de GEI de alrededor de 0,3 MtCO2eq en el 2035.

Si bien esta meta es más ambiciosa que el de la NDC anterior, donde se comprometía a 70.000 ha de bosque nativo y no incluía monitoreo, no respeta lo establecido en la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC). De acuerdo a la LMCC, la forestación debe ser en su totalidad cubierta forestal permanente con especies nativas. Una de las recomendaciones en esta meta es establecer proyectos piloto en diferentes regiones y establecer alianzas con las comunidades indígenas y/o locales.

3. *R*educir las emisiones del sector forestal por degradación y deforestación del bosque nativo en un 25% a 2030, considerando las emisiones promedio entre el periodo 2001-2013. Adicionalmente, a 2030 Chile habrá fortalecido las capacidades comunitarias para la prevención de incendios forestales a través de información, capacitaciones y guías para líderes comunitarios. En esta misma línea, se establece un compromiso de contar prontamente con una ley que fortalezca la prevención y preparación frente a incendios forestales y rurales.

Los incendios de mayor tamaño y severidad ocurren preferentemente en las regiones centro-sur de Chile, particularmente donde se desarrollan extensas y homogéneas plantaciones de Pinus radiata y Eucalyptus spp. Por ello, se deberían incluir metas concretas que apunten a: i) reducir el material combustible a través de manejo forestal; ii) incrementar la heterogeneidad del paisaje a través de la restauración de bosque nativo (incluido áreas de protección asociada a bordes de esteros y ríos), y la diversificación de usos del suelo (promoviendo paisajes en mosaico) con la finalidad de reducir el riesgo y propagación de incendios. Además, se recomienda la pronta y activa restauración de los bosques nativos quemados para controlar y eliminar la densa invasión de Pinus radiata y otras especies exóticas que se establecen rápidamente postfuego (González et al., 2022; Leal-Medina et al., 2024). Por otra parte, si bien la evidencia disponible indica que la ganadería no controlada no es compatible con la conservación de los bosques nativos (ver sección 3.3), en el caso de las plantaciones forestales (ej., P. radiata) podrían implementarse alternativas de silvopastoreo para reducir la carga de combustible y disminuir el riesgo de incendios.

4. Promover la construcción en madera. A 2028, Chile contará con una Estrategia Nacional de Construcción en Madera que definirá la hoja de ruta para promover el uso sostenible y eficiente de la madera y otros recursos renovables.
5. Para asegurar el cumplimiento y el seguimiento anual de estos compromisos se utilizará la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV) y otros instrumentos sectoriales apropiados.

Estos compromisos mantienen y refuerzan las metas comprometidas ya en 2020, las cuales implicaron principalmente un aumento de 100.000 ha en la superficie a someter a manejo sustentable y forestación, respectivamente. Cabe destacar que estas actividades no se encuentran supeditadas a la aprobación de las modificaciones a la Ley sobre Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal o bien a la prórroga del Decreto Ley (D.L) 701 y a la aprobación de una nueva Ley.

Por otra parte, en una agenda de los Ministerios del Medio Ambiente y de Agricultura, se establece el compromiso (I7), sobre la incorporación de 1 millón de hectáreas al proceso de restauración, proyectando una ampliación de la meta al 2050 de 1.5 millones de hectáreas, acciones vinculadas al Plan Nacional de Restauración a Escala de Paisaje (Gobierno de Chile-NDC, 2025).

En términos de adaptación al cambio climático, las NDC plantean reducir la vulnerabilidad, fortalecer la resiliencia e incrementar la capacidad de adaptación a través del aumento de la seguridad hídrica y la consideración de soluciones basadas en la naturaleza (Gobierno de Chile, 2025). En el año 2025 el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático ha aprobado el nuevo Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Por otra parte, el Consejo aprueba el 2024 la actualización del Plan de Adaptación del sector Silvoagropecuario 2024-2028 y el Plan de Adaptación de la Biodiversidad para los años 2024-2028.

Otro de los compromisos en materia de adaptación, corresponde al fortalecimiento de las capacidades y la institucionalidad de cambio climático a nivel regional de forma de contar con planes de acción en 10 regiones al 2025 y en todas las regiones al 2030 (Gobierno de Chile, 2020). Las regiones que cuentan con su Plan de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC) al 2025 son Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Metropolitana, La Araucanía y Aysén.

3.5.1.1 GOBERNANZA Y GESTIÓN DE DATOS CLIMÁTICOS

La NDC posee un fuerte compromiso con la creación de capacidades y el fortalecimiento de la gobernanza multinivel, el cual se expresa a través de la LMCC. En sus principios, la ley marco establece como deber del Estado, el establecimiento de los mecanismos que sean necesarios para asegurar la participación ciudadana en la gestión del cambio climático en los tres niveles. Además de la transversalidad de la gestión, donde participe de forma coordinada el Gobierno en sus tres niveles, el Gobierno en sus tres niveles, el sector privado, la academia y la sociedad civil.

En términos de instrumentos de gestión, la LMCC determina su elaboración a nivel nacional, regional y local. Ejemplo de ellos son los Planes de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC) y los Planes de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC). También se establecen a nivel local los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos de Cuencas, que permiten abordar los desafíos hídricos de forma sistémica e integrada para cada cuenca, enfrentando las necesidades del recurso hídrico ponderando el consumo humano y la conservación y preservación de la naturaleza (Art. 13 Ley 21.455).

La ley compromete mediante la implementación de la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) lineamientos para la investigación climática que permitan proveer a las autoridades información climática precisa, mediante la recopilación, archivo, análisis y modelamiento de datos climáticos (Art. 6 Ley 21.455). Para ello se establece en la ECLP, la creación de un Observatorio de Cambio Climático (OCC) que permita poner a disposición los datos climáticos. Los componentes del OCC son: a) Red Integrada de Sensores y Datos, de distribución nacional; b) Plataforma de acceso a datos, virtual y descentralizada; c) Gobernanza de alto nivel y Equipo Técnico.

La principal meta de la LMCC es ser un país carbono neutral al año 2050, y para ello es necesario alcanzar un balance entre las emisiones de gases efecto invernadero y las capturas de carbono de la atmósfera. Dada la capacidad de los ecosistemas boscosos de capturar y almacenar grandes cantidades de CO2, el sector silvoagropecuario posee un rol clave en la captura de GEI a través de la forestación, restauración y manejo sustentable de los bosques y plantaciones en un contexto de aumento de eventos extremos, degradación de suelos e incendios forestales.

3.5.2 PLANES NACIONALES DE ADAPTACIÓN PARA EL SECTOR BIODIVERSIDAD Y SILVOAGROPECUARIO

La Ley Marco de Cambio Climático en sus artículos 8 y 9, ordena la elaboración de Planes Sectoriales de Mitigación del Cambio Climático para siete sectores, y Planes Sectoriales de Adaptación al Cambio

Climático para al menos 12 sectores, encontrándose entre ellos el sector de Biodiversidad y el sector Silvoagropecuario. Al 3 de abril de 2025, todos los Sectores cuentan con un Plan Sectorial de Adaptación aprobado por el CMSCC. El sector Silvoagropecuario y de Biodiversidad fueron aprobados en junio y diciembre del 2024, respectivamente.

Sector Silvoagropecuario

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) describe el impacto para el sector Silvoagropecuario señalando de forma principal la afectación a la Agricultura Familiar Campesina (AFC), mujeres rurales y pueblos originarios debido principalmente a la sequía, variabilidad climática, acceso limitado a recursos, degradación de suelos, incendios, déficit hídrico, entre otros. Esta realidad que compromete la seguridad alimentaria, la productividad, alteración de patrones en plagas y enfermedades, resultaría en una baja del PIB del sector entre un 2% y 5% al año 2100.
Este instrumento se enfoca en acciones para enfrentar y adaptarse a los impactos del cambio climático en las actividades agrícolas, ganaderas y forestales, abarcando estrategias de gestión y manejo del agua, investigación, manejo de cultivos, riesgos y seguros, estableciendo medidas para mejorar la información, gestionar los riesgos y aumentar la resiliencia del sector.

Sector Biodiversidad

Para el sector Biodiversidad, el PNACC describe serias amenazas para el altiplano y ecosistemas andinos de la zona centro-sur, destacando la vulnerabilidad de los bosques para las regiones de Los Ríos y Los Lagos. Se releva un alza en la presión derivada de especies invasoras, afectación de polinizadores, pérdida de ecosistemas a causa de incendios forestales, pérdida de hábitats de especies nativas, entre otras. Este instrumento propone fortalecer la capacidad del país para responder a los desafíos del cambio climático en los ecosistemas, estableciendo una gobernanza participativa, incorporando el enfoque de género y pueblos originarios, y desarrollando medidas de adaptación específicas para ecosistemas marinos, acuáticos y terrestres. También busca integrar la adaptación en la gestión climática, involucrar al sector privado y asegurar financiamiento y monitoreo efectivo de sus acciones.

3.5.3. ESTRATEGIA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO Y RECURSOS VEGETACIONALES (ENCCRV)

La ENCCRV 2017-2025 fue un instrumento diseñado para cumplir los compromisos asumidos por Chile en la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC), abarcando temáticas como combate del cambio climático, la desertificación y la pérdida de biodiversidad, además de la protección, restauración y uso sostenible de ecosistemas (CONAF, 2016a). Esta estrategia, liderada por el Ministerio de Agricultura y CONAF, constituye la base que articula las acciones nacionales de mitigación y adaptación, incluyendo medidas frente a la sequía y la degradación de tierras (CONAF, 2016a).

El objetivo central de la ENCCRV es enfrentar el cambio climático mediante medidas focalizadas en el manejo y gestión adecuados de los recursos vegetacionales, buscando reducir la vulnerabilidad ambiental, social y económica bajo el enfoque REDD+ (Reducción de Emisiones por deforestación, Degradación forestal y Aumento de existencias de carbono). Además, esta estrategia busca disminuir emisiones y fortalecer la captura de carbono (CONAF, 2016a) como uno de los principales medios para materializar los compromisos adquiridos por Chile en sus NDC.

El Programa de las Naciones Unidas para países en desarrollo REDD+ surge para apoyar a los países en la reducción de emisiones con enfoque en: i) la disminución de las tasas de deforestación, ii) disminución de las tasas de degradación forestal, iii) promoción de la conservación, iv) manejo sustentable y v) aumento de las reservas de carbono (CONAF, 2016b). Para el desarrollo de este programa existen tres fases las cuales fueron adoptadas por la ENCCRV en el caso de Chile: preparación, implementación y pago por resultados. En esta última fase, Chile presentó al Fondo Verde del Clima (FVC) dependiente de la CMNNCC, un proyecto de pagos basados en resultados, el cual comenzó su implementación en agosto de 2020 bajo el nombre "+ Bosques, juntos contra el cambio climático" (CONAF, 2021). Este proyecto implementa medidas de acción de la ENCCRV, destinadas a aumentar la superficie de bosques, restaurar ecosistemas y paisajes degradados y proteger los bosques de los causantes de su degradación. En esta etapa, se presentan dos fuentes de financiamiento, el Fondo Verde del Clima y el Fondo Cooperativo de Carbono Forestal, asignando recursos el Sistema de Distribución de Beneficios en 2025 para dos programas: el Proyecto +Bosques desde fines de 2020, y el nuevo Programa de Reducción de Emisiones (PRE) que comienza en 2025 con financiamiento para las acciones del Programa de ordenación forestal institucional enfocado en terrenos públicos y privados" y del "Programa de silvicultura preventiva con énfasis en la interfaz urbano-rural" para regiones establecidas, alcanzando el concurso público de la Estrategia en 2025 un total de $11.838.221.000 millones de pesos, con una distribución de 88% para programa +Bosques y un 12% para PRE.

3.5.3.1 PROYECTO + BOSQUES

Este proyecto tiene como objetivo principal "implementar medidas de acción de la ENCCRV y fortalecer las capacidades institucionales y territoriales, buscando aportar en las metas de mitigación y adaptación al cambio climático, en el aumento y mejora de los servicios ecosistémicos y en el incremento de la resiliencia de las comunidades rurales al cambio climático" (CONAF, 2021).

El monto total del proyecto asciende a USD$63.607.552 y busca realizar intervenciones de gestión forestal sustentable en al menos 25.541 ha (CONAF, 2021). Este proyecto tiene una duración de seis años y abarca desde la Región del Maule a Los Lagos a partir de agosto 2020, siendo administrado financieramente y apoyado técnicamente por la FAO y ejecutado por CONAF. Durante los dos primeros años se desarrolló una fase de pilotaje, dando paso a la implementación durante los siguientes cuatro años de acuerdo a lo definido en la ENCCRV y el Sistema de Distribución de Beneficios (SDB) (CONAF, 2021).

Las tierras consideradas corresponden principalmente de pequeños propietarios forestales, aunque también pueden participar medianos propietarios si es que la iniciativa impacta positivamente a nivel de paisaje, tomando siempre en consideración la vulnerabilidad ambiental, social y económica, el enfoque de género y poniendo además énfasis en pueblos indígenas y población vulnerable (CONAF, 2021). Las tierras fiscales también podrán ser incluidas en el proyecto, así como predios municipales y predios de organizaciones no gubernamentales (ONG, CONAF, 2021).

En el año 2022 comienza el proceso de licitaciones del programa +Bosques adjudicándose en este primer ciclo 397 proyectos que contemplaban la intervención de 4.748 hectáreas. Para el siguiente año 2023, el número de proyectos ascendió a 464, y las hectáreas planificadas a intervenir a 6.996.
Al año 2024, los principales resultados del proyecto +Bosques han sido los siguientes (Cuadro 3.6):

Cuadro 3.6: Superficie intervenida de acuerdo a las diversas acciones del programa + Bosques.

	Superficie (ha)			Financiamiento (USD)
Tipo de actividad	**2022**	**2023**	**2024**	**ejecutado**
Programa de forestación y revegetación	841	948	1.937	16.435
Fortalecimiento del programa de restauración ecológica	1.515	1.953	3.016	6.725
Programa de restauración post incendios forestales	203	471	531	2.882
Programa de forestación preventiva interfaz rural-urbana	248	554	946	4.288
Programa de manejo bosque nativo	1.475	1.276	3.654	8.644
Fortalecimiento del programa de dendroenergía	320	763	1.354	7.073
TOTAL	**4.602**	**5.965**	**11.438**	**46.047**

Fuente: Información obtenida a través de transparencia (Conaf, 2025).

En cuanto a la totalidad del programa +Bosques ejecutado a la fecha entre el año 2022 y 2024, la superficie total beneficiada ha sido 22.005 ha con una ejecución del financiamiento que supera los 46 millones de dólares (Cuadro 3.6). La actividad con mayor presupuesto entregado corresponde al Programa de forestación y revegetación, seguido del Programa de manejo de bosque nativo y Programa de dendroenergía.La superficie intervenida representa un 86% de avance en la meta del manejo forestal sustentable de 25 mil hectáreas. Estos resultados, además de mostrar un avance significativo y prometedor para dar cumplimiento al objetivo final, han tenido un impacto relevante en términos de beneficios sociales, ambientales y económicos a los habitantes de las regiones, beneficiando directamente en sus tres años de ejecución a 3.142 personas, mayoritariamente mujeres y personas pertenecientes a pueblos originarios.

3.5.3.2 SIEMBRA POR CHILE

El programa “Siembra por Chile” es una iniciativa del Ministerio de Agricultura que contempla una serie medidas enfocadas en la reactivación económica, el impulso a la agricultura familiar campesina, y generación de empleos que el gobierno está implementando desde la región de Arica y Parinacota a la región de Magallanes. Este programa tiene como uno de sus objetivos y alcances la restauración de bosques nativos, principalmente en zonas de conservación y donde sea necesario proteger los suelos, en zonas de humedales, cabeceras de cuencas y alrededor de cuerpos de agua. Se incluyen tanto actividades de restauración per se, como de exclusión, preparación de sitio, faenas de control de especies invasoras, además de la entrega de plantas, entre otras. Además de estas acciones se espera llevar a cabo un programa de recolección de semillas que considere la identificación de áreas productoras de semillas y el establecimiento de estas áreas, además de un programa de fortalecimiento de viveros de CONAF y la formalización de convenios con viveros privados que otorguen capacitación en la producción de plantas.
En el contexto de este programa se está llevando a cabo el Plan de restauración de bosques nativos a gran escala que está enfocado en promover la recuperación de ecosistemas mediante acciones in situ como el cercado, preparación de sitios, reforestación, enriquecimiento y control de especies invasoras. Además de actividades de recolección de semillas y fortalecimiento de viveros comunitarios. Es un plan de cobertura nacional que busca generar empleos beneficiando a familias del mundo rural.

Durante 2022 el presupuesto fue de $10.000.000.000 abarcando 11.280 ha a nivel país, lo cual benefició a 10.696 personas y generó 37.227 empleos. En el 2023, el presupuesto del programa fue de $10.260.000.000 el cual cubrió una superficie de 16.238 ha a lo largo de todo el país, generando además empleo en el sector rural y mitigando los efectos del cambio climático. En 2024, el presupuesto fue de $9.868.612.000, beneficiando 9.530 ha de las cuales 5.915 ha corresponden a recuperación de ecosistemas nativos. En el año 2025 el programa tiene como meta comenzar procesos de restauración en 9.308 ha a lo largo del país y generar 20.859 puestos de trabajo.

A la fecha se han fortalecido un total de 148 viveros comunitarios, privados y de CONAF, mediante la construcción de nueva infraestructura, la contratación de personal y la inversión en equipamiento e insumos, con una inversión de $ 501.125.000. Además, se estableció una meta de producción de 1.507.447 plantas para complementar las actividades de restauración in situ, específicamente para aquellas que contemplan el establecimiento de especies nativas como quillay (Quillaja saponaria), ulmo (Eucryphia cordifolia) y especies del género Nothofagus (coihue -N. dombeyi, roble -N. obliqua y lenga - N. pumilio).

3.5.4 CONSERVACIÓN Y MANEJO DEL BOSQUE NATIVO

La ley de bosque nativo en Chile, específicamente la Ley N° 20.283, promulgada el 11 de julio de 2008, ha sido el principal instrumento para regular la protección, recuperación y mejoramiento de los bosques nativos en Chile. Esta ley creó al alero el Fondo de Conservación, Recuperación y Manejo Sustentable del Bosque Nativo y el Consejo Consultivo del Bosque Nativo.

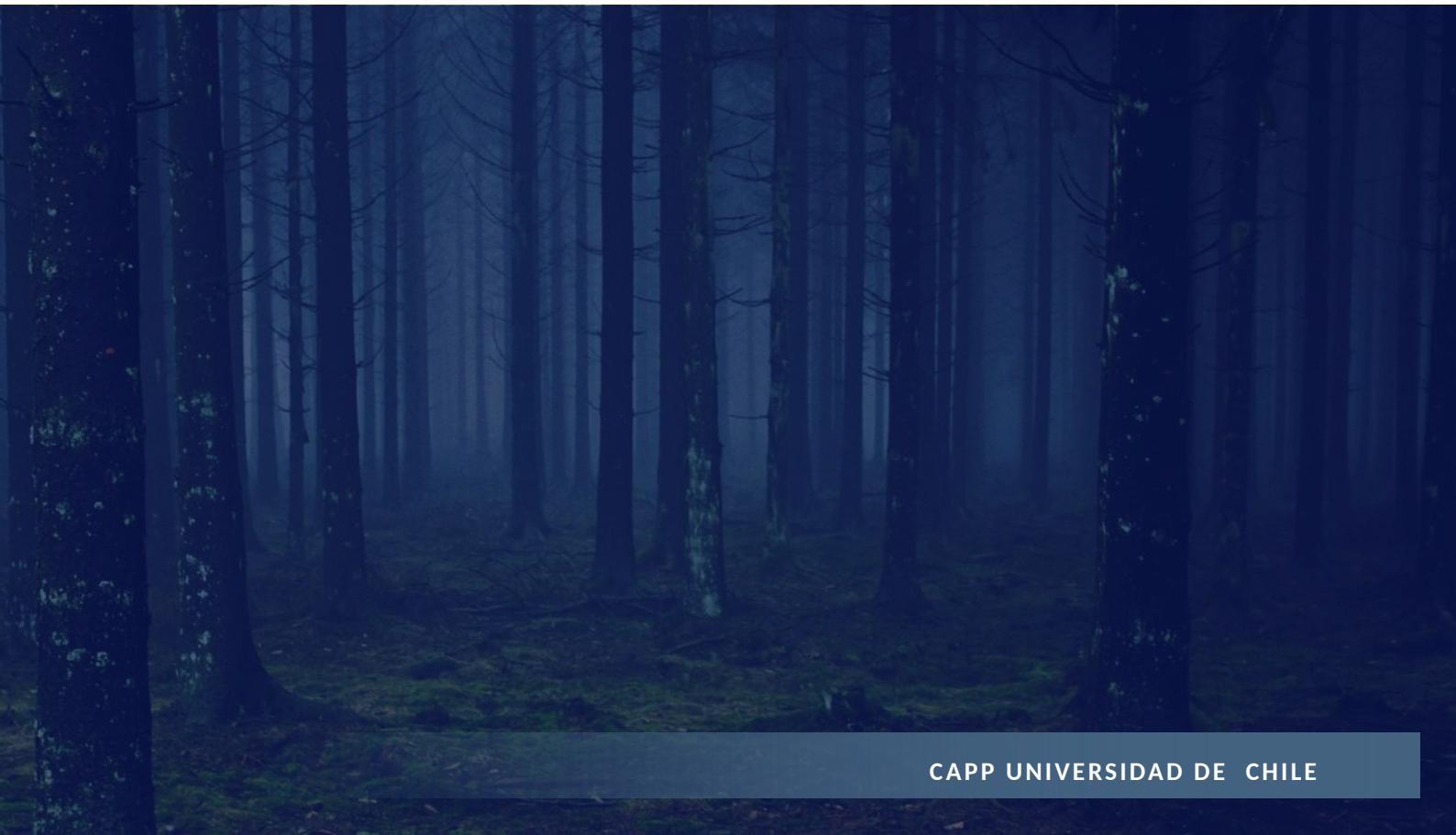
El Fondo de Conservación, Recuperación y Manejo Sustentable del Bosque Nativo, que también comprende las formaciones xerofíticas (vegetación constituida por especies autóctonas, preferentemente arbustivas o suculentas, de zonas o de condiciones áridas o semiáridas), tiene como finalidad contribuir a solventar el costo de actividades consideradas en los proyectos de planes de manejo que permiten el mejoramiento de este recurso natural renovable. El artículo 22 de la Ley 20.283 indica que se otorgará una bonificación destinada a contribuir a solventar el costo de las actividades de los siguientes literales: a) actividades que favorezcan la regeneración, recuperación o protección de formaciones xerófitas de alto valor ecológico o de bosque nativo de preservación (hasta 5 UTM/ha); b) actividades silviculturales dirigidas a la obtención de productos no madereros (bonificación de hasta 5 UTM/ha); y c) actividades silviculturales destinadas a manejar y recuperar bosques nativos para fines de producción de madera (bonificación de hasta 10 UTM/ha).

Para el periodo 2022-2024 los proyectos adjudicados fueron 2.815 con una superficie intervenida de más de 38.000 ha (Cuadro 3.7).

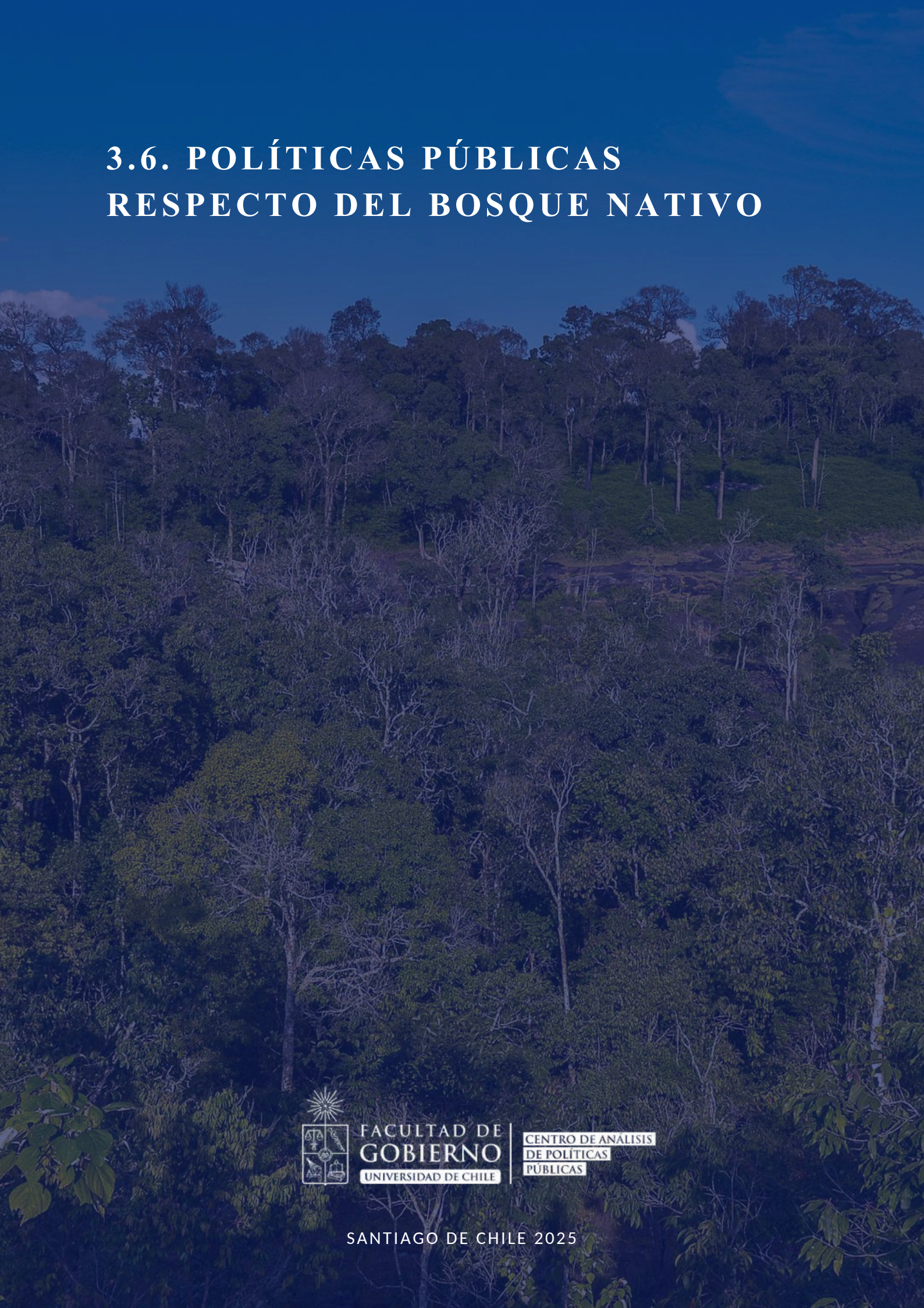
Cuadro 3.7. Número de proyectos adjudicados, superficie intervenida silviculturalmente y presupuesto para los años desde 2022 al 2024. La superficie entre paréntesis corresponde a actividades de regeneración, recuperación o protección de formaciones xerófitas de alto valor ecológico o de bosque nativo de preservación.

Año	N° Proyectos	Superficie (ha)	Presupuesto (UTM)
2022	955	14.189 (510)*	112.324
2023	870	11.884 (595)	105.761
2024	990	12.595 (1.332)	104.248

Fuente: https://concursolbn.conaf.cl/reportes/graficos.php?id_concurso=0



3.6. POLÍTICAS PÚBLICAS RESPECTO DEL BOSQUE NATIVO



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

3.6.1. PRINCIPALES AVANCES

Los principales avances en materia de políticas públicas relativas al bosque nativo y el sector forestal a partir de 2022 son la promulgación de la ley 21.600 en agosto de 2023 que crea el Servicio Nacional de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP) y la ley 21.744 promulgada en mayo de 2025 que crea el Servicio Nacional Forestal (SERNAFOR) a partir de CONAF y modifica la Ley General de Urbanismo y Construcciones. Otro avance en el ámbito legislativo es el proyecto sobre Incendios Forestales presentado a fines del 2023 con el objetivo de fortalecer y regular la prevención y mitigación de incendios forestales y rurales. Esta iniciativa, se encuentra en segundo trámite constitucional, y una vez aprobada dotará de los instrumentos y medidas necesarias al SERNAFOR para enfrentar esta problemática. Otra área de desarrollo ha sido el Plan Nacional de Restauración de Paisajes 2021-2030.

Ley de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP)

La dictación de la ley del SBAP por consenso después de 13 años de discusión y cinco gobiernos diferentes es un gran logro. La promulgación de la ley considerada en el Programa del Gobierno del Presidente Boric requirió una gestión efectiva del Director Ejecutivo de CONAF (Christian Little) para lograr destrabar y conseguir el apoyo de CONAF a la creación del SBAP, esto a pesar de una fuerte oposición de los Sindicatos Profesionales de CONAF ejercida desde hace años. El SBAP es un gran avance puesto que permite establecer por primera vez un servicio público dedicado total y exclusivamente a la conservación de la biodiversidad dentro y fuera de las Áreas Protegidas en forma integral y articulada, rectificando la situación actual de dispersión de competencias y falta de coordinación entre diversos ministerios y servicios públicos.

La ley SBAP en su Artículo 2º define que está regida por diez principios que muestran un cuerpo legal sustentado en bases sólidas. Entre estos principios podemos destacar los siguientes: Principio de coordinación entre los distintos órganos competentes; Principio de no regresión: los actos administrativos no admitirán modificaciones que signifiquen una disminución en los niveles de protección de la biodiversidad alcanzados previamente; Principio participativo; Principio de precaución: cuando haya un riesgo o peligro de daño grave o irreversible de diversidad biológica, la falta de certeza científica no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas; Principio de responsabilidad: quien cause daño a la biodiversidad o a uno o más de sus componentes será responsable del mismo en conformidad a la ley; Principio de información: es deber del Estado facilitar y promover el acceso a la información sobre biodiversidad del país y, especialmente, el conocimiento sobre los servicios ecosistémicos y su valoración. Por último, el Principio de valoración de los servicios ecosistémicos, el cual es de particular relevancia para los bosques nativos, establece que: el proceso de toma de decisiones para la conservación de la biodiversidad deberá considerar la identificación y valoración de los servicios ecosistémicos y, cuando sea posible, su cuantificación. En relación a los servicios ecosistémicos, en agosto de 2025 concluyó el proceso de consulta ciudadana respecto del Reglamento de Contratos de Retribución por Servicios Ecosistémicos, y el Reglamento de Certificación de los Servicios Ecosistémicos, y el proceso para su dictación aún está en marcha.

Ley que crea el Servicio Nacional Forestal (SERNAFOR)

Esta ley propuesta en 2017 hizo posible que el SERNAFOR reemplazara a la CONAF en sus funciones de regular el manejo y restauración del bosque nativo, fiscalización, fomento y control de incendios, resolviendo una situación anómala en que CONAF era una corporación de derecho privado y ejercía labores propias del Estado.

Según se establece (CONAF 2025), el Servicio Nacional Forestal dará continuidad y fortalecerá el trabajo actualmente realizado por CONAF. El nuevo servicio tendrá potestades públicas para conducir la política forestal del país, así como la elaboración y aplicación de instrumentos, planes y programas para cumplir con su objeto de proteger, fomentar, conservar, preservar, recuperar, restaurar, manejar y regular el uso sustentable de los bosques de Chile. Entre otras mejoras, el proyecto de ley otorga a los trabajadores que realizan funciones de fiscalización la calidad de ministros de fe, para un cumplimiento efectivo de las normas. Además, refuerza la función de velar por la protección contra incendios forestales, entregándole atribuciones extraordinarias en esta materia para una eficaz prevención y combate contra los incendios. Como es esperable, un gran número de los artículos de la Ley que crea el SERNAFOR están destinados a las condiciones para el traspaso del personal de CONAF. Tiene 15 artículos transitorios, entre ellos varios que dicen relación con las condiciones de trabajo de los guardaparques y la administración de los Monumentos Nacionales, Parques Nacionales y Reservas Nacionales hasta que la administración de las áreas protegidas sea traspasada al SBAP. El SERNAFOR al igual que el SBAP está afecto al Sistema de Alta Dirección Pública que regula la política de personal a los funcionarios públicos. Una limitación de la Ley SERNAFOR es que no incorpora el concepto de ecosistema o de ecosistema boscoso, el cual estuvo en versiones anteriores en el proceso de discusión. Esto también impide incorporar una perspectiva conceptualmente más actualizada y coherente con la que sustenta a la Ley SBAP.

Plan Nacional de Restauración de Paisajes 2021-2030

En la sección 3.5 se ha expuesto en detalle los logros de los diversos programas de incentivos de gobierno para la forestación y recuperación del bosque nativo que han permitido avanzar en el cumplimiento de las NDC comprometidas por Chile. En relación a esto, un instrumento importante que orienta las acciones del Estado respecto de los bosques nativos es el Plan Nacional de Restauración del Paisaje 2021-2030 (Ministerio de Agricultura, CONAF, MMA, 2021). Este plan está vinculado con doce Políticas de Estado, entre ellas: la Estrategia Nacional de Biodiversidad (2012-2030), la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales, la Contribución Nacional Determinada (NDC) de Chile 2020, la Política Forestal (2015-2035), la contribución a la Política Nacional de Desarrollo Rural y la Política Nacional para la Reducción de Riesgo de Desastres Naturales (2019-2030) (Ministerio de Agricultura, CONAF, MMA, 2021).

El Plan identifica entre las principales presiones o amenazas sobre los ecosistemas terrestres: “la degradación y fragmentación del paisaje provocadas por cambio de uso de suelo, prácticas inadecuadas de manejo, cambio climático, desastres de origen antrópico como los incendios forestales, la sequía y especies exóticas invasoras, entre otras” (Ministerio de Agricultura, CONAF, MMA, 2021).

El Plan en cuestión incluye entre sus acciones los procesos de restauración ecológica; rehabilitación de suelos erosionados y de ciclos hidrológicos; recuperación de paisajes y ecosistemas afectados por incendios forestales, y otras catástrofes en ambientes terrestres, marinos, de aguas continentales o mixtos. El Plan se propone "encausar recursos e iniciativas para que el país reduzca la vulnerabilidad generada por las dinámicas de ocupación del territorio y el cambio climático, reduciendo el riesgo a fenómenos naturales y proyectando un mejor nivel de vida a la sociedad" (Ministerio de Agricultura, CONAF, MMA, 2021). Un aspecto fundamental del Plan es que los procesos de restauración conduzcan a una mayor sustentabilidad y resiliencia del territorio frente al cambio climático, recuperando biodiversidad y aumentando la provisión de bienes y servicios ecosistémicos.

Avances en los diferentes programas de conservación, restauración y manejo del Bosque Nativo

La materialización de las políticas definidas para la conservación, restauración y manejo de bosques nativos a través de diferentes programas ha experimentado un significativo avance en el período 2022-2024, con cifras similares para estos tres años (ver Cuadro 3.8 referido al año 2024). La amplia variación de los montos de inversión por hectárea de los diferentes programas obedece principalmente a las diferencias en las actividades enfatizadas por cada programa (por ejemplo forestación con especies nativas que es la de mayor costo por ha, recuperación de bosques nativos, y manejo de renovales con el menor subsidio). Esta inversión se ha hecho a través de subsidios a propietarios de predios, especialmente los pequeños propietarios, quienes han aportado parte del financiamiento, adicional al indicado en el Cuadro 3.8. Por lo tanto, estos programas han sido de beneficio para los propietarios y el desarrollo rural, así como para la recuperación y manejo del bosque nativo.

Cuadro 3.8. Monto, área e inversión por ha de los diferentes programas y proyectos de manejo y conservación del bosque nativo del Ministerio de Agricultura y del Ministerio de Medio Ambiente durante el año 2024.

Programa	Monto millones de US$ (*)	Área (ha)	Inversión por ha (*) (US $ /ha)
+ Bosques	11,8	4.576	2.570
Siembra por Chile	10,8	9.539	1.132
Conservación y Manejo de bosques nativos (Ley 20.283)	7,6	12.595	603
Total	30,2	26.710	-

(*) Montos en su equivalente en dólares americanos (US $) a septiembre de 2025.

Fuente: CONAF (2025) Cuenta Pública 2024.

No obstante, el Programa + Bosques y Siembra por Chile tienen un horizonte temporal finito que termina en 2026. Por lo tanto, hasta el momento a partir de dicho año los únicos recursos asegurados son aquellos entregados por la ley 20.283 (Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal; Lara et al., 2023). De no conseguirse nuevas fuentes de financiamiento, la promoción del bosque nativo por parte del Estado y el consiguiente beneficio para sus propietarios y el desarrollo rural, disminuirán significativamente respecto a los niveles de desempeño del período 2022-2026. Por lo tanto, la necesidad de nuevas fuentes de financiamiento o mantención de las actuales surge como un desafío a futuro.

3.6.2 DESAFÍOS

El cambio en la Dirección Ejecutiva de CONAF hecho por el Gobierno en septiembre de 2024 fue la primera expresión de cambios que vendrían en la política relativa a los bosques nativos y el sector forestal. Desde comienzos de 2025 se identifican una serie de cambios en la política de gobierno relativa a los bosques nativos y el sector forestal, que implican un retroceso respecto a lo avanzado en esta materia.
Respecto a este giro en la política forestal, la declaración que hizo Carolina Tohá, cuando ocupaba el cargo de Ministra del Interior y Seguridad Pública en la ceremonia de celebración del Día del Brigadista Forestal en febrero de 2025 puede tomarse como una clara señal de cambio. “Chile tiene que encontrar una convivencia con su industria forestal mucho mejor de la que hemos tenido hasta ahora, que ha sido plagada permanentemente de polémicas, de disputas, de discusiones respecto a cómo se debe desarrollar este sector, a cómo debe convivir con otras actividades, a cómo puede funcionar en las zonas donde hay comunidades indígenas y hay temas de tierras pendientes" declaró la ex-Ministra. Llamó la atención este discurso centrado en como el resto de los actores de la sociedad tienen que encontrar una convivencia con “su” industria forestal en reemplazo con el anterior en que las empresas forestales transforman y mejoran sus prácticas y relaciones con los demás actores sociales. Ejemplo del anterior planteamiento es la propuesta hecha en febrero 2023 por el ex-Ministro de Agricultura Esteban Valenzuela de establecer un Royalty a las empresas Forestales para la redistribución de parte de sus beneficios. Este Royalty también fue propuesto poco después por los Alcaldes de la Araucanía a través de la Asociación de Municipalidades de la Araucanía. Este planteamiento fue rápidamente descartado por el gobierno en el contexto de la agenda tributaria impulsada por el Ejecutivo.

Este cambio en la política hacia los bosques nativos y el sector forestal se ha manifestado a través de acciones concretas que se discuten a continuación. Estas incluyen las modificaciones que reducen o eliminan la protección de los cursos de agua y el mantener la NDC de 2020 respecto a forestación de 200.000 ha al año 2030. Tal como sigue definida, la NDC posibilita promover la plantación mayoritariamente con especies exóticas, ya que el 50% de la meta de forestación pueda lograrse a través de monocultivos forestales, y las especies exóticas pueden ser de hasta el 30% de las 100.000 ha de plantaciones de cobertura permanente. La mantención de la NDC en cuestión está vinculada a que en el Ministerio de Agricultura y el de Economía se estén analizando opciones de que el Estado impulse el establecimiento de nuevas plantaciones forestales industriales, en abierta contradicción con la Ley Marco de Cambio Climático que establece que el Estado no impulsará los monocultivos forestales. Esta última también es una expresión del cambio de política frente al bosque nativo.

Retroceso en la protección de los cursos de agua por modificaciones legales

En marzo de 2025 hubo una modificación sustantiva del Decreto 82 que es el reglamento de la Ley sobre la recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal que establece normas de protección de suelos, aguas y humedales, incluyendo zonas de protección cercanas a los cursos y cuerpos de agua (< 10 o 20 metros). La modificación del Decreto 82 incluye un nuevo artículo que exime de los artículos 4° al 9° y 15° a aquellos "planes de manejo realizados en áreas donde se vaya a cortar, afectar, descepar (arrancar de raíz los árboles) especies vegetales que se encuentren en peligro crítico de extinción, peligro de extinción, amenazadas, casi amenazadas o datos insuficientes (Miranda y Arroyo-Vargas, 2025). Tampoco serán exigibles estos artículos para los planes de manejo que involucren "corta de bosque nativo con motivos de cambio de uso de suelo rurales, de la construcción de obras o de desarrollo de actividades como la construcción de caminos, el ejercicio de concesiones o servidumbres mineras, de gas, de servicios eléctricos y de ductos, ni tampoco para los planes de trabajo para la corta, destrucción o descepado de formaciones xerofíticas". La modificación también determina que "los proyectos de interés nacional; obras lineales; u obras, concesiones y/o servidumbres que deban emplazarse o ejecutarse en los cursos de aguas o en sectores aledaños", no se haría exigible el cumplimiento del artículo 3° sobre la Zona de protección de exclusión de intervención (Miranda y Arroyo-Vargas, 2025).

Estas modificaciones debilitan y restringen seriamente el reglamento que prohibía o limitaba la intervención de la vegetación en las áreas de protección de los cursos de agua. Este cambio hecho desde el Ministerio de Agricultura contradice el principio de no regresión de la Ley SBAP administrada por el Ministerio de Medio ambiente, ya que retira la protección otorgada anteriormente a un ecosistema, es una amenaza para la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos y es contraria a promover formas de uso del territorio que compatibilice producción con conservación.

Ordenamiento Territorial sin reglamento

Otro desafío señalado en el Informe País del 2022 (Lara et al., 2023) es respecto a los Planes de Ordenación Territorial que continúa pendiente. La Ley 21.074 de Regionalización del Ministerio de Interior y Seguridad que regula el ordenamiento territorial en varios de sus artículos y establece como instrumento de planificación los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial (PROT), los cuales serán de cumplimiento obligatorio para los ministerios y servicios públicos, considerando la consulta ciudadana. Sin embargo, después de más de siete años en que la ley fue promulgada, aun no se aprueba el reglamento de la Política Nacional de Ordenamiento Territorial. Lo anterior es requisito para complementar e implementar los PROT y que éstos sean vinculantes. En muchas discusiones, consultas y documentos se hace mención a la necesidad del ordenamiento territorial vinculante para ordenar los usos del suelo y sus actividades, de tal manera de compatibilizar la conservación con la producción y los intereses de los diferentes actores sociales sobre el territorio.

3.6.3 PROPUESTAS

Una primera propuesta consiste en avanzar hacia una política pública de los bosques nativo y las plantaciones forestales en forma integrada, que esté definida a una escala acorde al ritmo y dinámica de los ecosistemas involucrados y de los tiempos de respuesta ante las acciones favorables que tomemos. Este plazo debiera ser de al menos 25 años, es decir extenderse hasta el año 2050, tal como el considerado por la Ley Marco de Cambio Climático. Hoy en día existen los modelos climáticos, de cambio de uso de suelo, productividad, biodiversidad, población humana de carácter prospectivo. Estos modelos incorporan la estimación de la incertidumbre creciente a medida que nos alejamos del presente, la cual es alta. Esto debido a la complejidad de los procesos e interacciones y las situaciones sin precedentes en el registro histórico de todo tipo (memoria, documentos, paleo registros tales como glaciaciones, anillos de crecimiento, etc.).

Existen varios ejemplos de la capacidad adquirida en Chile para el diseño de políticas vinculadas al bosque nativo que abarcan el período 2021-2030, muchas de las cuales han permanecido a lo largo de diferentes gobiernos sin interrupción, y hay que hacer los esfuerzos para que se mantengan hasta el año 2030, que es cercano. Otros procesos que han tenido continuidad a través de diferentes gobiernos es la dictación de la ley SBAP, lo cual si bien tiene la desventaja que significa la demora, tienen la ventaja del grado de consenso que se alcanza. De manera similar, el financiamiento de los programas de manejo y restauración del bosque nativo presentados en la sección 3.5 ha permanecido a través de varios gobiernos, lo cual ha sido clave para su desempeño en el largo plazo.

Una segunda propuesta es la de diseñar una política hacia el bosque nativo y el sector forestal que promueva avanzar hacia paisajes heterogéneos, integrando en los territorios los diversos usos del suelo y actividades productivas. Esto a fin de compatibilizar tres componentes que son fundamentales: la conservación de la Naturaleza por el valor intrínseco que tiene y por ser la base de nuestro bienestar, la producción de bienes (en el sector forestal especialmente de madera) y la provisión de servicios ecosistémicos (provisión de agua, mantención de la fertilidad del suelo, regulación climática, entre otros). Los beneficios de estos paisajes heterogéneos han sido sólidamente documentados (por ej. Gómez-González et al., 2024 y el Análisis-CR2 sobre el “Impacto de las Plantaciones forestales en los ecosistemas de Chile”). El Plan de Restauración del Paisaje (2021-2030) es un instrumento indicativo relevante, así como los mecanismos de financiamiento existentes o los que se obtengan a futuro.

El desafío de construir paisajes heterogéneos para obtener la compatibilidad de la conservación y la producción es especialmente significativo en aquellos territorios de paisajes altamente homogéneos dominados por las plantaciones forestales. Este desafío requiere la conversión de una parte de las plantaciones forestales hacia bosques nativos, acción en que las empresas forestales han adquirido cierta importancia para dar cumplimiento a las exigencias de certificación por FSC.

Una tercera propuesta es generar un nuevo proceso de modificación del Decreto 82, para mejorar y aumentar las medidas de protección de Suelos Aguas y Humedales, incluyendo la protección de cursos de agua. Esto tomando como referencia las normas que regían antes de la modificación de este Decreto en marzo de 2025 que desarticuló el reglamento vigente desde 2010. Este proceso debe considerar la consulta ciudadana, tal como los Reglamentos de la Ley SBAP que está elaborando el Ministerio del Medio Ambiente.

Una cuarta propuesta es que las NDC relativas al sector de bosque nativo y plantaciones (sector UTCUTS, ver sección 3.5), deben estar fundamentadas en la evidencia científica, y ser consistentes con el Inventario de Gases de Efecto Invernadero y las metodologías estándar definidas por el IPCC. Las NDC además deben ser coherentes con la Ley SBAP, la Ley SERNAFOR y la Ley Marco de Cambio Climático que tiene como meta la carbono neutralidad de Chile al año 2050 y que establece que el "Estado no impulsará los monocultivos forestales", lo cual está plenamente justificado en las evidencias científicas (Gómez-González et al., 2023). La forestación en el marco de las NDC debe evitar, reducir y mitigar los impactos ambientales negativos que un aumento de la captura de carbono pueda tener, tales como la provisión de agua y de otros servicios ecosistémicos (Álvarez et al., 2019), así como la conservación de la biodiversidad (Gómez-González et al., 2020) y los impactos sociales derivados de lo anterior.

La NDC actualizada en 2025 considera solamente 70.000 ha de especies nativas y deja la posibilidad de que la restante superficie (130.000 ha) sean de especies exóticas y que 100.000 ha no sean de cobertura permanente ni se definan las especies. Esto deja la posibilidad de que estas 100.000 ha sean de monocultivos forestales, es decir, plantaciones industriales sometidas a cosecha en rotaciones usualmente de 12 – 20 años. El inventario de gases de efecto invernadero considera que las capturas de carbono por el crecimiento de las plantaciones son iguales a las pérdidas al cosecharlas, por lo tanto, su efecto incremental es nulo. La incapacidad de que la expansión de las plantaciones forestales industriales para aumentar la captura de carbono queda de manifiesto en los siguientes hechos: Para la forestación del total de las 200.00 ha la NDC compromete una captura adicional de 3,0 a 3,4 MtCO2eq anuales a 2030. En la última década ha habido un aumento significativo del área afectada por incendios forestales, y las plantaciones forestales son el tipo de uso de suelo que tiene la mayor área quemada en este período (ver sección 3.2). Por lo tanto, las nuevas plantaciones forestales tendrían un alto riesgo de incendios. A manera de ejemplo, la temporada de incendios 2017 marcó un récord en el área total quemada (580.000 ha), e implicó emisiones de 78 MtCO2eq, dos tercios de las cuales provinieron de plantaciones forestales (Hoyos-Santillán et al., 2021; Ministerio de Medio Ambiente 2020). Estas emisiones ocurridas en una sola temporada equivalen al menos a 22-26 años de las capturas consideradas en la NDC relativa a forestación (3,0 a 3,4 MtCO2eq).

Dentro de este contexto, se propone que la forestación de 200.000 ha al año 2030 debe ser hecha exclusivamente con especies nativas. Esta propuesta fundamentada en evidencias científicas fue hecha por el (CR)2 en el proceso de consulta ciudadana de las NDC de 2020 y el de 2025, pero en ninguna de ellas fue considerada.

Una última propuesta es mantener y/o aumentar el financiamiento de los distintos programas e iniciativas de restauración, forestación con especies nativas, recuperación y manejo de bosques establecidos. Si bien el monto destinado a la restauración del bosque nativo para el período 2022-2024 proveniente de diversos programas ha alcanzado un monto total de US$ 30,2 millones los recursos para mantener este nivel de financiamiento a partir de 2027 no están considerados. Por lo tanto, es urgente que los Ministerios de Agricultura y Medio Ambiente en forma coordinada y con la suficiente anticipación hagan las gestiones para conseguir y aumentar el nivel de financiamiento a partir del año 2027. Estos recursos pueden provenir del Estado, de fuentes internacionales y también de aportes desde el ámbito privado. En todos estos ámbitos, el trabajo mancomunado Fondo Naturaleza Chile (FNC, https://www.fondonaturaleza.org) dentro de su Programa de Cuencas e Incendios Forestales debe jugar un rol primordial.

Adicionalmente el Estado debe aumentar significativamente el financiamiento para cumplir sus funciones de administración, regulación, protección del bosque nativo, y para la implementación adecuada de dos instituciones creadas recientemente: El Servicio Nacional Forestal (SERNAFOR) y el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP).





3.6. POLÍTICAS PÚBLICAS RESPECTO DEL BOSQUE NATIVO

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

De acuerdo a CONAF, la superficie total de bosque nativo en el país es de 14.728.482 ha, con un 81% de su cobertura distribuida entre la región de la Araucanía y la de Magallanes. Para el periodo 2001-2023 se estima una pérdida de bosque nativo total de 363.326 ha (promedio 16.796 ha anuales) entre las regiones de Atacama y Magallanes.

La pérdida de bosque nativo en el período 2001-2023 se ha producido principalmente por su transformación a plantaciones forestales (37% del total), cambio hacia matorrales (20% del total), y la transformación a uso agropecuario (praderas y terrenos agrícolas, 20% del total). Además de la pérdida directa de bosque nativo para la habilitación agrícola o sustitución por plantaciones forestales, hay pérdidas producidas por incendios forestales y degradación de los bosques que se suman al deterioro de estos ecosistemas naturales en todo el territorio nacional.

De acuerdo a la evaluación realizada, el sistema de monitoreo de bosques nativos aún refleja desafíos pendientes, especialmente en relación a establecer definiciones, criterios y métodos claros y permanentes que permitan desarrollar un sistema robusto de seguimiento de los bosques en el tiempo.

Uno de los efectos del cambio climático es la ocurrencia de incendios de gran magnitud resultando en pérdida de vidas humanas y grandes costos sociales, ambientales y económicos. La megasequía y la ocurrencia de olas de calor triplicaron el promedio de área quemada en Chile pasando de 49.700 ha en el periodo 1976-2009 a 127.300 ha en el periodo 2010-2025. Durante este último periodo, la región centro-sur de Chile fue afectada por los mayores incendios catastróficos de que se tenga registro en el país, los cuales corresponden a las temporadas 2017 y 2023, con más 570.000 y 430.000 ha anuales quemadas, respectivamente. A estos eventos se suma el ocurrido en la región de Valparaíso a inicios de febrero 2024 con un impacto social y económico catastrófico por el número de personas fallecidas e infraestructura destruida.

El área quemada para los distintos tipos de vegetación es altamente variable con un promedio anual para el periodo 1985-2025 de 15.181 ha de bosque nativo, 25.729 ha de plantaciones forestales, 18.727 ha de matorrales y 14.363 ha de pastizales. En términos relativos, durante las últimas décadas el bosque nativo, matorrales y pastizales han disminuido su área quemada al contrario de las plantaciones forestales, las que han mostrado un progresivo aumento, especialmente en la última década donde representan el 50% del área total quemada. Así, en el periodo de megasequía (2010-2025) la superficie total de plantaciones quemadas supera las 800.000 ha, lo que representa aproximadamente el 25% del total de plantaciones forestales en Chile. De estos resultados se desprende que plantaciones forestales homogéneas y continuas de Pinus radiata y Eucalyptus globulus, conllevan un aumento del riesgo de grandes incendios.

La **degradación de los bosques nativos** representa uno de los principales desafíos ambientales por la diversidad de causas e impactos, y la complejidad de identificar estos procesos. La falta de una definición clara de bosques degradados y los desafíos metodológicos asociados no permiten aún contar con una estimación precisa de la superficie de bosques degradados del país. La degradación de los bosques nativos es el resultado de distintas intervenciones y prácticas humanas como el floreo (corta de los árboles de mejor calidad y valor comercial), pastoreo no controlado, incendios, e invasión de especies exóticas, entre otras, las que alteran la composición, estructura y funcionamiento de los bosques nativos.

Para el centro-sur y sur de Chile, se ha estimado una superficie total de bosques degradados de aproximadamente 461.231 ha para el período 2001-2010, lo que equivale a una tasa anual de degradación de 46.123 ha. De acuerdo a un estudio de degradación reciente, los bosques adultos siempreverdes de la Cordillera de la Costa de la Región de Los Ríos, en manos de pequeños propietarios, serían especialmente vulnerables a impactos generados por la ganadería y la corta selectiva de árboles.

Durante los últimos años el **cambio climático** ha tenido un fuerte impacto sobre los bosques del centro-sur de Chile. En la zona central de Chile, la megasequía e hipersequía de 2019, llevaron a una disminución abrupta y sincrónica del verdor de la vegetación, resultando en el empardecimiento de más del 90% de los bosques esclerófilos en un período de sólo 100 días. Este secamiento, además de aumentar el riesgo de incendios, puso en duda la capacidad de recuperación natural de los bosques afectados posterior a este fuerte decaimiento. Distintas investigaciones en curso en torno a los mecanismos ecofisiológicos implicados en el decaimiento y nuevas evaluaciones, han dado cuenta de la recuperación parcial del bosque esclerófilo a través del rebrote de ramas y rebrotes basales en árboles secos en su parte aérea. Sin embargo, aún se necesitan evaluaciones más profundas para cuantificar el real impacto de la megasequía e hipersequía sobre estos bosques ricos en biodiversidad.

El **Plan Nacional de Restauración de Paisajes (2021-2030)** es uno de los principales instrumentos con que cuenta el Estado para avanzar en la restauración de los bosques nativos, humedales y otros ecosistemas. Dicho Plan promueve la integración y coherencia entre las diferentes acciones tomadas por el Estado en los distintos territorios. Por otra parte, el Plan permite avanzar hacia paisajes heterogéneos de manera de compatibilizar diferentes usos del suelo para una mayor provisión de diferentes bienes (ej., productos agropecuarios, madera) y servicios ecosistémicos (ej. provisión de agua, mantención de la fertilidad del suelo, regulación climática, recreación, etc).

El **Ordenamiento Territorial** establecido por la la Ley 21074 de Regionalización del Ministerio de Interior y Seguridad, no ha avanzado como un instrumento clave que indique las acciones que son posibles y las que están prohibidas para un área determinada. Esto ya que tras siete años de la promulgación de la mencionada ley no se ha dictado el Reglamento de Ordenamiento Territorial, el cual es requisito para que los Planes de Ordenamiento Regional (PROT) sean vinculantes. La dictación de este Reglamento es urgente para promover la armonía y compatibilización entre producción y conservación.

Las **principales propuestas de Política** que se plantean como resultado del estado actual de los bosques nativos de forma de conseguir la meta de mejorar su conservación y manejo para beneficio de la Naturaleza y la sociedad son los siguientes: (1) Establecer una política forestal de largo plazo acorde al ritmo y la dinámica de estos ecosistemas, la cual debe considerar hasta el año 2050, es decir 25 años desde ahora; (2) Promover el avance y tránsito hacia paisajes heterogéneos, integrando en los territorios diversos usos del suelo y actividades productivas. Para lograrlo, en los paisajes homogéneos dominados por plantaciones forestales es necesaria la restauración a fin de convertir parte de las plantaciones forestales a bosque nativo, compatibilizando la producción de madera con la biodiversidad, provisión de agua y otros servicios ecosistémicos; (3) Reformular la actual NDC definiendo la forestación de 200.000 ha al año 2030 exclusivamente con especies nativas. Lo anterior basado en las limitaciones de las plantaciones forestales para la captura de carbono, el mayor riesgo de incendios asociado, y los impactos ambientales negativos de

las plantaciones de gran escala. Esta propuesta fundamentada en evidencia científica fue hecha por investigadores en el proceso de consulta ciudadana de las NDC de 2020 y de 2025, pero en ninguna de ellas fue considerada; (4) Aumentar los niveles de financiamiento para la conservación, restauración y manejo del bosque nativo, después del año 2026 en que dos importantes programas concluyen. Por esta razón resulta urgente que los Ministerios de Agricultura y de Medio Ambiente en forma coordinada hagan las gestiones pertinentes para este propósito. Esto permitiría mantener o aumentar el monto invertido en 2024 de US$ 30,2 millones que abarcó 26.000 ha. Las gestiones deben hacerse para obtener fondos del Estado, de fuentes internacionales y también de aportes desde el ámbito privado. En todos estos ámbitos, el trabajo mancomunado con el Fondo Naturaleza Chile (FNC) y su Programa de Cuencas e Incendios es muy relevante; (5) Aumentar significativamente el financiamiento del Estado para cumplir sus funciones de administración, regulación, protección del bosque nativo, y para la implementación de dos instituciones creadas recientemente y que son clave: El Servicio Nacional Forestal (SERNAFOR) y el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP). Lo anterior a razón de que Chile es uno de los 10 países que menos invierte en gestión para la conservación de su biodiversidad a nivel mundial.



3.8 AGRADECIMIENTOS

Todos los autores agradecen al Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2; ANID/FONDAP N°1523A0002). MEG agradece al proyecto ANID/FONDECYT regular N° 1231573 y a la Corporación Nacional Forestal (CONAF) por la información aportada de estadísticas de incendios; MEG, AL, AM agradecen al Centro del Fuego y Resiliencia de Socioecosistemas (FireSES); AM agradece el apoyo al proyecto ANID/FONDECYT Iniciación /2024-11240356; RU-J agradece apoyo al Proyecto ANID/FONDECYT Regular N° 1240500 y N° 1240186 y ANID- Iniciativa Científica Milenio -Núcleo Milenio LILI NCN2024_040; CZ-E agradece el apoyo del proyecto ANID/FONDECYT N° 11221074. También se agradece a Ivonne Molina y Karol Guitard por la confección de figuras y apoyo con la organización de la bibliografía.

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, C., T. Veblen, D. Christie, and A. González-Reyes. 2015. Relationships between climate variability and radial growth of Nothofagus pumilio near altitudinal treeline in the Andes of northern Patagonia, Chile. Forest Ecology and Management 342:112–121. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.01.018

- Álvarez-Garretón, C.; Lara, A., Boisier, J.P., Galleguillos, M. 2019. The Impacts of Native Forests and Forest Plantations on Water Supply in Chile. Forests 10(6), 473

- Armesto, JJ., Manuscevich, D., Mora, A., Smith-Ramírez, C., Rozzi. R., Abarzúa, AM., Marquet, P. 2010. From the Holocene to the Anthropocene: a historical framework for land cover change in southwestern South America in the past 15,000 years. Land Use Policy 27:148–160. doi:10.1016/j.landusepol.2009.07.006.

- Austin, K.G., Baker, J.S., Sohngen, B.L., Wade, C.M., Daigneault, A., Ohrel, S.B., Ragnauth, S., Bean, A. 2020. The economic costs of planting, preserving, and managing the world's forests to mitigate climate change

- Balocchi F, Wingfield MJ, Ahumada R, Barnes I. 2021. Pewenomyces kutranfy gen. nov. et sp. nov. Causal agent of an important canker disease on *Araucaria araucana* in Chile. Plant Pathology 70:1243 –59.

- BioBioChile 2023. "Es momento de hacer justicia": Alcaldes de La Araucanía piden royalty forestal para la Macrozona Sur Publicado por Manuel Stuardo. 20 de junio de 2023. https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-de-la-araucania/2023/06/20/es-momento-de hacer-justicia-alcaldes-de-la-araucania-piden-royalty-forestal-para-la-macrozona-sur.shtml

- Bowman, D., Moreira, A., Kolden, C., Chávez, R., Muñoz, A., Salinas, F., González, A., Rocco, R., Barrera, F., Williamson, G., Borchers, N., Cifuentes, L., Abatzoglou, J. y Johnston, F. 2018. Human–environmental drivers and impacts of the globally extreme 2017 Chilean fires. Ambio, 48(1): 350–362. En línea: https://doi.org/10.1007/s13280-018-1084-1.

- Burgess, T.I., Oliva, J., Sapsford, S.J. et al. 2022. Anthropogenic Disturbances and the Emergence of Native Diseases: a Threat to Forest Health. Curr Forestry Rep 8, 111–123. https://doi.org/10.1007/s40725-022-00163-0

- Braun, A., Faßnacht F., Valencia D., & M. Sepulveda. 2021. Consequences of land-use change and the wildfire disaster of 2017 for the central Chilean biodiversity hotspot. Regional Environmental Change. https://doi.org/10.1007/s10113-021-01756-4

- Camarero, J. J., y A. Fajardo. 2017. Poor acclimation to current drier climate of the long-lived tree species Fitzroya cupressoides in the temperate rainforest of southern Chile. Agricultural and Forest Meteorology 239:141–150. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.03.003.

- Cayuela, L., Rey Benayas, J.M., Echeverría, C. 2006. Clearance and fragmentation of tropical montane forests in the Highlands of Chiapas, Mexico (1975-2000). Forest Ecology and Management 226, 208-218

- CONAF-CONAMA-BIRF. 1999. Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile.

- CONAF. 2011. Catastro de los recursos vegetacionales nativos de Chile: Monitoreo de cambios y actualizaciones período 1997 - 2011. Santiago, Chile. 28 p.

- CONAF. 2016. Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales ENCCRV. Santiago, Chile. ISBN 978-956-7669-57-8, 239 pp.

- CONAF. 2021. Catastro de los recursos vegetacionales nativos de Chile: Actualizaciones al año 2020. Santiago, Chile.

- CONAF. 2024. Catastro de los Recursos Vegetacionales y Uso de la Tierra de Chile: Actualizaciones al año 2024. Departamento de Monitoreo. Santiago, Chile.

- CONAF. 2024. Catastro de los Recursos Vegetacionales de Chile al año 2024. Departamento de Monitoreo. 70 p.

- CONAF. 2025. CONAF estudia impacto de megasequía en bosques mediterráneos y templados de Chile - CONAF. Accedido el 24 de julio de 2025.

- CONAF 2025. Cuenta Pública 2024 https://www.conaf.cl/wp-content/uploads/2025/07/Borrador-Cuenta-publica-2024.pdf

- Chazdon, R. L. 2008. Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands. Science 320:1458 1460

- Donoso, C. 1981. Tipos Forestales de los Bosques Nativos de Chile. CONAF FAO Investigación y Desarrollo Forestal FO:DP/76/003. Documento de Trabajo Nº 38. 90 p.

- Donoso, C., y Lara, A. 1995. Utilización de los bosques nativos en Chile: pasado, presente y futuro. In: Armesto J, Villagrán C, Arroyo M (eds) Ecología de los bosques nativos de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, pp 363 387.

- Fajardo, A., A. Gazol, C. Mayr, and J. J. Camarero. 2019. Recent Decadal Drought Reverts Warming-Triggered Growth Enhancement in Contrasting Climates in the Southern Andes Tree Line. Journal of Biogeography 46: 1367–79.

- Fajardo, A., Gazol, A., Moreno Meynard, P., Mayr, C., Martínez Pastur, G., Peri, P., Camarero, J. 2023. Climate change-related growth improvements in a wide niche-breadth tree species across contrasting environments, Annals of Botany, Volume 131, Issue 6, 9: 941–951, https://doi.org/10.1093/aob/mcad053

- Feron, S., Cordero, R.R., Damiani, A., Llanillo, P.J., Jorquera, J., Sepulveda, E., Asencio, V., Laroze, D., Labbe, F., Carrasco, J., Torres, G., 2019. Observations and projections of heat waves in South America. Scientfic Reports. 9, 8173. https://doi.org/ 10.1038/s41598-019-44614-4

- Fuentes-Ramírez A, Salas-Eljatib C, González ME, Urrutia-Estrada J, Arroyo-Vargas P, Santibañez P. 2020. Initial response of understorey vegetation and tree regeneration to a mixed-severity fire in old-growth Araucaria–Nothofagus forests. Applied Vegetation Science DOI: 10.1111/avsc.12479

- Garreaud, R., C. Álvarez-Garretón, J. Barichivich, J. P. Boisier, D. A. Christie, M. Galleguillos, C. LeQuesne, J. McPhee, and M. Zambrano-Bigiarini. 2017. The 2010–2015 mega drought in Central Chile: impacts on regional hydroclimate and vegetation. Hydrology and Earth System Sciences Discussions. https://doi.org/10.5194/hess-2017-191.

- Gibson-Carpintero, S. Venegas-González, A., Urra, V., Estay, S., Gutiérrez, A. 2022. Recent increase in autumn temperature has stabilized tree growth in forests near the tree lines in Chilean Patagonia. Ecosphere 13, e4266. https://doi.org/10.1002/ecs2.4266 .

- Gibson-Carpintero, S., Ocampo-Melgar, A., Venegas-González, A. 2024. Diversity and growth patterns of woody species in the Mediterranean Coastal range of Chile: A case study in Altos de Cantillana. New Zealand Journal of Forestry Science 54:7. https://doi.org/10.33494/nzjfs542024x318x

- Gipoulou-Zúñiga, T., Rojas-Badilla, M., LeQuesne,C., Rozas,V. 2025. Endemic threatened tree species in the Mediterranean forests of central Chile are highly sensitive to ENSO-driven water availability and drought. Forest Ecosystems 13,100324, ISSN 2197-5620, https://doi.org/10.1016/j.fecs.2025.100324.

- Gómez-González, S., Ochoa-Hueso, R., & Pausas, J. G. 2020. Afforestation falls short as a biodiversity strategy. Science, 368(6498), 1439-1439.

- Gómez-González, S., Miranda, A., Hoyos-Santillan, J., Lara, A., Moraga, P., & Pausas, J. G. 2023. Afforestation and climate mitigation: lessons from Chile. Trends in Ecology & Evolution, 39(1), 5-8.

- Gómez-González S, A Miranda, J Hoyos-Santillán, A. Lara, P. Moraga, J.G. Pausas. 2024. Afforestation and climate mitigation. Lesson from Chile. Trend in Ecology adn Evolution. https://doi.org/10.1016/j.tree.2023.09.014

- González de Andrés, E., Fajardo, A., Camarero, J., Fernández-Cortés, A., Gazol, A. 2025. Surviving a megadrought: shifts in climate sensitivity of an austral conifer in Chile due to persistent water shortage. Agricultural and Forest Meteorology 373,110791, https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2025.110791.

- González de Andrés, E., Suarez, M., Querejeta, J., & Camarero, J. 2021. Chronically low nutrient concentrations in tree rings are linked to greater tree vulnerability to drought in Nothofagus dombeyi. Forests, 12(9), 1–19. https://doi.org/10.3390/f12091180

- González, ME., y TT. Veblen. 2007. Incendios en bosques de Araucaria araucana y consideraciones ecológicas al madereo de aprovechamiento en áreas recientemente quemadas. Revista Chilena de Historia Natural 80:243-253.

- González, ME, A Lara. 2015. Large fires in the Andean Araucaria forests: when a natural ecological process becomes a threat. Orix (The International Journal of Conservation) 49(3): 394. doi:10.1017/S0030605315000575

- González, ME., S Gómez-González, A Lara, R Garreaud, I Díaz-Hormazábal. 2018. The 2010-2015 Megadrought and its influence on the fire regime in central and south-central Chile. Ecosphere DOI:10.1002/ecs2.2300

- González, M.E., Sapiains, R., Gómez-González, S., Garreaud, R., Miranda, A., Galleguillos, M., Jacques, M., Pauchard, A., Hoyos, J., Cordero, L., Vásquez, F., Lara, A., Aldunce, P., Delgado, V., Arriagada, Ugarte, A.M., Sepúlveda, A., Farías, L., García, R., Rondanelli, R.,J., Ponce, R., Vargas, F., Rojas, M., Boisier, J.P., C., Carrasco, Little, C., Osses, M., Zamorano, C., Díaz-Hormazábal, I., Ceballos, A., Guerra, E., Moncada, M., Castillo, I . 2020. Incendios forestales en Chile: causas, impactos y resiliencia. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, Universidad de Chile, Universidad de Concepción y Universidad Austral de Chile.

- González ME, M Galleguillos, J Lopatin, C Leal, C Becerra-Rodas, A Lara, J San Martín. 2022. Surviving in a hostile landscape: Nothofagus alessandrii remnant forests threatened by megafires and exotic pine invasion in the coastal range of central Chile. The International Journal of Conservation (Oryx). DOI: https://doi.org/10.1017/S0030605322000102

- González ME, AD Syphard, AP Fischer, AA Muñoz, A Miranda. 2024. Chile's Valparaíso hills on fire. Science (letter) 383 (6690): 1424. 10.1126/science.ado5411

- González-Reyes, A., Jacques-Coper, M., Bravo, C., Rojas, M., Garreaud, R. 2023. Evolution of heatwaves in Chile since 1980. Weather and Climate Extremes. Vol. 41, 100588 https://doi.org/10.1016/j.wace.2023.100588.

- González-Reyes A, D Christie, I Schneider-Valenzuela, A Venegas-González, A Muñoz, M Hadad, T Gipoulou-Zúñiga, V Tapia-Marzan-S Gibson-Carpintero, L Santini-Junior, C Le Quesne, R Villalba. 2024. Recent multispecies tree-growth decline reveals a severe aridity change in Mediterranean Chile. Environmental Research Letters 19(6):064046.

- Heilmayr, R. Echeverría, C. Fuentes, R. & Lambin, E.F. 2016. A plantation dominated forest transition in Chile. Applied Geography, 75: 71-82.

- Hernández-Moreno A, Soto D, Miranda A, Holz A & Armenteras-Pascual D. 2023. Forest landscape dynamics after large-scale fires in western Patagonia: evidencing surprising temperate forest recovery trends. Landscape Ecology. DOI: /10.1007/s10980-023-01687-x

- Hoyos-Santillán, J., Miranda, A., Lara, A., Sepulveda-Jauregui, Zamorano-Elgueta, C., Gomez-González, S., Vasquez-Lavin, F., Garreaud, R., Rojas, M. 2021. Diversifying Chile´s climate action away from industrial plantations. Environmental science and policy 2021. 124:85-89 https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.06.013

- IUFRO 2018. Global Fire Challenges in a warming world. IUFRO Ocassional Paper N°32. Viena, Austria. 58 p.

- Jacques M, R Garreaud, R Rondanellli. 2023. Meteorología extrema: uno de los factores tras los incendios de febrero 2023 en el centro-sur de Chile. Análisis (CR)2. Visitado 10 julio 2025. https://www.cr2.cl/analisis-cr2-meteorologia-extrema-uno-de-los-factores-tras-los-incendios-de-febrero-2023-en-el-centro-sur-de-chile/

- Lara A, y Veblen TT. 1993. Forest plantations in Chile: a successful model? In: Mather A (ed) Afforestation. Belhaven Press, London, pp 118–139.

- Lara A, Solari ME, Prieto M, Peña M. 2012. Reconstrucción de la cobertura de la vegetación y uso del suelo hacia 1550 y sus cambios a 2007 en la ecorregión de los bosques valdivianos lluviosos de Chile (358–438 30´ S). Bosque 33(1):13–23. doi:10. 4067/S0717-92002012000100002

- Lara, A., Urrutia-Jalabert R., Reyes R., González M., Miranda A., Altamirano A., Zamorano-Elgueta C. 2018.Bosques Nativos. En: Informe País, Estado del Medio Ambiente en Chile (pag. 171-219). Instituto de Asuntos Públicos. Centro de Análisis de Políticas Públicas. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

- Lara A, Urrutia-Jalabert R, Reyes R, Miranda A, González M, Zamorano-Elgueta C. 2023. Capítulo 3: Bosques Nativos. En: Informe País. Estado del Medio Ambiente y del patrimonio natural. Instituto de Asuntos Públicos. Centro de Análisis de Políticas Públicas. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

- Lara A, A Bustos-Salazar, ME González, C Little, C Becerra-Rodas, J Jones, N Vergara, I Molina. 2024. Restauración de Bosques Nativos para la Recuperación de la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. EN: Restauración de Ecosistemas Forestales en Chile. JR Bannister, Ovalle JF, Vargas-Gaete R, Claramunt-Torche V. (Editores). Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 811 p. ISBN [Impreso]: 978-956-11-3085-2. ISBN [Digital]: 978-956-11-3086-9

- Leal-Medina C, J Lopatin, A Contreras, ME González, M Galleguillos. 2024. Post-fire Pinus radiata invasion in a threatened biodiversity hotspot forest: A multi-scale remote sensing assessment. Forest Ecology and Management 561, 121861. doi10.1016/j.foreco.2024.121861

- Lewis, S.L., Wheeler, C.E., Mitchard, E.T.A., Koch, A. 2019. Regenerate natural forests to store carbon. Nature, 568, 25-28. DOI: 10.1038/d41586-019-01026-8

- Martínez C., León J., Bonet M., Inzunza S., Guerrero N., et al. 2024. Informe de daños. 02 y 03 febrero 2024, Viña del Mar (Región de Valparaíso). Documento CIGIDEN, Santiago, Chile.

- Ministerio de Medio Ambiente. 2020. Inventario de gases de efecto invernadero de Chile 1990-2018.

- Ministerio del Medio Ambiente. 2020. Cuarto Informe Bienal de Actualización sobre Cambio Climático de Chile. Santiago de Chile. Disponible en: https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wpcontent/uploads/2021/01/Chile_4th_BUR_2020.pdf

- Ministerio de Agricultura- Corporación Nacional Forestal-Ministerio de Medio Ambiente. 2021 (diciembre). Plan Nacional de Restauración de Paisajes 2021-2030. Santiago. Chile. https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/11/Plan-Nacional-de-Restauracion-de-Paisajes-2021-2030.

- Ministerio del Medio Ambiente. 2024. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile 1990-2022. Gobierno de Chile. Disponible en: https://snichile.mma.gob.cl/documentos

- Ministerio del Medio Ambiente. 2025. Anteproyecto actualización de la contribución determinada a nivel nacional. Disponible en: https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2025/02/Anteproyecto-NDC-2025-anexos.pdf

- Miranda, A., Altamirano, A., Cayuela, L., Pincheira, F., Lara, A. 2015. Different times, same story: Native forest loss and landscape homogenization in three physiographical areas of south-central of Chile. Appl Geogr 60: 20-28. doi:10.1016/j.apgeog.2015.02.016

- Miranda, A., Altamirano, A., Cayuela, L., Lara, A., González, ME. 2017. Native forest loss in the Chilean biodiversity hotspot: revealing the evidence. Regional Environmental Change 17 (1): 285-297.

- Miranda, A., Lara, A., Altamirano, A., Zamorano-Elgueta, C., Hernández, J., González, M., Pauchard, A., Promis, A. 2018. Monitoreo de la superficie de los bosques nativos de Chile: un desafío pendiente. Bosque 39(2): 265- 275.

- Miranda A, Hoyos-Santillan J, Lara A, Mentler R, Huertas-Herrera A, Toro-Manríquez M & Sepulveda-Jauregui A. 2023. Equivalent impacts of logging and beaver activities on aboveground carbon stock loss in the southernmost forest on Earth. Scientific Report. DOI: 10.1038/s41598-023-45657-4

- Miranda A, Syphard AD, Berdugo M, Carrasco J, Gómez-González S, Ovalle J, Delpiano C, Vargas S, Squeo F, Miranda M, Dobbs C, Mentler R, Lara A & Garreaud R. 2023. Widespread synchronous decline of Mediterranean-type forest driven by accelerated aridity. Nature Plants. DOI: 10.1038/s41477-023-01541-7

- Miranda A. y Arroyo-Vargas P. 2025. Desprotección de quebradas tras cambios al Decreto 82: Consecuencias para el bosque nativo y biodiversidad. El Desconcierto 30.05.2025 https://eldesconcierto.cl/2025/05/30/desproteccion-de-quebradas-tras-cambios-al-decreto-82 consecuencias-para-el-bosque-nativo-y-biodiversidad

- McWethy D. A Pauchard, R García, A Holz, ME González, TT Veblen, J Stahl, B Currey. 2018. Landscape drivers of recent fire activity (2001-2017) in south-central Chile. PLoS ONE e0201195.

- Myers, N., Mittermeler, R.A., Mittermeler, C.G., da Fonseca, G.A.B., Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403:853–858.

- Otero L. 2006. La huella del fuego. Historia de los bosques nativos. Poblamiento y cambios en el paisaje del sur de Chile. Pehuen, Santiago.

- Pica-Téllez, A.; Garreaud, R.; Meza, F.; Bustos, S.; Falvey, M.; Ibarra, M.; Duarte, K.; Ormazábal, R.; Dittborn, R. & Silva, I. 2020. Informe Proyecto ARClim: Atlas de Riesgos Climáticos para Chile. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, Centro de Cambio Global UC y Meteodata para el Ministerio del Medio Ambiente a través de La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Santiago, Chile.

- Pérez-Quezada, J. F., Barichivich, J., Urrutia-Jalabert, R., Carrasco, E., Aguilera, D., Bacour, C., and Lara, A. 2023. Warming and Drought Weaken the Carbon Sink Capacity of an Endangered Paleoendemic Temperate Rainforest in South America, J. Geophys. Res.-Biogeo., 128, e2022JG007258, https://doi.org/10.1029/2022JG007258.

- Pérez-Quezada, J. F., Trejo, D., Lopatin, J., Aguilera, D., Osborne, B., Galleguillos, M., Zattera, L., Celis-Diez, J. L., and Armesto, J. J. 2024. Comparison of carbon and water fluxes and the drivers of ecosystem water use efficiency in a temperate rainforest and a peatland in southern South America, Biogeosciences, 21, 1371–1389, https://doi.org/10.5194/bg-21-1371-2024.

- Potapov, P. et al. 2017. The last frontiers of wilderness: Tracking loss of intact forest landscapes from 2000 to 2013. Science Advances 3, e1600821.

- Reyes, R., Nelson, H., Navarro, F., Retes, C. 2015. The firewood dilemma: human health in a broader context of well-being in Chile. Energy for Sustainable Development. 28. 75-87. doi.org/10.1016/j.esd.2015.07.005

- Rosenqvist, A., Mora, B. 2017. Current remote sensing approaches to monitoring forest degradation in support of countries measurement, reporting and verification (MRV) systems for REDD+. Carbon Balance Management 12, 9

- Santini, L., Craven, D., Rodriguez, D.R.O. et al. 2024. Extreme drought triggers parallel shifts in wood anatomical and physiological traits in upper treeline of the Mediterranean Andes. Ecol Process 13, 10. https://doi.org/10.1186/s13717-024-00486-9

- Soliani, C., Ceccarelli, V., Lantschner, M.V. et al. 2024. Predicting the distribution of plant species from southern South America: are the hotspots of genetic diversity threatened by climate change?. Biodivers Conserv 33, 725–757. https://doi.org/10.1007/s10531-023-02770-0

- Urrutia-Jalabert, R., Y. Malhi, J. Barichivich, A. Lara, A. Delgado-Huertas, C. Rodriguez, y E. Cuq. 2015. Increased water use efficiency but contrasting tree growth patterns in Fitzroya cupressoides forests of southern Chile during recent decades. Journal of Geophysical Research Biogeosciences 120:2505–2524. Doi: 10.1002/2015JG003098

- Urrutia-Jalabert R, González ME, González-Reyes A, Lara A, Garreaud R. 2018. Climate variability and forest fires in central and south-central Chile. Ecosphere 9, e02171. doi:10.1002/ECS2.2171

- Urrutia-Jalabert, R., Barichivich J., Szejner P., Rozas, V., Lara, A. 2023. Ecophysiological responses of Nothofagus obliqua forests to recent climate drying across the Mediterranean-Temperate biome transition in south-central Chile. en Journal of eophysical Research Biogeosciences. 128, e2022JG007293. https://doi.org/10.1029/2022JG007293.https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2022JG007293

- Valencia, D., Saavedra, j., Brull, J. & Santelices, R. 2018. Severidad del daño causado por los incendios forestales en los bosques remanentes de Nothofagus alessandrii Espinosa en la Región del Maule de Chile. Gayana Botánica, 75, 531-534.

- Varas-Myrik A, Sepúlveda-Espinoza F, Fajardo A, Alarcón D, Toro-Núñez Ó, Castro-Nallar E, Hasbún R. 2022. Predicting climate change-related genetic offset for the endangered southern South American conifer Araucaria araucana. For Ecol Manage. 504: 119856. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119856.

- Vásquez-Grandón, A., Donoso, P.L., Gerding, V. 2018. Forest degradation: when is a forest degraded? Forests, 9, 726. https://doi.org/10.3390/f9110726

- Venegas-González, A., F. R. Junent, A. G. Gutierrez, M. T. Filho. 2018. Recent radial growth decline in response to increased drought conditions in the northernmost Nothofagus populations from South America. Forest Ecology and Management 409:94–104. Doi: 10.1016/j.foreco.2017.11.006.

- Venegas-González, A., F. A. Roig, K. Pena-Rojas, M. A. Hadad, I. Aguilera-Betti, A. A. Muñoz. 2019. Recent consequences of climate change have affected tree growth in distinct Nothofagus macrocarpa DC.) FM Vaz & Rodr age classes in Central Chile. Forests 10 8, 653. https://doi.org/10.3390/f10080653.

- Venegas-González, A., A. A. Muñoz, S. Carpintero-Gibson, A. González-Reyes, I. Schneider, T. Gipolou-Zuñiga, I. Aguilera-Betti, and F. A. Roig. 2023. Sclerophyllous Forest Tree Growth Under the Influence of a Historic Megadrought in the Mediterranean Ecoregion of Chile. Ecosystems. https://doi.org/10.1007/s10021-022-00760-x.

- Villalba, R., A. Lara, M. Masiokas, R. Urrutia, B. Luckman, G. Marshall, I. Mundo, D. Christie, E. Cook, R. Neukom, K. Allen, P. Fenwick, J. Boninsegna, A. Srur, M. Morales, D. Araneo, J. Palmer, E. Cuq, J. Aravena, A. Holz, and C. Le Quesne. 2012. Unusual Southern Hemisphere tree growth patterns induced by changes in the Southern Annular Mode. Nature Geoscience 5:793–798. https://doi.org/10.1038/ngeo1613.

- Zamorano-Elgueta, C., Cayuela, L., González-Espinosa, M., Lara, A., Parra-Vázquez, M. R. 2012. Impacts of cattle on the South American temperate forests: challenges for the conservation of the endangered monkey puzzle tree (Araucaria araucana) in Chile. Biological Conservation 152, 110-118

- Zamorano-Elgueta, C., Cayuela, L., Rey Benayas, J. M., Donoso, P. J., Geneletti, D., Hobbs, R. J. 2014. The differential influences of human-induced disturbances on tree regeneration community: a landscape approach. Ecosphere 5, 1-17

- Zamorano-Elgueta, C., Rey Benayas, J. M., Cayuela, L., Armenteras, D., Hantson, S. 2015. Native forest replacement by exotic plantations in southern Chile (1985-2011) and compensation of forest loss by natural regeneration. Forest Ecology and Management 345, 10-20

- Zamorano-Elgueta, C., Becerra-Rodas, C. 2025. Successional dynamics are influenced by cattle and selective logging in Nothofagus deciduous forests of Western Patagonia. Forest 16(4), 580. https://doi.org/10.3390/f16040580

- Zamorano-Elgueta, C., Orsi, F., Geneletti, D. et al. 2025. Integrating Ecological Suitability and Socioeconomic Feasibility at Landscape Scale to Restore Biodiversity and Ecosystem Services in Southern Chile. Environmental Management 75, 588–605. doi.org/10.1007/s00267-024-02103-z

- Zhao, Y., Feng, D., Yu, L., Wang, X., Chen, Y., Bai, Y. et al. 2016. Detailed dynamic land cover mapping of Chile: accuracy improvement by integrating multi-temporal data. Remote Sensing of Environment. https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.05.016

InformePaís2025

ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE

Y DEL PATRIMONIO NATURAL



biodiversidad

SEGUNDA PARTE CAPÍTULO IV

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

SEGUNDA PARTE
CAPÍTULO IV.
BIODIVERSIDAD



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

Autores:
Fabián M. Jaksic (1)
Sergio A. Castro (2)

Edición:
Héctor Anabalón Zurita (3)
Ángela María Larenas Libreros (4)

(1) Center of Applied Ecology and Sustainability (CAPES), Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
(2) Departamento de Biología, Facultad de Química y Biología, Universidad de Santiago de Chile.
(3) Secretario ejecutivo e investigador, Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.
(4) Estudiante de Administración Pública, Semillerista Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.

4. BIODIVERSIDAD



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

La biodiversidad es la variabilidad observable en los seres vivos , la que puede ser caracterizada desde el nivel genético y fenotípico hasta ecosistémico. Este concepto considera la variación en los atributos genéticos, fenotípicos, filogenéticos y funcionales, así como los cambios en la abundancia y distribución en el tiempo y el espacio dentro y entre especies, comunidades biológicas y ecosistemas. Todas estas expresiones de diversidad tienen relación con variados aspectos del funcionamiento de los ecosistemas naturales que sostienen la vida en la Tierra.

Como humanidad, dependemos de la biodiversidad. Esta nos provee de una serie de servicios ecosistémicos (SE), tales como alimentos, fibras, madera, control de enfermedades, captura de CO2, agua dulce, regulación del clima, entre otros, los cuales sostienen nuestro bienestar y desarrollo (Ver Figura 4.1 y Sección 4.1.3). Más aun, existe una interdependencia entre SE y el desarrollo humano. Así, al mismo tiempo que crecen las demandas por los servicios prestados por los ecosistemas, la actividad humana disminuye la capacidad de los ecosistemas para proveer tales demandas.

El ser humano, a través de diversas acciones, viene impactando severamente la biodiversidad del planeta, afectándola en sus diferentes niveles. Entre las principales causas de la pérdida de biodiversidad por la acción humana están la eliminación y degradación de los hábitats, la sobreexplotación de especies de valor comercial, la introducción de especies exóticas, la contaminación ambiental y el cambio climático. La pérdida de la diversidad, en cualquiera de sus formas, causa múltiples efectos en los ecosistemas, la mayoría de ellos perjudiciales para los seres humanos a corto plazo, y todos ellos muy perjudiciales a largo plazo (Ver Sección 4.2).

La magnitud de la actividad humana sobre el planeta ha excedido los límites que se estiman ambientalmente sostenibles en varios de los componentes claves para el funcionamiento de los sistemas terrestres, incluyendo la pérdida de biodiversidad, lo que pone en riesgo el flujo y resiliencia de los SE. Estos impactos se han acrecentado exponencialmente desde mediados del siglo pasado y existe evidencia que señala la posibilidad que, de no tomar acciones decididas y concertadas durante esta década, nuestro planeta pueda cruzar un umbral planetario (“tipping point”) donde los SE se vean seriamente afectados. La transgresión del límite planetario en biodiversidad puede contribuir a la pérdida o degradación de ecosistemas o biomas completos, y a la disrupción de procesos ecológicos de gran escala asociados a ciclos biogeoquímicos con consecuencias que podrían amplificarse, comprometiendo la habilidad de la biósfera de sostener sociedades humanas.

El informe de evaluación mundial sobre la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos (IPBES, 2019) entrega una imagen alarmante sobre el estado actual de la biodiversidad mundial. En este documento se evidencia el aumento de las extinciones de especies, la disminución de la vida silvestre, la pérdida de hábitats y el agotamiento de los servicios de los ecosistemas a nivel global (Ver Sección 4.2).

Bajo este crudo contexto, reducir la declinación en la biodiversidad se hace urgente. Para lograrlo, se requiere tomar acciones a nivel global y local, en términos de incrementar las áreas bajo protección, impulsar la restauración y el planeamiento para la conservación a niveles de paisaje, entre otras, promoviendo el uso de las llamadas Soluciones Basadas en la Naturaleza, Soluciones Basadas en la Biodiversidad o Soluciones Naturales al Clima,. Parte de estas medidas ya están en curso a través de mecanismos como el Marco de Biodiversidad Post-2020 de la Convención de Diversidad Biológica, del que Chile es parte (Ver Sección 4.1.2).

El presente capítulo presenta una actualización del estado de la biodiversidad en Chile en el ámbito de su composición, de su estado de conservación y de sus principales amenazas. También se recapitulan los avances del país en materia de legislación para la preservación de nuestro patrimonio natural y se finaliza con una sección de conclusiones y propuestas de lineamientos de políticas públicas en torno a esta temática.

3. CARBÓN Y GAS NATURAL



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

4.1 ESTADO DE LA BIODIVERSIDAD

4.1.1 EL PATRIMONIO BIOLÓGICO: EVOLUCIÓN Y CARACTERÍSTICAS

Chile, se define como un país tricontinental, ya que está conformado por territorios ubicados en tres zonas geográficas distintas. Por una parte, Chile continental se sitúa en la franja occidental de América del Sur y se extiende como una delgada y alargada faja de tierra de aproximadamente 4.300 km de longitud norte a sur, entre los 17°29'57 a los 56°32'12 de latitud sur; esta zona está centrada en la longitud 70° oeste. Su ancho promedio de 180 km, siendo el máximo de 445 km en los 52°21' S y el mínimo de 90 km en los 31°37' S. Esta porción de territorio puede considerarse como una isla virtual limitada por barreras naturales: al norte por uno de los desiertos más áridos del mundo; al este con una cordillera que se eleva hasta sobre los 6.000 m de altura; al sur con la Antártica y al oeste con un océano Pacífico, que a pocos kilómetros de la línea de costa presenta profundidades que superan los 5.000 m. Una segunda zona geográfica es Chile insular, que corresponde a un conjunto de islas oceánicas de origen volcánico ubicadas en el océano Pacífico Sur: el archipiélago de Juan Fernández y las islas Desventuradas, pertenecientes a Sudamérica; la isla Salas y Gómez; y la isla de Pascua, ubicadas en la Oceanía. La tercera zona es el Territorio Chileno Antártico, cuya extensión es de 1.250.257,6 km² entre los meridianos 53° y 90°O sobre la cual Chile reclama soberanía, prolongando su límite meridional hasta el Polo Sur.

El clima de Chile continental posee una marcada influencia oceánica, por lo que en la franja costera el clima es considerablemente más fresco que en el interior. La altitud provocada por la cordillera de Los Andes también es uno de los factores importantes que regula el clima del país. A estos factores se suman la presencia del Anticiclón del Pacífico Sur Oriental (APSO) y la corriente marina de aguas frías de Humboldt. El APSO es el factor responsable de la condición desértica del norte y de la aridez de la zona central, ya que bloquea la entrada de frentes provenientes del suroeste que se generan en el Anillo Circumpolar, creando un marcado límite biogeográfico a la altura de los 30° de latitud sur, la llamada "Diagonal Árida de Sudamérica", que desconecta geográficamente los bosques del sur de Sudamérica de los restantes del continente. Al norte de esta diagonal las precipitaciones son menores a los 200 mm anuales y se tornan nulas a medida que decrece en latitud hacia el norte, dando origen a semi-desiertos y desiertos hiper-áridos, que se distribuyen hasta cerca de la línea del Ecuador. Al sur de los 30° las precipitaciones se incrementan paulatinamente con el correspondiente impacto en la vegetación, dando origen a bosques subtropicales y templado-lluviosos, que se extienden hasta el extremo sur del territorio chileno.

Por otro lado, el brusco enfriamiento que reciben las masas de aire provenientes desde el oeste al pasar por sobre las frías aguas de la corriente de Humboldt provoca la condensación del vapor de agua, generando neblinas densas, o "camanchacas", que logran penetrar hasta unos 25 km hacia el interior del continente, empujadas por la brisa marina. Otro elemento climático con gran impacto en los ecosistemas de Chile se relaciona con el fenómeno "El Niño" y su fase alterna "La Niña". El Niño Oscilación del Sur (ENOS) genera en Chile central, y especialmente al norte de los 30° de latitud sur, la alternancia de años secos con 1-2 años con precipitaciones superiores a las normales, produciendo, entre otros efectos, un incremento extraordinario de la vegetación y la producción de semillas y por lo tanto, en el número de pequeños mamíferos herbívoros (roedores, lagomorfos y marsupiales) y de sus depredadores, como mamíferos y aves carnívoras.

A través de su historia, Chile continental ha experimentado numerosos cambios en su clima, en su vegetación y en consecuencia en su biodiversidad. Las condiciones climáticas y las formas del territorio actual se originaron principalmente durante el Pleistoceno, hace unos dos millones de años, en la llamada Edad del Hielo. Este periodo, concluido en nuestro país hace unos 14 mil años, terminó por configurar el territorio como actualmente lo conocemos, dejándonos como herencia los grandes volcanes de la cordillera de los Andes, los salares del norte y los lagos del sur de Chile. A finales del Pleistoceno y comienzos de Holoceno (entre 15.000 y 10.000 años atrás), cuando ya las poblaciones humanas ocupaban el territorio nacional, ocurrió un fenómeno de extinción de características extraordinarias. Éstas no se consideran de carácter masivo pues afectaron a la megafauna terrestre. En este evento desaparecieron todos los megamamíferos (de más de una tonelada) y la mayoría de los mamíferos grandes (de más de 44 kilos) del continente, entre ellos los megaterios (Megatherium), mastodontes (Stegomastodon) y tigres dientes de sable (Smilodon). Esta extinción ha sido atribuida al cambio del clima, a epidemias o a la acción de los humanos. Los últimos representantes de la megafauna desaparecieron hace unos 6.000 años, estimándose que el proceso de extinción se habría extendido por varios miles de años. En el Holoceno temprano, comenzó el retiro de los hielos en el sur y en el este, dejando la depresión intermedia nuevamente disponible como hábitat, primero para la vida vegetal y animal y más tarde, para el ser humano. El mar subió hasta su nivel actual y el paisaje costero quedó configurado tal como es hoy.

Todas estas características geológicas, climáticas y topográficas, hacen de Chile continental una región singular en cuanto a la diversidad de ecosistemas terrestres, marinos, costeros, glaciares, ríos, lagos, humedales y ecosistemas insulares, los que en su conjunto albergan alrededor de 36 mil especies de plantas, animales, algas, hongos y microorganismos. A esto se suma, niveles relativamente altos de endemismo (30 a 40%), producto de la evolución aislada del resto del continente durante miles de años, debido a las barreras físicas y climáticas características del territorio chileno. Aun así, la riqueza de especies y el grado de endemismo se encuentran heterogéneamente distribuidos a lo largo del territorio continental. En la zona centro y sur del país la mayor parte de los grupos de plantas y animales presentan un máximo en su diversidad específica, incluyendo plantas vasculares,, micromamíferos y mariposas, entre otros grupos. Al mismo tiempo, esta zona (entre los 23° y 47° de latitud sur), siendo la más poblada del territorio continental, concentra una cantidad inusual de especies endémicas, lo que la ha llevado a ser catalogada como uno de los 36 puntos calientes (“hotspots”) mundiales de biodiversidad.

La ocupación humana ha ido, sin embargo, modificando y alterando la biodiversidad del territorio. La convivencia entre los primeros seres humanos que habitaron la porción continental del país y su relación con el medio ambiente experimentó un profundo cambio con la llegada de los españoles en el siglo XVI, quienes introdujeron nuevas prácticas en el uso de la tierra, nuevas tecnologías, nuevas especies y generaron mayores demandas sobre los recursos naturales. Esto generó importantes alteraciones del medio ambiente las que se han ido incrementado a través de los años hasta el presente. La falta de protección efectiva para la biodiversidad, ha llevado a un estado actual de gran amenaza y vulnerabilidad. Para la conservación de este valioso patrimonio biológico, es necesario establecer la gestión sustentable de la biodiversidad, entendiendo que ésta es parte del valor patrimonial actual y del legado natural, como asimismo una de las fuentes de riqueza y desarrollo de nuestra economía y del bienestar actual y futuro de nuestra sociedad.

4.1.1.1 DIVERSIDAD GENÉTICA

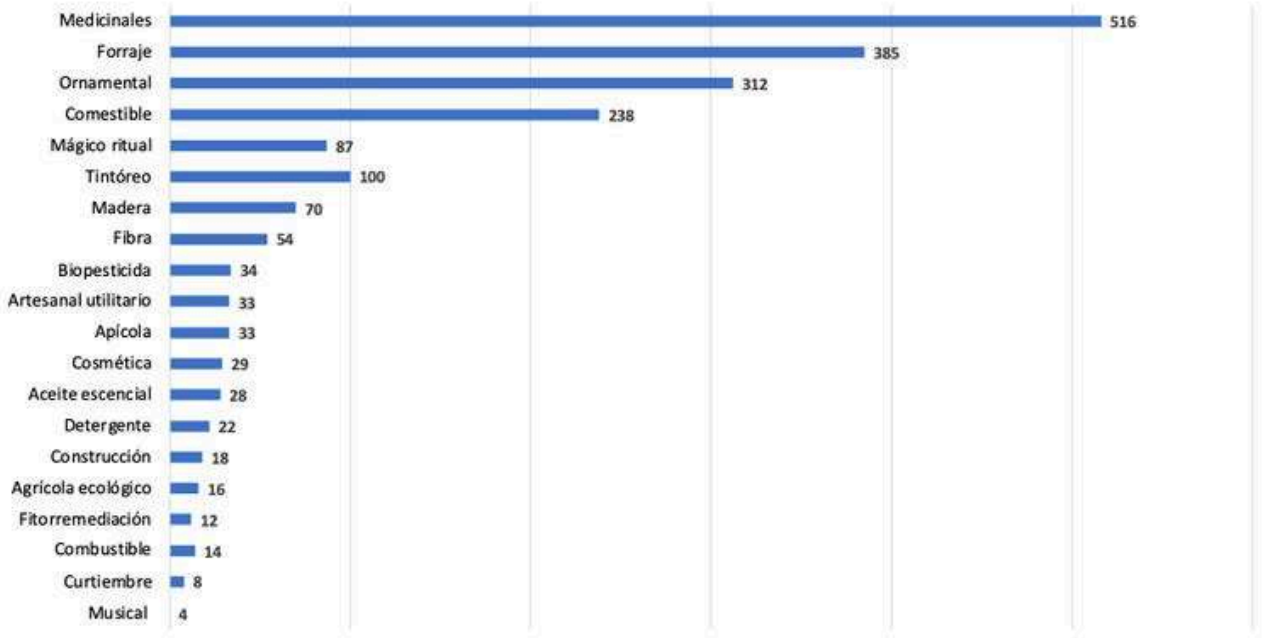
La diversidad genética corresponde al componente más básico de la biodiversidad y se puede definir como las variaciones de los genes y genotipos que ocurren en cada organismo, entre los individuos de una población y entre poblaciones de una misma especie. La variabilidad genética hace posible la adaptación de los organismos frente a enfermedades, parásitos y los diversos cambios del medio ambiente. El conocimiento de este componente de la diversidad es una herramienta efectiva para la conservación de especies y la utilización de la biodiversidad potencialmente productiva. Su importancia en conservación se puede apreciar en la fallida reintroducción del toromiro (Sophora toromiro) en Isla de Pascua, de donde este árbol es endémico; su sobreexplotación ha llevado al toromiro a la desaparición de ejemplares en condiciones silvestres y su reintroducción no ha sido posible debido a la baja variabilidad genética de plantas actuales. Por otra parte, los recursos genéticos constituyen un componente esencial para responder a la competitividad del sector agropecuario, a las exigencias de mejoramiento de la productividad y sobre todo para la adaptación a desafíos globales como son el cambio climático, plagas, enfermedades, entre otros factores limitantes. Así, es necesario contar con un reservorio amplio de recursos genéticos dado por biotipos, razas, genes y/o alelos que permitan la adaptación a estas condiciones. Por su parte, la importancia de conocer y preservar la diversidad genética de especies silvestres radica tanto en el resguardo de su valor evolutivo como de la sustentabilidad de los ecosistemas de los cuales forman parte.

La gran variedad de ecosistemas y ambientes en Chile, así como el alto grado de endemismo antes mencionado, se traducen en una alta diversidad genética. Aun cuando esta diversidad tiene importancia ecológica, social, cultural y económica, la información con la que se cuenta a nivel país, con excepción de unas pocas especies de interés comercial o de interés biogeográfico y de conservación, es escasa, aunque creciente, lo que no permite tener una evaluación del estado actual de la diversidad genética y menos aún de su vulnerabilidad frente a las amenazas. En su tercera edición, el libro “Biodiversidad de Chile, patrimonio y desafíos”, editado por el Ministerio del Medio Ambiente11, se muestra un catastro sobre los principales trabajos relacionados al estudio de la diversidad genética nacional. De la información recopilada se rescataron alrededor de 20 trabajos que apuntan a la comprensión de la diversidad genética a través del estudio de diferentes indicadores, tales como diferenciación genética, niveles de endogamia y diversidad de genotipos. Estos trabajos se enfocaban principalmente en plantas silvestres, plantas cultivadas, animales nativos y animales de granja. Otros trabajos, no citados en el mencionado capítulo, eran los estudios realizados sobre algas pardas y rojas. En este último grupo, la diversidad es especialmente importante en el territorio antártico, donde 33% de las especies son endémicas. En el caso de los peces, destacaban los estudios en jurel (Trachurus murphyi), anchoveta (Engraulis ringens) y sardina chilena (Sardinops sagax). Un proyecto relevante de caracterización genética de los principales recursos pesqueros obtuvo un listado de 232 referencias bibliográficas con algún tipo de información genética, de las cuales 42% correspondían a peces marinos, 12% a dulceacuícolas, 33% a moluscos, 9% a algas, 3% a crustáceos y el 1% restante a tunicados y equinodermos. Del total de referencias, 61% correspondían a especies nativas y 39% a especies exóticas.

Más allá de la falta de investigación relacionada a la diversidad genética en forma puntual, otras áreas del conocimiento, como la biología de la conservación, la investigación agrícola e incluso el conocimiento tradicional, han permitido establecer que el nivel de endemismo que poseen las especies de plantas de nuestro país constituye un patrimonio único en el mundo. Chile cuenta con variedades de semillas de uso agrícola que han sido cultivadas en forma tradicional por miles de años y que tienen un importante valor genético y cultural. Ejemplo de estas son la papa (*Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*), para la cual se han descrito más de 240 variedades en Chile, y la frutilla (*Fragaria chiloensis*), originada en las islas del Archipiélago de Chiloé. Además, Chile continental es el centro de diversificación de cultivos como la quínoa, maíz y porotos, la cual se expresa en la alta variabilidad morfológica observada en variedades y genotipos de estos cultivos. Las especies de plantas endémicas nativas tienen también un alto valor y potencial para usos diversos. El Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) ha logrado identificar 1.179 especies de plantas vasculares que poseen valor ornamental, alimenticio, cosmético, de forraje, para desarrollo de fármacos, entre otros, siendo el uso medicinal el que congrega un mayor número de especies (**Ver Figura 4.1**). Esta flora "útil" de Chile corresponde aproximadamente al 25% de la flora total identificada para el país y un 35% de ellas son endémicas. Un ejemplo de uso de nuestros recursos genéticos vegetales son las investigaciones desarrolladas en el clavel antártico (*Colobanthus quitensis*), las que han mostrado la capacidad de esta especie para sintetizar metabolitos que pueden ser utilizados como filtro solar.

El trabajo desarrollado en el país en cuanto a Recursos Genéticos Animales (RGA) o Recursos Zoogenéticos (RZ), es de menor dimensión que el realizado en recursos genéticos vegetales. Estos recursos, según la FAO son todas las especies, razas, líneas, en general genotipos animales de potencial económico, uso científico o de interés cultural, que se usan, o pueden ser usados en el futuro, en la producción de alimentos o en la agricultura. Los trabajos desarrollados en esta línea tienen por objetivo conocer, mejorar y permitir la adaptabilidad del ganado, posibilitando su mejor respuesta hacia su entorno, clima y enfermedades. Esto tiene como consecuencia beneficios directos para la alimentación, comercialización y capacidad exportadora del país. Aunque al 2006, según el Ministerio de Agricultura (MINAGRI), un total de 99 especies eran usadas como recurso zoogenético en Chile, entre ellas 42 especies nativas (alpaca, cisne de cuello negro y otros), 39 introducidas (bovino frisón, asno, pato Pekín y otros) y 18 exóticas asilvestradas (liebre, abeja y otros), son mucho menos las especies sobre las cuales se han desarrollado esfuerzos concretos para su preservación o mejora. Un esfuerzo importante se llevó a cabo en camélidos andinos, en el marco del Programa de Innovación Territorial en la región de Arica y Parinacota para la agricultura familiar campesina ganadera Aymara, en el que se trabajó en varias líneas en busca de mejorar la competitividad en el manejo de estos recursos. En ovinos chilotes, por otro lado, también se han desarrollado proyectos para el mejoramiento genético y la aptitud cárnica y la formación de capacidades para aumentar la producción de carne. Además, se han hecho trabajos en ovinos araucanos y gallina araucana -la de los huevos azules- y el mencionado programa de mejoramiento genético de bovinos y ovinos en el marco de la Política Nacional de Mejoramiento Genético del Ganado Bovino y Ovino del 2008. Uno de los logros importantes en esta línea ha sido el rescate, desarrollo y valorización de Recursos Genéticos en ovinos chilenos, en particular de la raza ovina chilota y la raza ovina Künko.

Figura 4.1 Principales usos de la flora nativa de Chile y número de taxa que poseen cada uso.



Fuente: Ortega (2016).

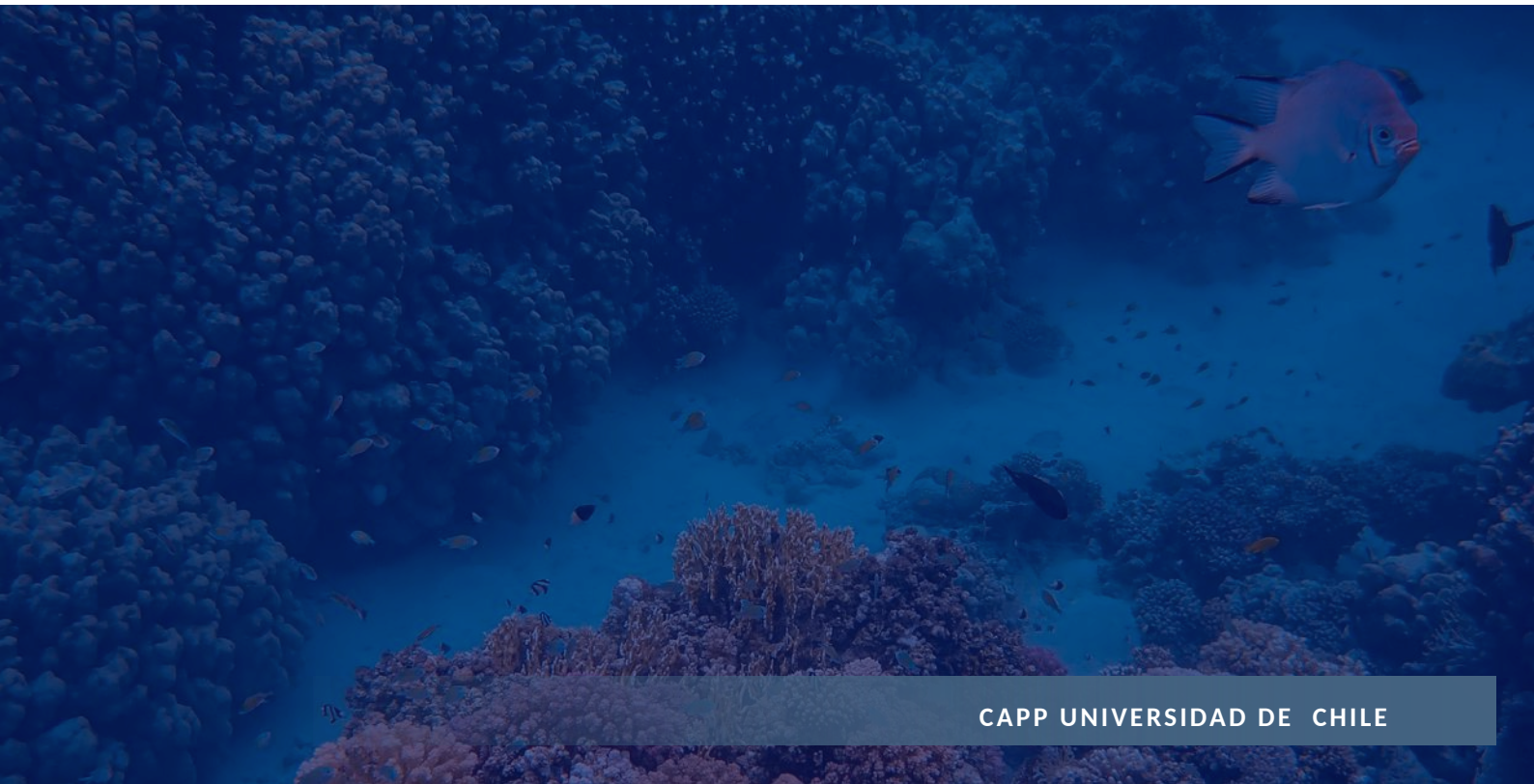
Los escasos conocimientos actuales dejan de manifiesto que los estudios de diversidad genética son esenciales para avanzar en la conservación efectiva de especies; no solo en especies raras, de distribución restringida y de estado de conservación comprometido, sino también de otras especies nativas o endémicas que estén siendo explotadas con fines comerciales, tanto vegetales (cereales, pseudocereales, leguminosas de grano, forrajeras, frutales y hortalizas) como animales (aquellos utilizados en ganadería, turismo, gastronomía y artesanías). Estas últimas pueden sufrir erosión genética al eliminar de los criaderos aquellas poblaciones con características comerciales poco atractivas. Otra causa de pérdida de diversidad genética puede darse por cruzamientos indiscriminados. Ambas situaciones conducen a las poblaciones a bajos niveles de diversidad, constituyendo un problema para su mantención comercial (baja diversidad para resistir plagas y enfermedades, por ejemplo), y para su sustentabilidad a largo plazo. Si no conocemos la diversidad genética, cómo está estructurada y distribuida dentro y entre las poblaciones, difícilmente podemos diseñar e implementar medidas efectivas de conservación que permitan recuperar las poblaciones en peligro y mantenerlas en el largo plazo.

4.1.1.2 DIVERSIDAD DE ESPECIES

La biodiversidad específica se refiere a la cantidad de especies diferentes que habita en una región determinada. El primer gran esfuerzo de catastrar el conocimiento nacional sobre nuestra diversidad específica fue realizado a mediados del siglo XIX por el insigne naturalista francés Claudio Gay quién reunió en su obra aproximadamente el 50% de las plantas vasculares y el 40% de los vertebrados terrestres que actualmente se reconocen para Chile continental,. Este esfuerzo resultó incompleto pues un sinnúmero de especies quedaron por ser descritas. Más recientemente, Simonetti et al. (1995) proporcionaron

guarismos más actualizados en relación a la diversidad específica del país. En este trabajo se determinó la existencia de unas 30.000 especies de plantas, animales, hongos y microorganismos de vida silvestre, de las cuales 6.331 eran exclusivas de Chile (endémicas). Ese estudio también dejó en evidencia el déficit de especialistas en algunos grupos taxonómicos claves, además de hacer patente disímiles grados de desarrollo que cada grupo poseía y la heterogeneidad de tratamientos en su estudio (*i.e.*, estudios que describen especies basados en rasgos morfológicos, moleculares o ambos). Más tarde, a partir del año 2000, se ha publicado un gran número de monografías sobre diferentes grupos taxonómicos, tanto vertebrados como invertebrados, así como de diferentes grupos de plantas nativa. Sin embargo, este esfuerzo no ha sido homogéneo, lo que ha producido un desarrollo dispar dependiendo del grupo.

Según la información más actualizada, Chile tiene 36.167 especies nativas, consideradas válidas. Esta estimación es conservadora, pues numerosos taxa no han sido aún inventariados y se estima que aún faltaría un 90% de especies "chilenas" por descubrir, las que probablemente, en más de un 50%, corresponderían a artrópodos. En términos de composición, 60,1% de esta biodiversidad específica corresponde a invertebrados, principalmente artrópodos hexápodos (insectos). El segundo grupo más numeroso corresponde al de los hongos y líquenes (13,0%), seguido por las plantas vasculares (12,9%). Los vertebrados constituyen menos de un 6,1% de la biota chilena mientras que las plantas no vasculares superan apenas el 4,1%. Las micro y macroalgas, por su parte, aportan en su conjunto menos de un 4% de la riqueza específica del territorio (Ver Cuadro 4.1). Esta diversidad de especies nativas es relativamente baja al compararla con otros países de Latinoamérica. Por ejemplo, en el caso de las aves, en Chile habitan algo más de 450 especies; mientras que en Argentina existen más de 800 especies, en Bolivia y Perú sobre 1.200 especies y en Colombia 1.721 especies. Un caso aún más dramático ocurre con la diversidad de plantas angiospermas, en donde Chile posee sólo 5.300 especies, y países como Brasil sobrepasan las 55.000 especies. No obstante, al ponderar esta riqueza por unidad de área (km2) en diversos casos el indicador de diversidad favorece a Chile por cuanto supera a Argentina en el número de aves (0,00059 versus 0,00028 especies por km2, respectivamente) y a Brasil en la riqueza de angiospermas por unidad de área (0,007 versus 0,0064 especies por km2, respectivamente).



Cuadro 4.1 Número de especies nativas descritas para Chile, según grupo biológico.

Grupo biológico	20191		2022	
	Riqueza de especies	% por grupo	Riqueza de especies	% por grupo
Microalgas	**863**	**2,5**	**863**	**2,4**
Diatomeas	568		568	
Dinoflagelados y Silicoflagelados	295		295	
Macroalgas	**534**	**1,5**	**534**	**1,5**
Feofíceas (algas pardas)	89		89	
Cloroficeas (algas verdes)	80		80	
Rodoficeas (algas rojas)	265		265	
Plantas no vasculares (hepáticas, musgos, antóceros)	**1.421**	**4**	**1.497**	**4,1**
Briofitas (musgos)	907		922	
Marchantofitas (hepáticas)	500		560	
Antocerofitas (antóceros)	14		15	
Plantas vasculares	**4.655**	**13,3**	**4.655**	**12,9**
Pteridofitas (helechos y licopodios)	160		160	
Gimnospermas (pinófitas y gnetófitas)	15		15	
Liliopsida (Monocotiledóneas)	1.018		1.018	
Magnoliopsida (Dicotiledóneas)	3.462		3.462	
Hongos y Líquenes	**4.683**	**13,3**	**4.685**	**13**

Hongos	3.300		3.300	
Líquenes	1.383		1.385	
Invertebrados	**20.746**	**59,1**	**21.719**	**60,1**
Anélidos	848		848	
Artrópodos Miriápodos	167		167	
Artrópodos Hexápodos	12.443		12.443	
Artrópodos Quelicerados	1.405		1.405	
Artrópodos Crustáceos	2.551		2.551	
Moluscos	1.194		1.194	
Otros invertebrados	2.138		3.111	
Vertebrados	**2.214**	**6,3**	**2.210**	**6,1**
Peces marinos	1.331		1.331	
Peces de aguas continentales	42		42	
Anfibios	58		58	
Reptiles	135		135	
Aves	480		480	
Mamíferos (terrestres y marinos)	162		162	
Total	**35.116**	**100**	**36.167**	**100**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en Ministerio del Medio Ambiente (2018a), modificado para: musgos, según Muller (2009a, 2009b), Hässel de Menéndez & Rubies (2009), Cuvertino (2012), Gallego et al. (2012), Garilleti (2012), Garilleti et al. (2015), Larraín (2016, 2021), Ireland (2017), Larraín & Atala (2017), Larraín & Bahamonde (2017), Larraín et al. (2020a, 2020b, 2020c), Larraín & Drapela (2022); plantas vasculares, según Rodríguez et al. (2018); anfibios según Correa (2022); reptiles según Ruiz de Gamboa (2020). Para los grupos de invertebrados: Isoptera, Psocóptera, Thysanoptera, Mecoptera, Thricoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Scorpiones, Copepoda, Ostracoda, Mollusca, Echinodermata, Nematoda, Brachiopoda, Bryozoa y Tardigrada; se consideraron los datos publicados en CONAMA (2006) al no estar estos incluidos en MMA (2018b).

Es importante considerar que la taxonomía (disciplina que nombra y clasifica las especies) es una ciencia dinámica, que precisa de constante actualización. No es extraño entonces observar la reducción o el aumento en el número de especies para determinados taxa, lo que no está asociado necesariamente a la extinción de especies o descripción de otras nuevas, sino a la revisión y reinterpretación de los datos que han llevado a cambios en el estatus de algunos taxa, reevaluación de la nomenclatura, sinonimia, etc. Este es el caso, por ejemplo, del último catálogo de plantas vasculares, en el cual se señala que existen algunas especies cuya presencia en el país es dudosa, géneros que no habían sido estudiados en su totalidad y que aún se desconoce su estado actual, y nombres que no habían podido ser corroborados por no poseer material de herbario disponible. Otro ejemplo es la gran disminución en el número de especies de algas respecto a datos previos al 2018, debido al hecho que, presuntamente, en revisiones anteriores se había sumado la totalidad de especies continentales con la totalidad de especies insulares, sin considerar que muchas de estas son de amplia distribución y se encuentran en más de un territorio (María Eliana Ramírez, comunicación personal). Otro factor importante que ha influido en los cambios de estatus y nomenclatura hace relación con los avances en las metodologías de identificación de especies, las cuales actualmente combinan análisis morfológicos con técnicas moleculares cada vez más avanzadas. Ejemplos de ello tenemos en el grupo de macroalgas, como es el caso del género Macrocystis, el que luego de varios estudios resultó ser un género monotípico representado en esta costa por una sola especie Macrocystis pyrifera,; el caso del género Lessonia, con reconocimiento de dos especies crípticas incluidas en el complejo Lessonia nigrescens y recientemente el caso de la gran diversidad de Bangiales foliosas de la costa de Chile continental, donde se han reconocido cinco géneros con un número mayoritario de especies incluidas en los géneros Pyropia y Porphyra.

La baja biodiversidad de especies en Chile se puede explicar, en parte, por su aislamiento geográfico en conjunción con la historia geológica del país. Este mismo aislamiento, sin embargo, explicaría también el origen de especies extremadamente singulares para el territorio, lo que se traduce en un porcentaje importante de especies endémicas respecto al total de especies descritas (alrededor de un 25%), el cual está fuertemente concentrado en el territorio insular chileno. Tal es el caso del Archipiélago de Juan Fernández, con una alta cantidad y proporción de especies endémicas (131 especies, alcanzando un 61% de endemismo), especies longevas y ecosistemas frágiles, antecedentes que le han valido ser declarada la isla con la mayor densidad de especies endémicas por unidad de área (km2) en el mundo.

Otra de las islas oceánicas que destaca es Rapa Nui, la que constituye un ecosistema relevante en sí mismo, producto de su localización y aislamiento, su biodiversidad marina, su patrimonio cultural y su condición de punto estratégico en los desplazamientos de una gran variedad de especies. La isla cuenta con una riqueza cultural única y una flora nativa actual consistente en aproximadamente 48 especies, con un endemismo del 23%. La fauna marina se caracteriza por tener un alto grado de endemismo de peces (77%) y, junto con la isla Salas y Gómez, es considerada un “hotspot” de biodiversidad de peces arrecifales, con un fondo marino constituido en un 53% de coral vivo. A su vez, en los montes submarinos presentes en la ecorregión marina de Isla de Pascua, se presentan tasas de endemismo de 41,2% para peces y de 46,3% para invertebrados que viven en el fondo.

El endemismo de macroalgas (Ver Cuadro 4.2) muestra que los porcentajes más altos están presentes en la Antártica (33%) y en el archipiélago Juan Fernández (30%), seguidos por las islas Desventuradas (23,3%) y Chile continental (22,7%). Los valores de endemismo para Chile continental son comparativamente altos en relación con otras áreas templadas del mundo como el Pacífico Norte, y bajos en relación con otras áreas templadas del hemisferio sur, como Australia que presenta valores de endemismo superior al 70%, y Nueva Zelanda con valores que superan el 40%. Para plantas vasculares, el 49% de las Magnoliopsida (Dicotiledóneas), 39% de monocotiledóneas, 20% de las gimnospermas y 35% de las pteridófitas son exclusivas del territorio nacional; es importante notar que en esta contabilidad se incluyen varias especies que se comparten con países vecinos. Para las plantas no vasculares (hepáticas, musgos y antóceros) se estima un nivel de endemismo que fluctúa entre el 40 y el 60% a nivel de biomas, mientras que a nivel de nacional el endemismo no superaría el 15%; esto, por compartir numerosas especies con países vecinos como Argentina (Juan Larraín, comunicación personal). Sin embargo, no hay un catastro actualizado del origen biogeográfico para este grupo que permita determinar con certeza estos valores. Situación similar ocurre con los hongos y líquenes, para los cuales los valores de riqueza de especies aceptados se han mantenido inalterados desde 1999 y sin información sobre el porcentaje de endemismo a nivel nacional, aun cuando se estima que este es de alrededor de un 50% (Goetz Palfner, comunicación personal).

En el caso de los invertebrados, el endemismo alcanza el 49% en insectos (valor promedio entre el endemismo descrito para himenópteros, lepidópteros, tricópteros, coleópteros, dípteros, sifonápteros y heterópteros), mientras que otros invertebrados, como briozoos, alcanzan el 82%. Los moluscos, por su parte, presentan 66% y 35% de endemismo en el Archipiélago de Juan Fernández y en Isla de Pascua, respectivamente.

Entre los vertebrados, destacan por su alto endemismo grupos como los anfibios (sapos y ranas) donde el 63% de las especies son exclusivas de Chile; los reptiles con 61% de endemismo y los peces de aguas continentales con 81% de especies endémicas. Un alto endemismo es también observado entre peces litorales en Juan Fernández, alcanzando casi 90%. Otros grupos, en cambio, no poseen esta particularidad, especialmente aquellos con mayor movilidad, como las aves, en las cuales poco menos del 2% de las especies registradas en Chile son exclusivas del territorio. Para el grupo de mamíferos, aun cuando no supera el 9% de endemismo, existen singularidades destacadas como es el caso del monito del monte (Dromiciops gliroides), el cual no es solo el único género en una familia endémica (Microbiotheriidae), sino el único representante conocido de un orden completo de marsupiales (Microbiotheria).

Cuadro 4.2 Endemismo (%) de los principales grupos biológicos en Chile.

Grupo biológico	Endemismo (%)
Macroalgas	
Chile continental	22,7
Isla de Pascua	13,3
Archipiélago de Juan Fernández	30
Islas Desventuradas	23,3
Territorio antártico	33
Plantas no vasculares (musgos, hepáticas, antóceros)	15
Plantas vasculares	
Pteridofitas (helechos y licopodios)	35
Gimnospermas (pinófitas y gnetófitas)	20
Liliopsida (monocotiledóneas)	39
Magnoliopsida (dicotiledóneas)	49
Hongos y Líquenes	50
Invertebrados	
Artrópodos Hexápodos	49
Artrópodos Crustáceos	20
Otros invertebrados (Briozoos)	82
Vertebrados	
Peces de aguas continentales	81
Anfibios	63
Reptiles	61
Aves	2
Mamíferos (terrestres y marinos)	9

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en Ministerio del Medio Ambiente (2018a) para la mayoría de los grupos; Rodríguez et al. (2018) para plantas; Lobos et al. (2013) para anfibios; Ruiz de Gamboa (2016) para reptiles; Habit et al. (2006) para peces continentales y comunicación personales de J. Larraín para musgos y de G. Palfner para hongos.

Tanto la riqueza de especies como el grado de endemismo se encuentran heterogéneamente distribuidos en el territorio nacional. Sin embargo, es importante considerar que el panorama sobre riqueza, endemismo y distribución de la diversidad biológica de Chile está basado en un conocimiento incompleto y heterogéneo de la biota. Las diferentes regiones de Chile han sido estudiadas de manera muy desigual, lo cual puede generar patrones espurios sobre la distribución territorial de la diversidad de especies. Por ejemplo, la región de Magallanes y Antártica Chilena concentra la mayor riqueza de especies y endemismos de algas bentónicas del territorio. Aunque estos valores podrían responder a la mayor exploración florística realizada en el área durante los siglos pasados; así, esta región es la que presenta un mayor desafío de exploración para ratificar los tempranos registros de especies. Muchos de los taxa citados para la parte austral del territorio, entre los 50 y 55°S, son conocidos por sólo uno o dos registros de colecta, sin haber sido recolectados posteriormente; consecuentemente son registros dudosos, sujetos a verificación. De igual forma, la variación en la riqueza geográfica de poliquetos bentónicos está asociada a una intensidad de investigación desbalanceada en diferentes porciones de la costa chilena. Chile central sería una zona de alta riqueza, con 62% de las especies de poliquetos chilenos. Pero es precisamente en esta zona donde se ha realizado más del 60% de las investigaciones, mientras que la región norte del país, con sólo el 11% de la fauna poliquetológica, se ha realizado 16% de las investigaciones.

Aun así, se pueden apreciar ciertos patrones generales. Tanto para aves, como para árboles, arbustos, mariposas y reptiles, se observa un patrón característico de distribución con mayor número de especies en la intersección de la región Mediterránea con la Templada (entre las Regiones del Maule y de Aysén). Por otra parte, la riqueza de mamíferos en Chile presenta un patrón latitudinal complejo, que no corresponde a la tendencia esperada de disminución del número de especies con el incremento de la latitud (i.e., mayor riqueza en los trópicos y menor hacia los polos). De hecho, para este grupo existen dos o tres valores máximos de riqueza que coinciden con distintas regiones ecológicas, como la puna y la estepa patagónica, o áreas muy especiales de transición faunística como es el sector del río Biobío. Para los anfibios, la mayor riqueza de especies se concentra en los bosques templados del sur, particularmente en la cordillera de la Costa de las Regiones del Biobío, La Araucanía y Los Ríos. Es aquí donde se encuentra la mayor cantidad de especies endémicas, muchas de ellas con distribuciones muy reducidas. Para el caso de los reptiles, la mayor riqueza de especies se encuentra en las zonas centro y norte (entre la Región de Arica y Parinacota y la del Maule), pero el endemismo se concentra en el extremo norte del país. Para las aves, ocurre un patrón contrastante entre riqueza y endemismo: la mayor riqueza se encuentra en el extremo norte (Región de Arica y Parinacota) y en el sur del país (desde el Maule a Los Lagos), mientras que el endemismo se circunscribe a la zona central e insular, entre Coquimbo y Biobío. Algo similar ocurre con los mamíferos terrestres, cuya mayor riqueza de especies se ubica en los extremos norte y sur, mientras que la mayor cantidad de especies endémicas se encuentra en la zona central (entre la región de Coquimbo y Biobío).

4.1.1.3 DIVERSIDAD DE ECOSISTEMAS

Los ecosistemas corresponden al conjunto de elementos bióticos y abióticos de un medio y la interacción entre ellos que forman una unidad funcional. Cada ecosistema da cuenta de un equilibrio dinámico entre los elementos bióticos (biocenosis) y abióticos (biotopo), los que a partir de su funcionamiento e interacciones proveen una serie de servicios, denominados “servicios ecosistémicos”. Estos servicios pueden ir desde la regulación del ciclo hidrológico hasta la provisión de bienes para los seres humanos, tales como fibras, alimentos, forraje, y medicinas, entre otros. Para la sociedad, la biodiversidad no es sólo valiosa desde el punto de vista ético o valórico de preservación, sino que necesaria para su desarrollo, tanto en lo económico (i.e., valores de uso) como en lo espiritual y cultural (i.e., valores de no uso).

Dada su extensión latitudinal y sus marcados gradientes altitudinales, Chile continental contiene una amplia variedad de climas, accidentes geográficos y ecosistemas agrupados en ecorregiones. El Fondo Mundial para la Naturaleza (World Wildlife Fund for Nature, WWF) define ecorregión como un área extensa de tierra o agua que contiene un conjunto geográficamente distintivo de comunidades naturales que comparten la gran mayoría de sus especies y dinámicas ecológicas, comparten condiciones medioambientales similares e interactúan ecológicamente de manera determinante para su subsistencia a largo plazo. Diferentes propuestas de clasificación de ecorregiones han sido realizadas tanto a nivel internacional como nacional. Estas clasificaciones, aunque a veces disímiles, son fundamentales para poder establecer los estados actuales y las prioridades de conservación.

Aquí destacamos las clasificaciones y evaluaciones del estado de conservación de las ecorregiones terrestres, dulceacuícolas y marinas para América Latina y el Caribe realizadas entre 1995 y 1999 por el Banco Mundial, la WWF y The Nature Conservancy (TNC). En estas evaluaciones se describen 12 ecorregiones terrestres para Chile, 13 dulceacuícolas y 6 marinas (Ver Cuadro 4.3). Entre estas ecorregiones destacan como únicas a nuestro país casi todas las ecorregiones marinas, las ecorregiones terrestres del bosque lluvioso invernal, matorral de Chile central y desierto de Atacama y las ecorregiones dulceacuícolas de Chile mediterráneo norte y sur. Otras ecorregiones son compartidas con países limítrofes como Argentina, Perú y Bolivia. En el año 2002, a través de su proyecto Global 2000, la WWF analizó los patrones globales de biodiversidad y el carácter distintivo de las ecorregiones del mundo para identificar el conjunto de ellas que albergan una biodiversidad excepcional y que sean representativas de sus ecosistemas (238 en total, entre terrestres, dulceacuícolas y marinas). Entre estas ecorregiones prioritarias se encuentran la Puna árida de los Andes centrales, el Matorral de Chile central, el Desierto de Sechura, las islas de los archipiélagos de Juan Fernández y de las Desventuradas, la ecorregión Humboldtiana y los Bosques templados de Valdivia. Esta última región junto al Matorral de Chile central y el Archipiélago de Juan Fernández han sido, además, clasificados como uno de los 36 “hotspots” de biodiversidad en el mundo, definidos por la organización no gubernamental Conservation International.



Cuadro 4.3 Ecorregiones terrestres, dulceacuícolas y marinas descritas para Chile.

Tipo de ecorregión	Tipos de hábitats (terrestres y dulceacuícolas) o provincias (marinas)	Ecorregiones de Chile
Terrestre	Bosque templado	Bosques de lluvia invernal de Chile (Ch)
		Bosques templados de Valdivia (Ch y A)*
		Bosques subpolares de *Nothofagus* (Ch y A)
	Pastizales montanos	Puna de los Andes centrales (Ch, A, B, P)
		Puna húmeda de los Andes centrales (Ch, P, B)
		Puna árida de los Andes centrales (Ch, A, B)*
		Estepa del sur de los Andes (Ch y A)
		Estepa de la Patagonia (Ch y A)
		Pastizales de la Patagonia (Ch y A)
	Matorrales mediterráneos	Matorral de Chile central (Ch)*
	Desiertos y matorrales xéricos	Desierto de Sechura (Ch y P)*
		Desierto de Atacama (Ch)
Dulceacuícola	Cuencas endorreicas (cerradas) de la región xérica	Puna árida (Ch, B, A y P)
		Pampas subandinas
	Ríos y arroyos de la región xérica	Desierto de Atacama/Sechura (Ch y P)
		Desierto costero del Pacífico (Ch y P)
		Chile mediterráneo norte (Ch)
		Chile mediterráneo sur (Ch)
		Tierra del Fuego-Río Grande (Ch y A)
		Río Gallegos (Ch y A)
	Región húmeda de ríos y arroyos	Islas Juan Fernández (Ch)*
		Valdiviana (Ch)
		Isla de Chiloé (Ch)
		Archipiélago de los Chonos (Ch)
	Arroyos fríos y pantanos	Magallanes/Última Esperanza (Ch)

Marina	Provincia del Pacífico sudeste cálido y templado	Humboldtiana*
		Chile Central
		Araucana
	Provincia de Sudamérica templada-fría	Chiloense
		Canales y Fiordos del sur de Chile
	Provincia de Juan Fernández y Desventuradas	Islas de Juan Fernández y Desventuradas*

Fuente: Elaboración propia en base a los informes de evaluación del estado de conservación de la biodiversidad terrestre (Dinerstein et al., 1995), marina (Sullivan & Bustamante, 1999) y dulceacuícola (Olson et al., 1998) para Latinoamérica y el Caribe. * Ecorregiones clasificadas como prioritarias según el proyecto G200 de la WWF (Olson & Dinerstein, 2002). Ch: Chile; A: Argentina; P: Perú; B: Bolivia.

En cuanto a los ecosistemas, su clasificación es una tarea compleja pero fundamental para poder conocer el estado de nuestro patrimonio natural y establecer estrategias de protección. Su clasificación requiere del conocimiento de los diferentes componentes a través de los cuales fluye la energía y los nutrientes, de su biota, pero también de la provisión de servicios y la exposición relativa a riesgos. La vegetación, definida como la forma en que los componentes florísticos del ecosistema ocupan el espacio, ha sido usada como un buen sustituto del ecosistema, debido a que los componentes vegetales permiten la entrada de energía a los ecosistemas (a través de la fotosíntesis) y concentran la mayor proporción de la biomasa y productividad de ellos.

Bajo esta premisa, variadas propuestas de clasificación de ecosistemas han sido realizadas para Chile. Entre estas destacan las hechas por di Castri (1968), Artigas (1975), Fuentes et al. (1995) y Gajardo (1994), varias de ellas aún citadas y utilizadas como referencia. A nivel de ecosistemas terrestres, la clasificación más aceptada en la actualidad, y la oficialmente utilizada por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) para la evaluación del estado de conservación de los ecosistemas, es la propuesta por Luebert & Pliscoff (2006). Esta clasificación, que se basa en la previamente propuesta por Gajardo (1994), propone como unidad de análisis para la representación de los ecosistemas el uso del concepto de “piso de vegetación” , sobre la base de variables bioclimáticas y atributos vegetacionales del territorio. Estos pisos vegetacionales presentan la ventaja de que se pueden representar cartográficamente y así evaluar su estado de amenaza a través de la estimación de su superficie remanente, de manera de orientar la identificación de prioridades de conservación de biodiversidad a escala nacional50. La aplicación de este enfoque ha permitido la identificación de 19 formaciones vegetales (o biomas) que reúnen un total de 125 pisos de vegetación o ecosistemas terrestres zonales, con una superficie de 623.338 km2. También se incluye una categoría de áreas sin vegetación, las que en su mayoría se refieren a áreas de rocas, nieves o hielos (Ver Figura 4.2). La lista completa de ecosistemas terrestres definidos para Chile continental, agrupados en formaciones vegetales y con sus respectivas superficies remanentes (km2) se presenta en el Anexo 4.1. Una descripción detallada y documentada de cada una de estas 125 unidades se encuentra en Luebert & Pliscoff (2017).

Figura 4.2 Ecorregiones terrestres (Luebert & Pliscoff, 2017)



Fuente: Mapa extraído de IEMA (2020) Elaboración hecha en base a datos de Luebert & Pliscoff (2017).

Una propuesta alternativa de clasificación es la realizada recientemente por Martinez-Tilleria et al. (2017) para Chile terrestre continental. Esta clasificación combina el uso de la tierra, los rasgos funcionales de las especies de plantas dominantes y los factores climáticos, para identificar los ecosistemas terrestres chilenos. A través de esta metodología se identificaron 25 ecosistemas terrestres naturales y cinco de origen antropogénico, desde estepa altoandina pasando por dunas, ambientes urbanos, complejos industriales mineros, hasta plantaciones de pinos y bosques subantárticos (Ver Cuadro 4.4). Los autores proporcionan también una representación cartográfica de los ecosistemas para fines de planificación territorial y una evaluación general de su estado de conservación. Entre los aspectos positivos de esta forma de clasificación se cuenta la integración de información geográfica, de vegetación, combinada con criterios funcionales como tipo de cobertura de suelo, tipo de uso de suelo, saturación de agua del suelo, entre otros.

Utilizando la clasificación hecha por Martínez-Tilleria et al. (2017) se evaluó la representación de estos 30 ecosistemas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Chile (SNASPE) y en las Áreas Protegidas Privadas (APP), identificando 15 ecosistemas sub-representados en el SNASPE (es decir, no alcanzando el objetivo del 17% comprometido por Chile ante la Convención de Diversidad Biológica), mientras que al incluir las APP sólo 11 se encontraban sub-representadas (Ver Cuadro 4.4). Además, los resultados de esta clasificación muestran que dos de los tres tipos de ecosistemas de estepa no están cubiertos por el SNASPE; sin embargo, cuando se agregan las APP, estos tres ecosistemas alcanzan la meta del 17%. Los ecosistemas dominados por las suculentas están también muy poco representados tanto en áreas del SNASPE como en áreas privadas, lo que entonces requiere acciones de conservación urgentes. Lo mismo ocurre con los ecosistemas dominados por matorrales y bosques ubicados en el centro de Chile, con una cobertura extremadamente baja de protección (3%). Con la excepción de los bosques esclerófilos y los bosques deciduos de invierno del centro de Chile, la mayoría de los ecosistemas forestales están bien representados en el SNASPE. Los ecosistemas de condiciones extremas (alta/baja temperatura), como las salinas, los ecosistemas de dunas de arena y los desiertos tienen algo de protección, de igual manera que el desierto absoluto en Chile, el cual a pesar de su gran extensión, cuenta con solo 2,1% bajo protección.

Cuadro 4.4 Clasificación de los ecosistemas terrestres de Chile, según Martínez-Tilleria et al. (2017).

Ecosistemas	Cobertura en Chile	Cobertura protegida en SNASPE		Cobertura protegida en SNASPE+APP	
	km2	km2	%	km2	%
Estepa altoandina	21.062	4.165	19,8	4.168	19,8
Estepa andina central de Chile *	3.986	357	8,9	381	9,5
Estepa patagónica *	19.921	958	4,8	1.372	6,9
Ecosistemas dominados por suculentas *	1.810	70	3,9	70	3,9
Matorral de hoja perenne con hojas micrófilas *	88.927	3.246	3,7	5.324	6
Matorral de hoja perenne con hojas macrófilas *	10.205	157	1,5	398	3,9
Matorral de sequía-caducifolio *	21.376	310	1,5	501	2,3
Ecosistema de bosque esclerófilo de hoja ancha *	12.826	147	1,1	265	2,1
Ecosistema de bosques templados cálidos y templados **	23.601	2.740	11,6	4.059	17,2
Ecosistema de bosques fríos-templados de hoja ancha	39.343	14.837	37,7	1.701	43,2
Ecosistema de bosques subantárticos de hoja ancha	24.749	8.806	35,6	10.052	40,6
Ecosistemas forestales dominados por coníferas	3.424	1.550	45,3	1.732	50,6
Ecosistema desértico de bosques caducifolios del desierto	1.180	250	21,2	250	21,2

Ecosistema de bosques templados y templados de invierno *	17.872	541	3	871	4,9
Ecosistema de bosque frío-templado de invierno caducifolio **	33.033	5.521	16,7	7.637	23,1
Ecosistema salino *	8.363	617	7,4	678	8,1
Ecosistemas de dunas de arena *	1.942	47	2,4	58	3
Ecosistemas sobre flujos de lava rocas volcánicas y cenizas	1.475	521	35,3	530	35,9
Ecosistema desértico de baja elevación *	12.733	-	0	503	4
Ecosistemas del desierto andino por encima de la línea de árboles*	42.467	2.720	6,4	3.381	8
Desierto absoluto *	139.555	2.963	2,1	2.972	2,1
Glaciares	26.889	18.118	67,4	19.382	72,1
Ecosistemas telmáticos	45.162	29.117	64,5	29.517	65,4
Ecosistemas acuáticos	9.043	2.155	23,8	2.262	25
Ecosistemas dominados por especies invasoras ***	1.052	-	-	-	-
Ecosistemas urbanos ***	2.036	-	-	-	-
Complejos industriales-mineros ***	163	-	-	-	-
Ecosistemas agropastorales de uso intensivo ***	52.837	-	-	-	-
Plantaciones de coníferas ***	21.401	-	-	-	-
Plantaciones de hoja ancha ***	4.212	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia en base a Martínez-Tilleria et al. (2017).

SNASPE: Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado; APP: Áreas Protegidas Privadas

* El ecosistema no cumple el objetivo de protección del 17% dentro del SNASPE.

** El ecosistema cumple el objetivo de protección del 17% después de agregar las APP.

*** Ecosistemas antropogénicos.

Tanto la clasificación propuesta por Luebert & Pliscoff (2006) como la de Martínez-Tilleria et al. (2017) se enfocan sólo sobre los ecosistemas terrestres continentales de Chile sin incluir los territorios insulares, los cuales poseen una vegetación particular y de gran relevancia biogeográfica. En Islas Desventuradas, integradas por San Félix y San Ambrosio, existe un matorral caracterizado por la presencia de la compuesta arbórea Thamnoseris lacerata, que se encuentra en las dos islas, presentando un mayor desarrollo en la isla de San Ambrosio. El segundo tipo de vegetación es un pastizal de gramíneas compuesto por un alto número de especies exóticas, relacionado directamente con las áreas de presencia humana. La Isla de Pascua, por su parte, presenta una vegetación dominada completamente por pastizales, salvo en los cráteres de los volcanes, donde el mayor desarrollo del suelo y la humedad permiten la presencia de algunas especies arbóreas. La diversidad de especies en la isla es baja, presentándose solo un pequeño número de helechos y gramíneas endémicos. En el Archipiélago de Juan Fernández, conformado por las islas Robinson Crusoe, Alejandro Selkirk y el islote Santa Clara, se presenta una de las vegetaciones más particulares y atractivas del territorio nacional, con gran presencia de endemismos (63,4%). Aquí se encuentran unidades vegetacionales compuestas por pastizal nativo y bosque siempreverde.

Otro tipo de ecosistemas son los acuáticos continentales, los cuales cumplen funciones fundamentales para la existencia de la vida y el desarrollo de la biodiversidad. Internacionalmente estos abarcan los lagos y ríos, acuíferos subterráneos, pantanos y marismas, pastizales húmedos, turberas, oasis, estuarios, deltas y bajos de marea, manglares y otras zonas costeras, arrecifes coralinos, y sitios artificiales como estanques piscícolas, arrozales y salinas, todos ellos también englobados bajo el nombre de “humedales” (Clasificación de la Convención Ramsar). En Chile, los más frecuentes son los bofedales, turberas, vegas, estuarios, salares, marismas, llanuras de inundación, pantanos, lagos, lagunas y ríos. Algunos de estos ecosistemas acuáticos destacan por su singularidad composicional, como los complejos de humedales altoandinos, que presentan una biología única, organismos extremófilos y peces nativos del género Orestias, con seis especies endémicas y cuyo hábitat se encuentra exclusivamente en algunas lagunas y esteros de cuencas endorreicas del altiplano chileno (entre los 3.000 a los 4.500 m s.n.m.). Otros sistemas especiales son los humedales costeros, que sostienen economías locales como la pesca artesanal, distribuidos a lo largo de la costa chilena.

En general, la información sobre biodiversidad de los ecosistemas acuáticos en Chile es dispersa, no sistemática, y con una notable diferencia en los esfuerzos de investigación y caracterización realizados en las distintas regiones. Catastros realizados por Castro et al. (1993, 2003), registraron la presencia de 435 humedales ubicados sobre una altitud de 3.000 m s.n.m., entre los 17° y 26° de latitud sur. En 1999, CONAMA y CONAF desarrollaron un catastro que abarca alrededor de 4,5 millones de hectáreas de humedales del país, 6% del territorio nacional, evaluando su vínculo con el SNASPE. El Ministerio de Obras Públicas (a través de la Dirección General de Aguas, DGA), por su parte, ha cartografiado los acuíferos que alimentan vegas y bofedales de las Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, y Atacama. En 2006, CONAMA-CEA propusieron una nueva clasificación y desarrollaron un catastro de humedales en base a ecotipos, a partir de la asociación de variables abióticas correlacionadas con la estructura y funcionamiento de “familias” de humedales (Ver Cuadro 4.5).

Cuadro 4.5 Clasificación funcional de ecosistemas dulceacuícolas basada en ecotipos con sus respectivos nombres comunes (CONAMA-CEA, 2006).

Variedad de ecotipos	Clase de ecotipos	Nombre común en Chile	Áreas donde se expresan los tipos de humedales en Chile
Humedal costero	Intrusión salina	Lagos costeros lagunas costeras, marismas, estuarios y deltas	Lago Budi, Sitio Ramsar Laguna Conchalí, Laguna Cahuil, Sitio Ramsar El Yali, Humedal Tubul-Raqui, Estuario del río Queule, intermareal de Putemún
Humedal continental	Evaporación	Salares, bofedales, "puquios"	Salar de Atacama, Sitio Ramsar Surire, Sitio Ramsar sistema hidrológico Soncor, Salar de Huasco, Sitio Ramsar Lagunas Negro Francisco y Santa Rosa, entre otros
	Infiltración	Hualves, pitrantos, ñadis, charcos, pantanos de aguas dulces	Humedales en depresión central de las Regiones VII-IX y sectores de Chiloé. Zona costera de la Araucanía entre Queule y Toltén
	Infiltración saturado	Mallines, turberas, pomponales	Parque Karukinka (Tierra del Fuego), Parque Nacional Torres del Paine, Parque Nacional Chiloé, Parque Tantauco
	Escorrentía	Ríos, lagos, esteros, arroyos	Río Lluta, Lago Chungará, ríos y esteros en el Sitio Ramsar Parque Andino Juncal, estero Tongoy, Lago Lleu-Lleu
Afloramientos subterráneos	Praderas andinas, ciénagas, vegas	Sitio Ramsar Laguna Santa Rosa y Negro Francisco, Parinacota, Jachucoposa, Ciénagas de Name	

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Humedales de Chile en sitio web del Ministerio del Medio Ambiente: https://humedaleschile.mma.gob.cl/ecosistemas/humedales/

Posteriormente, en 2011, el MMA y CEA realizaron un Catastro Nacional de Humedales donde se plantea una categorización de los cuerpos de agua, distinguiéndose **ríos, lagos y humedales** como unidades ecológicas de análisis, para apoyar los mecanismos e instrumentos de gestión territorial del Estado. Los resultados de este catastro evidenciaron que el país cuenta con un total de 14.604 km2 de superficie de humedales dentro del territorio nacional (**Ver Cuadro 4.6**). Hasta ahora los resultados muestran un bajo grado de representación de los ecosistemas acuáticos en el SNASPE a escala regional y nacional, ya que sólo 0,5% de los humedales del país se encontraría en áreas de protección oficial y equivalen a 2,7% de las áreas protegidas. Los ecosistemas extremófilos altoandinos así como los de agua subterránea, son ecosistemas dulceacuícolas que no han sido considerados dentro de las clasificaciones descritas y para los cuales poca información existe sobre su estado de conservación.

Cuadro 4.6 Ubicación y superficie de lagos, ríos y humedales de Chile.

Región	Lagos (km2)	Ríos (km2)	Humedales (km2)	Total en km2
Arica y Parinacota	56	34	196	286
Tarapacá	12	14	111	137
Antofagasta	167	76	166	409
Atacama	87	12	78	177
Coquimbo	9	10	140	159
Valparaíso	15	27	24	66
Metropolitana	22	61	49	132
O'Higgins	6	4	101	111
Maule	115	171	138	424
Biobío	176	282	64	522
Los Ríos	1.050	230	13	1.293
Araucanía	561	176	82	819
Isla Grande de Chiloé	130	49	116	295
Los Lagos	178	232	2.036	2.446
Aysén	4.000	329	113	4.442
Magallanes y Antártica Chilena	2.700	180	6	2.886
Total	**9.284**	**1.887**	**3.433**	**14.604**

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (2014b). Estas cifras no contemplan los humedales de las islas oceánicas, las turberas, ni los mallines de la zona sur austral (Regiones de Aysén y de Magallanes).

Chile posee una línea de costa estimada en 83.850 km, considerando el perímetro de todos sus territorios insulares del sur y oceánicos. La superficie total de sus 200 millas marinas, o Zona Económica Exclusiva (ZEE), es de 3.409.122 km2 aproximadamente, alojando intereses de conservación y aprovechamiento de recursos naturales en los mares antárticos.

Desde un punto de vista oceanográfico, cuatro ecosistemas marinos han sido descritos: (1) Ecosistema del Giro Central del Pacífico Sur, (2) Ecosistema del Margen Oriental del Pacífico Sureste, (3) Ecosistema Subantártico y (4) Ecosistema Antártico. A la altura del ecosistema del Giro Central del Pacífico Sur es posible encontrar dos tipos de ecosistemas: el pelágico y el insular, mientras que en el Margen Oriental del Pacífico Sureste encontramos los ecosistemas de surgencias y los de bahías. Dentro del Ecosistema Subantártico es posible distinguir tres ecosistemas principales: oceánicos, de mares Interiores y estuarinos. Adicionalmente, y tomando en cuenta la topografía la cuenca oceánica y la dinámica de las corrientes marinas, otros dos tipos de ecosistemas han sido considerados en los últimos años: (5) Ecosistemas de montes submarinos y (6) Ecosistemas de profundidades (Ver Cuadro 4.7).

Cuadro 4.7 Ecosistemas marinos de Chile desde el punto de vista oceanográfico y biológico

Ecosistema
Ecosistema del Giro Central del Pacífico Sur • Pelágico • Insular
Ecosistema de Margen Oriental del Pacífico Sureste • de surgencias • de bahías
Ecosistema Subantártico • Oceánicos • de los mares interiores • Estuarinos
Ecosistema Antártico
Ecosistemas de montes submarinos
Ecosistemas de profundidades

Fuente: Elaboración propia a partir de información extraída del capítulo “Ecosistemas Marinos” en Ministerio del Medio Ambiente (2018b).

Desde el punto de vista de la gestión pública, el MMA desarrolló entre 2015 y 2016 un sistema de clasificación de ecosistemas marinos chilenos de la zona económica exclusiva con el fin de contar con un inventario de ecosistemas marinos en Chile para la planificación de su conservación y protección. Esta propuesta integra distintas clasificaciones existentes y propuestas surgidas de la discusión de esa integración con especialistas, oceanógrafos y ecólogos marinos a través de siete talleres realizados a lo largo del país durante el año 2015. Esta clasificación arrojó un total de 14 ecorregiones y 96 ecosistemas marinos que van desde Arica hasta Cabo de Hornos, incluyendo las islas oceánicas, definidos y distinguidos de acuerdo a criterios de profundidad, sustrato del fondo, existencia de áreas singulares como las zonas de

surgencia, montes submarinos, entre otros. Estos ecosistemas incluyen sectores como Zona de Surgencia Norte Grande; Litoral Los Molles; Litoral Duro Chile Central; Mesobentónico Centro Sur; Fiordo de Chiloé Continental; Senos del Golfo de Pena; Beagle Ballenero-Magallanes; Montes Submarinos de Islas Desventuradas; Abisal Archipiélago de Juan Fernández; Litoral Isla de Pascua y Montes Submarinos Pacífico Austral Oceánico, entre otros. La lista completa de esta propuesta de clasificación se encuentra en el Anexo 4.2.

Si bien tenemos claridad de que las funciones de los ecosistemas y los procesos ecológicos que en estos ocurren son el soporte tanto de la biodiversidad como del bienestar humano, todas las clasificaciones mencionadas, tanto a nivel local como global, continúan dependiendo en gran medida de las métricas de diversidad de especies o de indicadores simplistas de cobertura que transmiten información limitada sobre los ecosistemas mismos. Esto restringe nuestra capacidad para diagnosticar tendencias y para diseñar y encontrar soluciones políticas y de gestión para frenar y revertir la disminución actual de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas. Con el objetivo de cerrar esta brecha, recientemente la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) publicó una nueva propuesta de clasificación basada en las funciones de los ecosistemas, que acepta la naturaleza dinámica de los ecosistemas y su dependencia de los procesos ecológicos. Este marco novedoso coloca todos los ecosistemas de la Tierra en un contexto teórico unificador para guiar la transformación de la política y gestión de ecosistemas a escalas locales a globales.

Esta nueva "Tipología de Ecosistemas Global" de la UICN comprende tres niveles jerárquicos principales. En el primero se consignan cuatro reinos centrales: terrestre, aguas dulces, marino y subterráneo, más seis reinos de transición entre estos: marino-terrestre, subterráneo-aguas dulces, aguas dulces-marino, marino-aguas dulces-terrestre, subterráneo-marino y terrestre-aguas dulces. En el segundo nivel hay 25 biomas funcionales, definidos por tener uno o más procesos de ensamblaje que soportan funciones clave del ecosistema y procesos ecológicos. El tercer nivel define 110 grupos funcionales de ecosistemas (EFG por sus siglas en inglés), que son unidades clave para realizar generalizaciones y predicciones sobre funciones, biota, riesgos y gestión de soluciones (Para detalles sobre las definiciones de los diferentes niveles jerárquicos, ver **Anexo 4.3)**. Notablemente, en Chile se encuentran 88 de estos 110 grupos funcionales de ecosistemas, siendo 73 de ellos ecosistemas de ríos, humedales y mares.

4.1.2 ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

La pérdida de diversidad biológica se traduce en una disminución de la variabilidad genética, pérdida de especies, disrupción de ecosistemas, dificultades de adaptación a cambios climáticos y reducción de servicios ecosistémicos. Por ello, la diversidad biológica, entendida como el patrimonio ambiental de cada país, es un bien que debemos resguardar. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos por proteger la Tierra, la biodiversidad se está deteriorando en todo el planeta como resultado de las actividades humanas. Muchas de las actividades que hoy resultan fundamentales para la existencia de las personas (agricultura, transporte y energía), están impulsando directamente la destrucción de la naturaleza y contribuyendo al cambio climático mediante la liberación de las reservas de carbono secuestradas en el suelo y en la vegetación del planeta (**Ver Sección 4.3**). La pérdida, degradación y conversión de los paisajes están teniendo un impacto en plantas, animales, hongos y microorganismos con los que compartimos este mundo. Son ya más de un millón de especies las que están en peligro de extinción y se prevé que esta degradación empeore si no se toman medidas urgentes y precisas.

Es bajo esta premisa que en la última Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica (COP15), finalizada en Montreal (Canadá) en diciembre del 2022, se logró un acuerdo histórico para orientar las acciones mundiales en favor de la naturaleza de aquí al 2030. Las delegaciones de 196 Estados se alinearon en torno a una meta que ayudará a proteger la naturaleza de la grave crisis de pérdida de especies y ecosistemas que enfrenta. El compromiso de proteger al menos el 30% de los ecosistemas terrestres, de aguas continentales, costeros y marinos para el 2030 (30 × 30) fue uno de los logros más importantes de este acuerdo entre naciones, conocido como el Marco Global de Biodiversidad Post-2020.

En el documento resultante --que detalla el plan de acción-- se estableció que los países deben: reducir a casi cero la pérdida de áreas de gran importancia para la biodiversidad; reducir el exceso de nutrientes, pesticidas y productos químicos altamente peligrosos; eliminar de forma progresiva o reformar los subsidios que dañan la naturaleza; aumentar los incentivos positivos para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad; movilizar al menos US$200 mil millones por año en financiamiento relacionado con la biodiversidad; aumentar los flujos financieros internacionales de los países desarrollados a los países en desarrollo; prevenir la introducción de especies exóticas invasoras; y reducir al menos a la mitad el establecimiento de especies exóticas invasoras ya conocidas. Para cumplir con el acuerdo, los países deberán implementar una gobernanza adecuada en las áreas protegidas que incluya monitoreo y planes de manejo, entre otras políticas. En el caso de Chile, este punto se lograría con la creación del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (Ver Secciones 4.3 y 4.4).

4.1.2.1 Estado de conservación a nivel de especies

Diversos esfuerzos han sido hechos en Chile para clasificar el estado de conservación de la biodiversidad. Los primeros listados de especies amenazadas fueron publicados a comienzos de la década de 1970. Posteriormente, diversas publicaciones surgieron tanto desde el ámbito público como académico. En el 2005, la entonces Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA), hoy Ministerio del Medio Ambiente, publicó a través de la Secretaría General de la Presidencia, un reglamento que unificaría las listas anteriores (e.g., el Reglamento de la Ley de Caza, los Libros Rojos de CONAF, el Boletín 47 del Museo Nacional de Historia Natural y otras listas realizadas por científicos). Este reglamento fue sustituido en el 2011 por el Decreto Supremo Nº29 de 2011 (vigente actualmente), que incorpora nuevos grupos taxonómicos susceptibles de ser catalogados y adapta las categorías de clasificación a aquellas propuestas por UICN, ampliamente reconocidas a nivel internacional para evaluar el estado de conservación de las especies. Asimismo, también determinó que, mientras las especies no sean evaluadas bajo el nuevo sistema, seguirán siendo válidas las categorías asignadas en los listados anteriores. Hasta diciembre del 2024 se habían completado 19 procesos de clasificación estipulados en el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE, Cuadro 4.8). Actualmente, el proceso N°21 está en consulta pública para recibir observaciones a la clasificación preliminar de especies y el proceso N°19 ha dado inicio con el llamado a sugerir especies para su clasificación.

Cuadro 4.8 Número de especies clasificadas en el marco del Reglamento de Clasificación de Especies según su Estado de Conservación (RCE), desde 2005 hasta 2025. n.a.= no aplica.

Proceso	Decreto	Diario Oficial	Número de especies
1	DS N°151/2006	24 mar 2007	33
2	DS N°50/2008	30 jun 2008	71
3	DS N°51/2008	30 jun 2008	61
4	DS N°23/2009	7 may 2009	133
5	DS N°33/2011	27 feb 2012	112
6	DS N°41/2011	11 abr 2012	73
7	DS N°42/2011	11 abr 2012	111
8	DS N°19/2012	11 feb 2013	96
9	DS N°13/2013	25 jul 2013	110
10	DS N°52/2014	29 ago 2014	103
11	DS N°38/2015	4 dic 2015	100
12	DS N°16/2016	30 sept 2016	89
13	DS N°6/2017	2 jun 2017	121
14	DS N°79/2018	19 dic 2018	55
15	DS N°23/2019	10 jul 2020	93
16	DS N°16/2020	27 oct 2020	100
17	DS N°44/2021	30 dic 2021	100
18	DS N°10/2023	06 de octubre de 2023	74
19	DS N°2/2024	03 de enero de 2024	59
20	Proceso en consulta pública de propuesta preliminar de clasificación	Pendiente	71
21	Proceso abierto a sugerencias de especies susceptibles de ser clasificadas	n.a.	n.a.

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida desde el sitio web de clasificación de especies del MMA. https://clasificacionespecies.mma.gob.cl

Al 2025 (19° proceso de la RCE), existían 1.542 especies clasificadas en alguna categoría de estado de conservación. Aunque dicha cifra corresponde a un bajo porcentaje del total de especies descritas para Chile (alrededor del 4%), este esfuerzo contribuye a disminuir el riesgo de extinción y a priorizar los recursos y acciones destinadas a la protección. Del total de especies clasificadas y validadas por la RCE, 675 corresponden a plantas, 730 a animales y 137 a hongos. Las especies oficialmente amenazadas en el país ascienden a 1.542, es decir que el 62,2% de las especies ya clasificadas se encuentran En Peligro Crítico, En Peligro, o son Vulnerables (Ver Cuadro 4.9). Esta frecuencia porcentual no es homogénea pues varía dependiendo del grupo analizado. En plantas el 73,9% de las especies sometidas a evaluación ha sido categorizada como amenazada, mientras que en el caso de animales y hongos, este valor es de 57,9 y 27,7%. En moluscos el 91,3% de las especies sometidas a evaluación se reconoce actualmente bajo alguna categoría de amenaza, en el caso de los árboles el valor es de 89,3%, en peces de aguas continentales es 81,9%, arbustos 80,3%, arácnidos 73,9% y anfibios 70,9%. Un caso excepcional lo representan los onicóforos (gusanos aterciopelados) y anélidos (gusanos cilíndricos segmentados), para los que el 100% de los taxa sometidos al sistema de evaluación han sido clasificadas En Peligro (Ver Cuadro 4.9), aunque en ambos casos se ha sometido solo una especie.



Cuadro 4.9 Total de especies clasificadas según estado de conservación, por categoría de conservación*.

Categoría de Conservación	N°EE	EX	EW	CR	EN	VU	Total amenazadas (CR, EN, VU) (%)	NT	LC	DD
Plantas										
Árboles	47	0	0	4	20	18	42 (89,3)	3	2	0
Arbustos	178	7	1	23	78	42	143 (80,3)	12	15	0
Herbáceas	328	8	0	58	93	78	229 (69,8)	38	42	11
Suculentas	122	1	0	13	39	33	85(69,6)	19	17	0
Animales										
Moluscos	58	0	0	21	30	2	53 (91,3)	2	2	1
Crustáceos	26	0	0	3	7	5	15 (57,6)	1	10	0
Insectos	103	1	0	13	36	21	70 (67,9)	7	20	5
Arácnidos	23	1	0	8	6	3	17 (73,9)	2	1	2
Corales y medusas	5	0	0	1	1	1	3 (60,0)	1	0	1
Onicóforos	1	0	0	0	1	0	1 (100,0)	0	0	0
Anélidos	1	0	0	0	1	0	1 (100,0)	0	0	0
Peces	61	0	0	8	24	18	50 (81,9)	2	7	2
Anfibios	62	0	0	10	23	11	44 (70,9)	7	7	4
Reptiles	131	0	0	9	28	30	67 (51,1)	20	33	11
Aves	140	0	0	6	29	32	67 (47,8)	31	40	2
Mamíferos	119	1	0	4	11	20	35 (29,4)	12	44	27

Hongos										
Ascomycota	92	0	0	3	12	5	20 (21,7)	3	55	14
Basidiomycota	45	0	0	1	6	11	18 (40,0)	10	16	1
Subtotal plantas	**675**	**16**	**1**	**98**	**230**	**171**	**499 (73,9)**	**72**	**76**	**11**
subtotal animal	**730**	**3**	**0**	**83**	**197**	**143**	**423 (57,9)**	**85**	**164**	**55**
subtotal hongos	**137**	**0**	**0**	**4**	**18**	**16**	**38 (27,7)**	**13**	**71**	**15**
Total	**1,542**	**19**	**1**	**185**	**445**	**330**	**960 (62,2)**	**170**	**311**	**81**

Fuente: Elaboración propia a partir de Listado de Especies Clasificadas desde el 1° al 19° Proceso de Clasificación RCE (actualizado a julio de 2025). https://clasificacionespecies.mma.gob.cl. Para explicaciones de cada categoría de conservación ver Anexo 4.4. Abreviaciones utilizadas: N° EE: Número de especies evaluadas; EX: Extintas; EW: Extintas en estado silvestre; CR: En peligro crítico; EN: En peligro; VU: Vulnerable; NT: Casi amenazadas; LC: Preocupación menor; DD: Datos deficientes. Total amenazadas: CR + EN + VU.

Solamente para grupos taxonómicos donde todas o la mayoría de las especies han sido evaluadas, es posible asegurar que el resultado del proceso de clasificación es un buen indicador del estado de conservación general del grupo. Tal es el caso de reptiles, anfibios, pteridofitas y mamíferos, para los cuales 97,0; 106,8; 83,1 y 73,5% de las especies descritas para el país han sido clasificadas. En contraste, las especies de aves, gimnospermas y angiospermas han sido medianamente representadas en el RCE (29,2, 33,3 y 11,9%), mientras que el resto de los grupos han sido pobremente representados (Ver Cuadro 4.10). En el caso particular de los peces, aunque solo 48 de las 1.373 especies descritas para Chile han sido sometidas al sistema de clasificación, casi la totalidad de ellas corresponde a peces de aguas continentales, lo que implica un buen grado de representación para este último grupo. Sin embargo, para aquellos grupos que han sido poco evaluados (i.e., se ha analizado un reducido número de especies del grupo), como los moluscos, crustáceos u otros invertebrados, no se puede asumir que los altos niveles de amenaza encontrados puedan ser generalizados. De todas maneras, estos resultados son relevantes y dan cuenta de la necesidad de avanzar en la clasificación de las especies ya descritas, para las cuales no tenemos información sobre sus estados de conservación.

Cabe destacar un incremento de 6,7% en el número de especies clasificadas entre el Informe País anterior (2022, RCE N°17) y el de este año (2025, RCE N°19), dónde los grupos con un mayor porcentaje de aumento en el número de especies clasificadas son los aves (20,6%) y Magnoliophyta (10,7%). Es importante considerar que la RCA N°17, aparecen por primera vez en el listado los anélidos y onicóforos, con una sola especie representante para cada grupo, cifra que no se ha modificado desde entonces.

Cuadro 4.10 Especies descritas versus especies clasificadas al año 2022 y 2025.

Grupo biológico	Total descritas	2022		2025	
		Total clasificadas	%	Total clasificadas	%
Microalgas	863	0	0	0	0
Macroalgas	534	0	0	0	0
Plantas no vasculares	1.497	1	0,1	1	0,1
Pteridófitas	160	133	83,1	133	83,1
Gimnospermas	15	5	33,3	5	33,3
Magnoliophyta	4.480	482	10,8	534	11,9
Hongos	3.300	127	3,8	137	4,2
Líquenes	1.385	0	0	0	0
Artrópodos Hexápodos	12.443	99	0,8	103	0,8
Artrópodos Quelicerados	1.405	23	1,6	23	1,6
Artrópodos Crustáceos	2.551	25	1	26	1
Moluscos	1.194	54	4,5	58	4,9
Otros invertebrados*	4.126	7	0,2	7	0,2
Peces	1.373	48	3,5	51	3,7
Anfibios	64	62	96,9	62	96,9
Reptiles	135	134	99,3	131	97
Aves	480	116	24,2	140	29,2
Mamíferos	162	117	72,2	119	73,5
Total	36.167	1.433	4	1.530	4,2

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Cuadro 4.1 y de información extraída desde la lista de especies de Chile según Estado de Conservación del MMA (actualizado a junio de 2025; Incluye hasta 19° proceso RCE). http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies *valores incluyen antozoos, hidrozoos, udeonicóforos, anélidos y artrópodos miriápodos.

4.1.2.2 ESTADO DE CONSERVACIÓN A NIVEL DE ECOSISTEMAS

Una forma de definir la pérdida o degradación de ecosistemas terrestres y establecer categorías de riesgo a través de una evaluación de umbrales cualitativos y cuantitativos, es la aplicación de las listas rojas de ecosistemas desarrolladas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Esta metodología fue aplicada a la clasificación de ecosistemas de Luebert & Pliscoff (2017) y analizada por los mismos autores, aplicando los criterios de la UICN a aquellos pisos vegetacionales para los que se contaba con información a escala nacional. Los criterios de la Lista Roja de Ecosistemas se enfocan en cinco síntomas ecológicos (desde A hasta E) que permiten estimar el riesgo de que un ecosistema particular pierda las características que lo definen. Los criterios A y B se vinculan a la distribución espacial del ecosistema donde el primero se refiere a la disminución en curso de la distribución y el segundo a distribución restringida, la cual predispone al sistema a encontrarse bajo amenazas espacialmente explícitas. El criterio C permite evaluar la degradación del ambiente abiótico, mientras que el D evalúa la interacción de procesos e interacciones bióticas, las que pueden resultar en la pérdida de mutualismos, diversidad del nicho biótico, o la exclusión de biota constituyente. Finalmente, el criterio E, consiste en un modelo de estimaciones probabilísticas del riesgo de colapso.

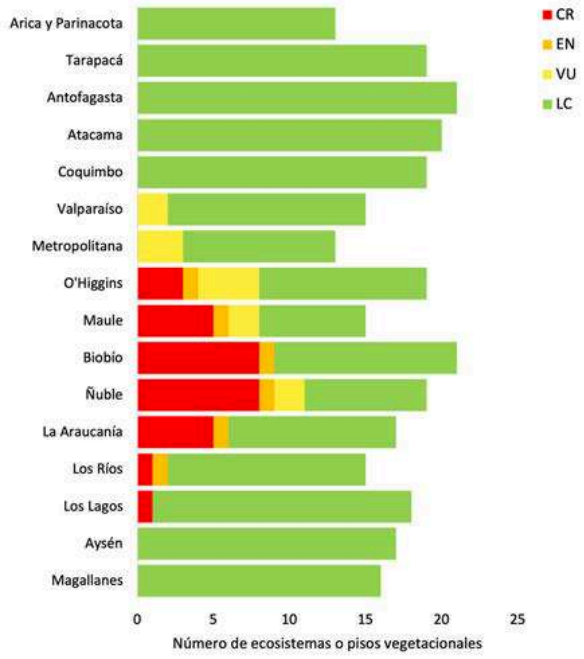
Mediante la evaluación de estos cinco criterios se obtienen distintas categorías de conservación de ecosistemas, las cuales corresponden básicamente a las mismas de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN, ello para mantener un carácter genérico de evaluación. Comprende, por un lado, las siguientes categorías cuantitativas de riesgo: (i) En Peligro Crítico (CR); ii) En Peligro (EN) y iii) Vulnerable (VU), y por otro lado, categorías cualitativas personalizadas para los ecosistemas: iv) ecosistemas que casi no cumplen con los criterios cuantitativos para las tres categorías de amenaza, reciben la categoría de Casi Amenazado (NT); v) ecosistemas que sin lugar a duda no cumplen con ninguno de los criterios cuantitativos, los cuales reciben la categoría Preocupación Menor (LC); vi) ecosistemas para los cuales no se cuenta con datos suficientes para aplicar cualquier criterio, los que tienen la categoría Datos Insuficientes (DD); y vii) ecosistemas que no han sido evaluados, por lo que reciben la categoría No Evaluado (NE). Por último, aparece la categoría de ecosistema Colapsado (CO), equivalente a la categoría de especie extinta (EX).

A partir de este análisis se obtuvo que, a nivel nacional, 12 pisos vegetacionales se encuentran En Peligro Crítico (CR), 2 En Peligro (EN), 5 son Vulnerables (VU) y 106 en Preocupación Menor (LC). Esto significa que de un total de 125 pisos de vegetación, 19 se encuentran amenazados (clasificados como En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerables), los que equivalen al 15,2% del total de los ecosistemas existentes en el país. Del informe se observa que las categorías de amenaza (CR, EN o VU), se concentran principalmente en la zona central de Chile, con las categorías de mayor grado de amenaza (CR) entre las Regiones de O'Higgins y Los Lagos, seguida por la categoría EN entre las Regiones de O'Higgins y Los Ríos, mientras que las Regiones del país con ecosistemas vulnerables se concentran entre Valparaíso y Ñuble (**Ver Figura 4.3**). Esta mayor amenaza que afecta a los ecosistemas de la zona central de Chile se manifiesta a través de la pérdida, degradación y fragmentación de estos ecosistemas, y se explica por impactos tanto antrópicos como naturales experimentados por estos ecosistemas, siendo el cambio de uso del suelo el principal factor antrópico que ha ocasionado cambios en los ecosistemas terrestres naturales de nuestro país (**Ver Sección 4.2.1**).

Los resultados de este ejercicio concuerdan con los análisis regionales y locales que se han efectuado a la fecha. La zona geográfica donde se concentran los ecosistemas terrestres que han sufrido una mayor pérdida de superficie natural en términos históricos como recientes, coincide con el área que ha presentado la mayor dinámica de la cobertura natural y antrópica, siendo esta la zona de Chile central ubicada entre la Región de Valparaíso y la Región de Los Lagos (Ver Figura 4.3). Así también, dentro de esta área los ecosistemas más amenazados son los que se relacionan con la dinámica asociada al sector forestal, en los que se ha transformado fuertemente el paisaje del sector costero entre la Región de O'Higgins y la Región de la Araucanía. En relación con los criterios de funcionalidad, el único criterio evaluado en el estudio se abordó desde la perspectiva de los efectos del cambio climático sobre la biota nativa. Respecto a este análisis, los resultados obtenidos presentan concordancia con las evaluaciones globales y nacionales para Chile, identificando a la zona central del país como el área más afectada por la disminución de las precipitaciones a mediano plazo.

Otro estudio fue el realizado por Alaniz et al. (2016), en el que se evaluó el nivel de amenaza a los ecosistemas esclerófilos de la región de Chile central, aplicando también los criterios metodológicos de la Lista Roja de Ecosistemas de UICN. Para ello, se seleccionaron aquellos estudios espacialmente explícitos que identificaran alteraciones en la estructura de la vegetación, lo que permitió cuantificar la reducción en la distribución de dichos ecosistemas. La aplicación de la metodología permitió evaluar un alto porcentaje de los ecosistemas (85%), que se clasificaron según los estudios con rangos de calidad temporal del 30 al 100% y calidad espacial del 12 al 100%. Si solo se consideran las evaluaciones con una calidad espacio-temporal superior a la media (> 50%), ocho de los 17 ecosistemas evaluados se clasifican en categorías de amenaza, lo que representa el 22,9% del área de estudio.

Figura 4.3 Estado de conservación de los ecosistemas terrestres de Chile por región.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Luebert & Pliscoff (2017).

En relación con la condición ambiental de los ecosistemas acuáticos continentales se considera que tanto los humedales altoandinos (vegas, lagunas, bofedales), como los humedales de turberas y los humedales costeros, constituyen ecosistemas frágiles. Los primeros, debido a que sus componentes hídricos y botánicos son únicos y críticos, mientras los segundos, concentrados en la Patagonia chilena, debido a que sus servicios ecosistémicos a nivel local y global son irremplazables.

Para el ambiente marino, por otro lado, no se cuenta con información suficiente de su biodiversidad, que permita dar cuenta de la pérdida y/o alteración de estos ecosistemas, así como de las especies que los componen. Una aproximación al estado de estos ecosistemas es la que proviene de estudios internacionales como el Índice de Salud General de los Océanos, el cual señala que la biodiversidad marina de Chile y su estado de conservación se encuentra en un nivel "bueno". Contrariamente, no son bien evaluadas actividades como la pesquería, acuicultura y extracción de recursos oceánicos no alimenticios, las que estarían afectando la capacidad de recuperación de los océanos y de provisión de recursos. Esto se debería a la mala calidad de las aguas, enriquecimiento de nutrientes en cuerpos de agua cerrados como bahías, canales y fiordos, destrucción del hábitat, captura incidental, liberación accidental de especies no autóctonas, y la sobreexplotación de especies hidrobiológicas de interés comercial. Por otra parte, de acuerdo con la clasificación de ecorregiones marinas para América Latina y el Caribe, previamente descrita, de las seis ecorregiones identificadas para nuestro país, sólo la de Humboldt fue catalogada como de alta prioridad para la conservación.

4.1.3 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Los servicios ecosistémicos (SE), o servicios que prestan los ecosistemas, son los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas. La Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MEA, por sus siglas en inglés) los describe en términos de: (1) servicios de suministro, como los alimentos, las fibras y el agua; (2) servicios de regulación, como la regulación de las inundaciones, sequías, pérdida del suelo y propagación de enfermedades; (3) servicios de base, como la formación del suelo y los ciclos del agua, los gases y los nutrientes; y (4) servicios culturales, como los beneficios recreacionales, espirituales, religiosos y otros intangibles (Ver Cuadro 4.11). El MEA fue un programa de trabajo internacional de cuatro años de duración, diseñado para satisfacer las necesidades que tienen los encargados de la toma de decisiones de contar con información científica sobre los vínculos entre el cambio de los ecosistemas y el bienestar humano. Fue lanzado por el Secretario General de las Naciones Unidas, entonces Kofi Annan, en junio de 2001, y sus principales informes de evaluación se publicaron en 2005.

Cuadro 4.11 Servicios ecosistémicos (SE).

Servicios de Suministro	Servicios de Regulación	Servicios Culturales
Productos necesarios para la humanidad obtenidos de los ecosistemas	Beneficios materiales obtenidos de los procesos de regulación de los ecosistemas	Beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas
Alimento Agua potable Aire respirable Combustible Fibras vegetales Fármacos Recursos genéticos	Regulación del clima Control de enfermedades Purificación del agua Purificación del aire Control de la erosión Polinización Dispersión de frutos	Espirituales y religiosos Recreación y turismo Estético Inspiracional Educativo Sentido de identidad Patrimonio cultural
Servicios de base o soporte* Formación de suelo Ciclado de Agua, Gases y Nutrientes Producción Primaria		

Fuente: Elaboración propia en base a la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (2005).
*En la clasificación más actual se ha convenido en excluir los servicios de base o soporte por considerlas funciones del ecosistema, fundamentales para la generación de servicios.

A más de 10 años del MEA, el concepto de servicios ecosistémicos (SE) se encuentra ampliamente reconocido, tanto en el ámbito científico como en el ámbito político. En el año 2012, 118 países firmaron como miembros de la Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (IPBES por su sigla en inglés), entre ellos Chile. Este acuerdo fue suscrito con la misión de evaluar el estado de la biodiversidad y sus ecosistemas y los SE que estos proveen a la sociedad. El estudio "Recopilación y sistematización de información relativa a estudios de evaluación, mapeo y valorización de servicios ecosistémicos en Chile" da cuenta de los ámbitos de investigación desarrollados en el país en torno a los SE. De acuerdo con este documento, desde el año 2004 se observa un crecimiento exponencial en el número de documentos vinculados con SE, los que están contenidos en 105 documentos clasificados como artículos científicos, tesis y otros. La mayoría de los estudios se han desarrollado en ecosistemas terrestres, a escalas locales y en ecosistemas rurales, y se han enfocado en la valoración económica de los SE.

Dentro de estos estudios se destacan el realizado por Figueroa (2010), quien estableció una aproximación preliminar del valor de los SE que proveen las áreas protegidas en Chile, obteniendo un resultado estimado de 1.368 millones de dólares anuales. Es decir, por el sólo hecho de existir, las áreas protegidas del país aportan a todos los chilenos al menos el equivalente al 0,5% del PIB. Este cálculo, sin embargo, no considera los encadenamientos económicos y de empleo hacia los sectores relacionados, por lo que la estimación está sin duda subestimada. Previamente otro estudio estimó que las áreas protegidas del SNASPE contribuyen en aproximadamente un 15% al servicio de sumidero de carbono, respecto al resto de los ecosistemas chilenos, y en aproximadamente 12% al servicio de refugio de biodiversidad. Por su parte, los ecosistemas terrestres de la zona central y sur ofrecen la mayor cantidad de servicios ecosistémicos en sus distintos niveles. Uno de ellos es el abastecimiento de agua generado por los bosques, puesto que éstos contribuyen a la infiltración, retención y almacenamiento del agua en esteros, lagos y acuíferos. Al respecto, un estudio estimó el aporte del bosque nativo al servicio de producción de agua de la cuenca de Llancahué, región de Los Lagos, obteniendo un valor entre 74.971 y 170.389 pesos chilenos por hectárea de bosque nativo.

Otro estudio, titulado “Recopilación de información de indicadores de servicios ecosistémicos a nivel nacional e internacional”, prioriza diez SE relevantes para Chile y propone criterios de calidad de indicadores para estos. Los SE analizados fueron: Almacenamiento de agua para agua potable; Purificación del agua; Regulación del clima global; Regulación del clima local y regional; Pesca comercial; Purificación y oxigenación del agua; Carácter natural; Carácter del paisaje; Paisaje cultural y Regulación hídrica. Las conclusiones del estudio muestran que aún existe una dispersión conceptual en torno al término SE, lo que dificulta el diseño de indicadores, así como también existe una dispersión de información en distintas instancias administrativas, lo que limita generar una línea base para la evaluación y monitoreo de los SE seleccionados. Además, los autores del informe mencionan que los indicadores disponibles para la mayoría de los SE no son exhaustivos y son a menudo insuficientes para caracterizar la diversidad y complejidad de los beneficios que proporcionan, mientras que, por otra parte, los datos son a menudo insuficientes para apoyar el uso de estos indicadores.

En cuanto al uso de los SE, todos somos beneficiarios. El propio desarrollo económico de nuestro país se basa en gran medida en la extracción y exportación de recursos naturales y biodiversidad y en el aprovechamiento de los servicios ecosistémicos que ellos brindan. A modo de ejemplo, en Chile el sector minero y silvoagropecuario son usuarios intensivos del servicio de provisión de agua, consumiendo 9 y 73% del recurso en el país, respectivamente. El sector silvoagropecuario, además hace uso de la productividad de los ecosistemas y de la capacidad de almacenaje de agua de los suelos; el sector pesquero se sustenta en la extracción de biodiversidad marina; mientras que el sector turismo usa el valor de la naturaleza como espacio paisajístico y recreativo. Pese a su relevancia y a la alta dependencia que el país tiene de los SE, no se han tomado los suficientes resguardos para que su explotación no reduzca la biodiversidad y amenace la mantención de estos servicios. Hasta hoy, los sectores productivos, aun cuando se benefician de los SE, no integran suficientemente acciones de conservación de estos en sus esquemas de inversión y de planificación. Algunos esfuerzos están siendo realizados en este ámbito, principalmente en el sector agropecuario, mediante la implementación de proyectos de “agroecología” o “intensificación ecológica”, los cuales tienen por objeto mejorar la producción agrícola a través de la biodiversidad, restaurando los balances ecológicos de estos sistemas y disminuyendo así la dependencia de insumos externos o complementarios. Algunos ejemplos de estas iniciativas son el “Programa Vino, Cambio Climático y Biodiversidad”, una iniciativa científica del Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB) y la Universidad Austral de Chile, cuyo objetivo es mostrar la compatibilidad entre la conservación de la biodiversidad y el desarrollo de la industria vitivinícola chilena; y el proyecto “Desarrollo de Indicadores de Biodiversidad para Aumentar la Competitividad de la Fruticultura de Exportación de la Región de O’Higgins a la Unión Europea”, ejecutado en conjunto entre la Pontificia Universidad Católica de Chile y las exportadoras Subsole S.A. y Primafruit Ltda.

La vegetación leñosa urbana desempeña un papel fundamental en la provisión de servicios ecosistémicos en las ciudades, aunque su aporte específico ha sido escasamente estudiado. En el caso de Santiago de Chile, se ha demostrado que los árboles presentes en espacios públicos contribuyen a mitigar la contaminación atmosférica mediante la captura de material particulado, especialmente de la fracción MP10. Se plantea que una mayor representación de especies nativas --en su mayoría de follaje perenne-- podría mejorar la capacidad de retención de partículas durante el otoño e invierno. Complementariamente, un análisis comparativo evaluó la provisión potencial de servicios ecosistémicos por parte de especies nativas y

exóticas presentes en Santiago. Al priorizar servicios como la mitigación de contaminantes, la eficiencia hídrica y la calidad de sombra, se observó que las especies nativas superan significativamente a las exóticas en su contribución ecosistémica, debido principalmente a su follaje perenne. En conjunto, estos antecedentes destacan la necesidad de reorientar la planificación del arbolado urbano hacia criterios funcionales y ecológicos, priorizando aquellas especies con mayor capacidad de proveer servicios clave para el bienestar urbano.



4.2 CAUSAS Y CONDICIONANTES DEL ESTADO DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

El informe de la evaluación mundial sobre la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos llevado a cabo el 2019 por la Plataforma Intergubernamental de Política Científica sobre Biodiversidad y Servicios de Ecosistema (IPBES, por sus siglas en inglés), en sus 1.800 páginas presenta el primer panorama completo del estado de la biodiversidad mundial desde 2005, con evidencia proporcionada por 400 expertos de 50 países. El informe entrega una imagen alarmante de las extinciones de especies, la disminución de la vida silvestre, la pérdida de hábitats y el agotamiento de los servicios de los ecosistemas a nivel global. Entre sus resultados, resalta una declinación de los servicios ecosistémicos, alteración del 75% de la superficie terrestre, con 66% del área oceánica bajo impactos acumulativos crecientes, y 85% del área de humedales perdida a nivel global. Producto de lo anterior se ha reducido la productividad en 23% de la superficie del planeta y la declinación de los insectos polinizadores ha puesto en riesgo un capital avaluado entre los $ 235 a 577 mil millones de dólares. Por otro lado, la abundancia de las especies nativas ha declinado globalmente llegando a un punto tal que se presume que un millón de especies podrían declinar hacia la extinción en las próximas décadas, afectando de manera irreversible la contribución que la naturaleza realiza a las personas y socavando las bases fundamentales sobre las que se sustentan nuestros sistemas socio-económicos.

El informe también ofrece un estudio exhaustivo de la interrelación entre el cambio climático y la pérdida de la naturaleza. Entre los principales contribuyentes de las alteraciones en los ecosistemas se encuentran: (1) la pérdida y degradación de hábitats; (2) la sobreexplotación de recursos, principalmente la sobrepesca); (3) las especies invasoras; (4) la contaminación; y (5) el cambio climático.

4.2.1 PÉRDIDA Y DEGRADACIÓN DE HÁBITATS

En relación con la superficie terrestre del país, la pérdida, degradación y fragmentación de los ecosistemas continúan siendo las amenazas más importantes. Los motores de estos impactos son diversos y obedecen a causas tanto antrópicas como naturales. Entre las causas antrópicas, el cambio de uso de los suelos ocasionado por la industria forestal -a través de la tala de bosques nativos y la plantación de especies exóticas como *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*-; la industria agrícola -a través del despeje de bosques para el establecimiento de pastizales y cultivos-; y la urbanización, constituye una de las mayores amenazas, principalmente en la zona central y centro-sur de nuestro país. Otros factores importantes que inciden en la pérdida de hábitats son los incendios y la desertificación. Producto del desmonte de vegetación, el sobrepastoreo y otras actividades se han afectado negativamente vastas áreas del territorio nacional, con pérdida local de especies y suelos productivos. Sobre la base del Reporte de neutralidad en la degradación de las tierras, realizado entre las regiones de Valparaíso y Aysén, se estableció que entre el 2001 y 2013, el total de superficie con cambio de uso de suelo para el bosque nativo fue de 330.505 ha; para matorrales y praderas, 959.240 ha y para humedales, 27.498 ha.

Al analizar la distribución del uso del suelo en el territorio nacional (Ver Cuadro 4.12), se observa que los mayores porcentajes de superficie están ocupados por áreas sin vegetación (22,7% desierto y áreas degradadas), tierras forestales (24,9%, incluyendo bosque nativo y mixto, y plantaciones forestales) y praderas y matorrales (38,9%). De estos últimos, una proporción importante corresponde a matorrales que han reemplazado al bosque nativo después que éste ha sido destruido, pero que poseen potencial para su restauración, al igual que otras tierras degradadas que actualmente están sin vegetación arbórea y que poseen potencial para su forestación con especies nativas.

Cuadro 4.12 Usos del suelo en Chile.

Usos de la tierra	Superficie (ha)	%
Áreas urbanas e industriales	840.995,90	1,1
Terrenos agrícolas	4.079.305,50	5,4
Praderas y Matorrales	29.346.410,70	38,9
Plantación Forestal	3.179.373,20	4,2
Bosque Nativo	15.482.121,30	20,5
Bosque Mixto	173.455,00	0,2
Humedales	833.115,10	1,1
Áreas sin vegetación	17.178.746,50	22,7
Nieves y Glaciares	2.758.478,10	3,7
Cuerpos de agua	1.452.442,00	1,9
Áreas No Reconocidas	204.030,00	0,3
Total	75.528.473,30	100

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos del Sistema de Información territorial de CONAF (SIT CONAF, https://sit.conaf.cl). Consultada en julio de 2025.

La pérdida y modificación de hábitats es una amenaza para organismos tan diferentes como hongos, helechos, mamíferos y aves. Por ejemplo, para 28 de las especies de mamíferos evaluadas con problemas de conservación en 1983, la destrucción de hábitat es una causa principal, secundaria o probable en 18 casos. De igual forma, aves rapaces especialistas de bosques y humedales se han visto afectadas negativamente por la destrucción de hábitats, en tanto otras que se encuentran en hábitats más abiertos han sido favorecidas por la reducción de cobertura arbórea. En áreas como Isla de Pascua (Rapa Nui), la transformación de hábitats y su fauna asociada ha sido tan severa que el valor heurístico de la biota de coleópteros para estudios de biogeografía y evolución ha sido drásticamente reducido. La expansión agrícola y urbana en Chile central ha provocado la fragmentación de los bosques maulinos, amenazando la sobrevivencia de numerosas especies restringidas a este ecosistema, y provocando, presuntamente, la extinción del hongo Lepiota locaniensis, el cual no ha vuelto a ser observado en los últimos 70 años. La modificación del hábitat también afecta la diversidad de peces, como por ejemplo en el río Biobío, el cual soporta una pérdida progresiva de especies de peces nativos. La contaminación, fragmentación y eutroficación de los humedales palustres urbanos (por presiones antrópicas de urbanización) del centro-sur de Chile, tiene incidencia significativa en la disminución de la diversidad de insectos, lo que a su vez, causa alteraciones en las características y atributos del ecosistema. Un caso extremo de las consecuencias de la pérdida de hábitat es lo que está experimentado la rana del Loa (Telmatobius dankoi), un anfibio

considerado micro-endémico ya que sólo es conocido en una localidad específica de Calama. En junio de 2019, se constató que el arroyo donde habitaba la única población conocida de esta especie se encontraba completamente seco, producto de los continuos desvíos de los canales de riego para uso agrícola. La población remanente, de sólo 62 individuos, fue relocalizada a la espera de su recuperación. Situaciones como esta se espera que aumenten su frecuencia en el futuro, modificando la composición y distribución de plantas y pequeños mamíferos.

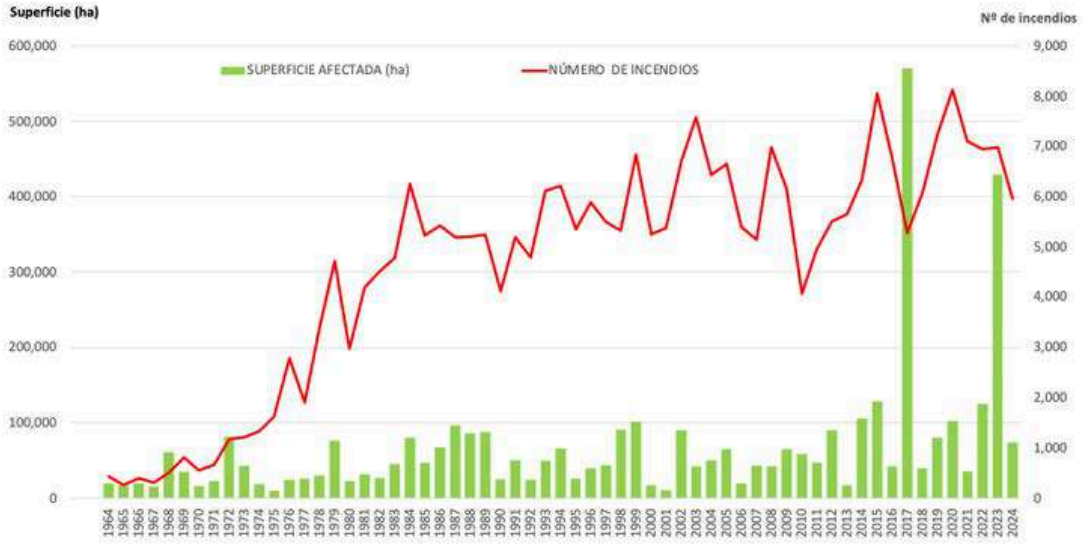
Una de las principales presiones de la zona central y centro-sur sobre el bosque nativo ha sido el desarrollo de la actividad forestal, que trajo consigo la sustitución de la vegetación nativa por plantaciones de especies exóticas de crecimiento rápido en las zonas centro y sur del país. Este tipo de actividad forestal compromete el estado de los ecosistemas no solamente por el cambio de uso de suelo y la fragmentación del hábitat, sino que también afecta la disponibilidad de agua y la calidad del suelo. Esta actividad se desarrolla justamente en el "hotspot" chileno de biodiversidad, que incluye los bosques lluviosos Norpatagónico y Valdiviano, bosques deciduos de *Nothofagus* y bosque esclerófilo y matorrales, típico de las regiones mediterráneas. Sólo en la precordillera andina de la región del Maule se perdió el 44% del bosque nativo, a una tasa anual de deforestación de 4,1% entre 1989 y 2003. Asimismo, en los últimos 20 años se ha triplicado el área de plantaciones de cultivo de paltos (*Persea americana*) y se ha duplicado el área de viñedos, dejando a los ecosistemas mediterráneos confinados a cerros isla sin conexión entre ellos. A pesar de las exigencias de certificación exigidas por parte de los compradores internacionales a las grandes empresas forestales, y la aplicación desde el año 2009 de la Ley sobre Recuperación del Bosque nativo y Fomento Forestal, la tasa anual de deforestación se ha mantenido. Para más detalle ver Segunda parte, Capítulo 3: Bosques nativos.

La expansión de las ciudades, por su parte, altera también los hábitats de la biodiversidad. Este crecimiento se genera a expensas de las áreas rurales aledañas. Por otra parte, el aumento de la población hace que las áreas periurbanas intensifiquen el uso de sus suelos y sientan la presión del mayor tránsito de ellas repercutiendo en la conservación de la biodiversidad. Un ejemplo claro de esta situación es el impacto sobre los humedales urbanos, los cuales son frecuentemente "rellenados" para construcción de viviendas y desarrollo de infraestructura de caminos y puentes. Este fenómeno ha sido particularmente importante en grandes ciudades como Concepción, en la cual el incremento de la superficie urbana ha sido identificado como la amenaza más importante sobre los humedales de la intercomuna Concepción-Talcahuano-San Pedro, contando asimismo con estudios que indican que en Concepción metropolitano, entre los años 1975 y 2000, se produjo la pérdida de 23% de los humedales. Otro proceso poco estudiado, que se ha intensificado en la última década debido al incremento del ingreso per cápita y el crecimiento de la población, es la ocupación del borde costero con urbanizaciones que en general no consideran el impacto en la conservación de la biodiversidad. Los sitios más afectados han sido el borde marítimo de las Regiones V y VI, además de los numerosos humedales costeros de la zona central y centro-sur, así como los bordes de los lagos especialmente del sur.

Así como se expanden las ciudades también ha sucedido algo similar con la agricultura. La expansión agrícola antes del decenio de los ochenta se hacía hacia territorios de poca pendiente, pero en las últimas décadas se ha proyectado hacia los cerros, mediante la elevación de las cotas de riego. La ausencia de pasadizos *ad hoc* para evitar la discontinuidad de su vegetación ha repercutido de forma importante en la pérdida del bosque esclerófilo de la región central, perjudicando también la conservación de la fauna asociada.

Otros causantes de degradación y pérdida de hábitats en Chile son los incendios forestales, cuyo aumento en la última década contribuyó al alto grado de fragmentación del bosque nativo y consecuentemente al deterioro y pérdida de otros ecosistemas y hábitats. Los incendios pueden alterar severamente la estabilidad de los ecosistemas, modificando la estructura y composición de especies, factores que sumados se traducen en una pérdida de funcionalidad del ecosistema, que es de difícil recuperación,, principalmente por los altos costos que supone su control y restauración. De acuerdo con las estadísticas de incendios de CONAF, desde los comienzos de sus registros en 1964 y hasta la temporada 2023-2024, el promedio anual de hectáreas consumidas por el fuego ha sido de 59.622 ha, con un promedio de 4.641 incendios y una tendencia al aumento a través de los años (Ver Figura 4.4). Sólo en los últimos diez años (2015-2024), se registraron en promedio 6.709 incendios, los que afectaron en promedio a más de 162.675 ha anuales, de las cuales casi un 60% correspondieron a formaciones nativas. En 2017, en particular, estas cifras se incrementaron drásticamente debido a la ocurrencia de la denominada “Tormenta de fuego”. Múltiples incendios tuvieron lugar en las Regiones de O’Higgins, Maule y Biobío y se extendieron desde el 18 de enero al 5 de febrero de 2017. Sólo en este periodo se registraron 681 incendios, afectando un total de 518.174 ha del territorio nacional, dentro de la cual 40% correspondería a ecosistemas remanentes clasificados en estado de conservación. Para más detalle sobre incendios forestales ver Segunda parte, Capítulo 3: Bosques Nativos.

Figura 4.4 Número de incendios forestales y superficie de vegetación afectada desde 1964 a 2024.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CONAF descargados en diciembre del 2022 desde https://www.conaf.cl/incendios-forestales/incendios-forestales-en-chile/estadisticas-historicas/.

4.2.2 SOBREEXPLOTACIÓN Y USO INSOSTENIBLE DE RECURSOS

La sobreexplotación es otra amenaza a la sobrevivencia de la diversidad biológica, siendo la sobreexplotación pesquera uno de los factores más importantes que amenaza la pérdida de los ecosistemas marinos y su biodiversidad. Aunque se desconoce la tasa de pérdida, se presume un daño significativo a los fondos marinos como consecuencia de años de pesquerías de arrastre con artes de pesca destructivas. Las pesquerías en la actualidad se encuentran en una denominada “sequía marina”, con la menor captura de peces en su historia.

El último informe de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura identifica el estado de situación de las 28 unidades de pesquerías sobre las cuales existe Punto Biológico de Referencia (PBR), señalando que 8 de ellas están sobreexplotadas, 3 están agotadas o colapsadas, 11 se encuentran en plena explotación y 2 se consideran sub-explotada (**Cuadro 4.13**). Dentro de las primeras se encuentran el congrio dorado (*Genypterus blacodes*), la merluza común (*Merluccius gayi gayi*) y la merluza austral (*Merluccius australis*), mientras que la merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*) y la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) de la zona sur-austral están agotadas. Esto significa que el 61,1% de los peces que actualmente se explotan en Chile se encuentra en estado de sobreexplotación o agotamiento. Por otro lado, se evidencia una situación preocupante, como es la deficiente información sobre 20 pesquerías de las cuales se desconoce su estado de conservación realmente estos recursos encontramos especies de invertebrados como el erizo rojo (*Loxechinus albus*), el chorito (*Mytilus chilensis*), el loco (*Concholepas concholepas*) y el pulpo (*Octopus mimus*), pero también algas pardas como el huiro negro (*Lessonia berteorana* y *Lessonia spicata*), huiro palo (*Lessonia trabeculata*) y huiro flotador (*Macrocystis pyrifera*). Es de particular preocupación el caso del recurso alga, el cual ha tenido una enorme expansión de desembarques y aumento de precios, debido a la alta demanda para alimentación directa y como materia prima para la extracción de ficocoloides como el agar, la carragenina y los alginatos, utilizados ampliamente en las industrias alimentaria, cosmética y farmacéutica. La presión de extracción de estos recursos ha sido persistente por décadas, ocasionando la reducción de las poblaciones (stocks) naturales a lo largo de los ecosistemas bentónicos de la costa chilena. Esto subraya la necesidad de avanzar en investigación científica que permita tomar mejores decisiones de manejo para estas especies y desarrollar también métodos de repoblamiento en beneficio del medio ambiente y de las comunidades que dependen de estas actividades.

Cuadro 4.13. Estado de pesquerías en Chile. Comparativo 2018, 2021 y 2024.

Estado de pesquerías	Nº de pesquerías		
	2018	2021	2024
Sobreexplotada	11	10	8
Agotada o colapsada	8	6	3
Plena explotación	8	9	11
Subexplotada	0	3	2
Total de unidades analizadas en el informe	27	28	28
Total de pesquerías definidas para el país	44	45	48

Otro recurso pesquero fuertemente explotado pero no considerado dentro de la pesquerías definidas para el país, es el krill antártico (Euphausia superba). Esta especie ocupa un lugar fundamental en las cadenas tróficas de los ecosistemas antárticos, concentrando entre el 95 y el 99% de la dieta de pingüinos, ballenas y focas antárticas. Además, el krill juega un papel relevante en la regulación de CO2 en la atmósfera, ya que sus restos hunden carbono a aguas profundas, donde puede permanecer por largos periodos de tiempo. Hasta 23 millones de toneladas anuales de carbono podrían dejarse fuera de circulación a través de este proceso. Sin embargo, esta especie está siendo amenazada debido al cambio climático y la pesca industrial, siendo la única especie en la Antártica que es explotada por la pesquería en niveles industriales. Las últimas estadísticas indican una biomasa de capturas de 100.000 toneladas anuales, siendo Japón el principal productor (45%), seguido de Rusia (11%), Ucrania (11%), Polonia (10%) y Chile (1%).

En síntesis, las principales amenazas a la biodiversidad marina producto de la sobreexplotación son el deterioro de sus poblaciones explotadas, la reducción del tamaño promedio del recurso y reducción de sus poblaciones, el deterioro de los ecosistemas marinos bentónicos y pelágicos, tanto costeros como oceánicos, los cambios en la estructura trófica comunitaria y, la pérdida de biodiversidad, entre otros. Para más detalles ver Segunda parte, Capítulo 6: Ecosistemas marinos y del borde costero.

En el ámbito terrestre, el reemplazo de los ecosistemas por agroecosistemas altamente artificializados, se hace sobre la base de la eliminación de la cubierta vegetal e interviniendo el suelo en sus primeros horizontes, eliminando así gran parte de la biodiversidad original. Las áreas de secano del país, además de una agricultura temporal, están, en su mayor parte, sometidas al estrés de una ganadería extensiva. Esto es observable en el Norte Chico, en todo el secano costero e interior, en parte de la precordillera de Los Andes y en las estepas de la Patagonia. El sobrepastoreo generalizado en estas áreas, rompe las cadenas tróficas, compacta y agota los suelos, y elimina especies, tanto vegetales como animales. Las explotaciones ovinas, que predominan en la Patagonia, por el poder selectivo de los ovinos, han hecho desaparecer numerosas especies vegetales.

La extracción maderera constituye también una importante amenaza para la conservación de la biodiversidad, específicamente para la conservación del bosque nativo. De acuerdo con la Corporación de Desarrollo Tecnológico, CDT (2015), el 33,2% de las viviendas del país (1.721.032), utilizan leña, siendo especialmente relevante en las Regiones de la Araucanía, Los Ríos, Los Lagos y Aysén, donde más del 90% de las viviendas la utilizan. El consumo total a nivel nacional alcanza los 11.770.675 de m3 estéreos por año, de los cuales un 58% corresponde a leña nativa, siendo el roble o hualle (Nothofagus obliqua) la especie más consumida.

4.2.3 ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS (EEI)

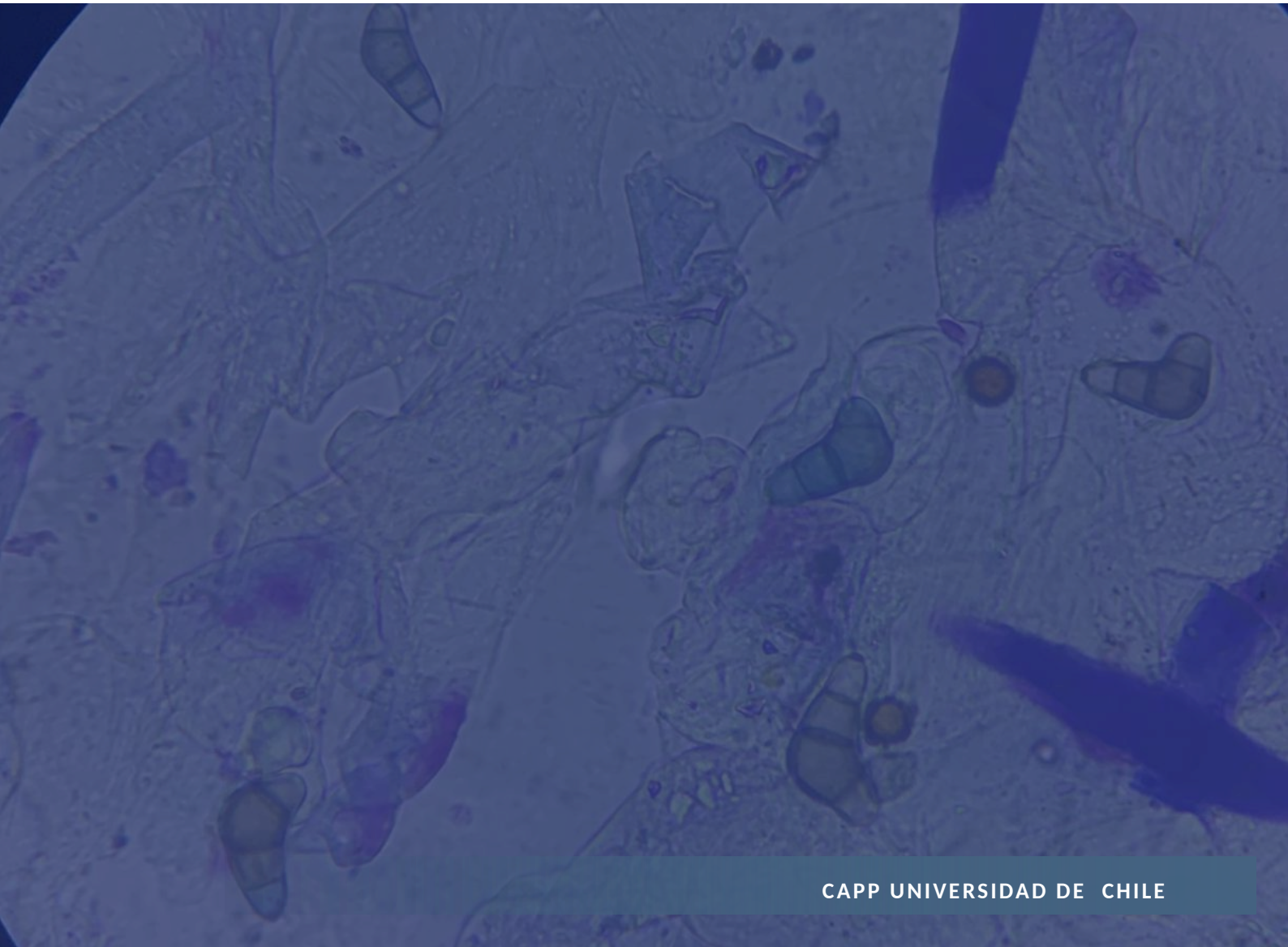
Las invasiones biológicas se definen como aquellos eventos en que una especie exótica (i.e., introducida desde otra región) expande su rango geográfico de distribución debido a la acción directa o indirecta del ser humano, mostrando un crecimiento poblacional acelerado, ocupando regiones en que previamente no se encontraba . Según la Convención de la Diversidad Biológica CDB (1992) las especies exóticas invasoras (EEI) corresponden a "plantas, animales, patógenos u otros organismos que son exóticos a un ecosistema, y que pueden causar perjuicios económicos o daños ambientales y afectar la salud humana. Particularmente aquellos organismos que afectan en forma negativa la biodiversidad, provocando la declinación y/o extinción de especies nativas, a través de competencia, depredación, o transmisión de enfermedades, y por la disrupción local de ecosistemas y sus funcionamientos". En Chile, hoy se tiene claridad que las EEI son una amenaza creciente para la conservación de la biodiversidad, generando impactos en múltiples escalas, ya que depredan a las especies nativas, compiten por recursos, transmiten enfermedades, alteran y fragmentan los ecosistemas y degradan los servicios ecosistémicos con efectos sociales y económicos importantes.

La introducción de especies en el país tiene una larga historia que se inició con la llegada de los españoles en el siglo XVI. Algunas de estas especies han ingresado a territorio nacional desde hace muchos años, con lo cual ya cubren proporciones significativas del país. En cambio, hay algunas que a pesar de haber arribado a Chile sólo recientemente, han tenido un aumento notable en los últimos años. En el 2014, a través de un diagnóstico de la situación de las especies exóticas, se contabilizaron más de 2.000 especies asilvestradas o naturalizadas en el territorio nacional; de ellas, 25 están clasificadas dentro de las 100 especies invasoras más dañinas del mundo.

Entre estas últimas destacan la trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss), la avispa chaqueta amarilla (Vespula germánica), la tortuga de orejas rojas (Trachemys scripta), el espinillo (Ulex europeaus), el conejo europeo (Oryctolagus cuniculus), el jabalí (Sus scrofa) y el ciervo rojo (Cervus elaphus).

En el año 2017, en el marco del proyecto EEI-AJF del GEF/MMA/PNUD, se publica el primer catálogo de especies exóticas asilvestradas/naturalizadas en Chile. Los resultados de este trabajo, en conjunto con otras actualizaciones de grupos puntuales (e.g., plantas vasculares), dan cuenta de un total de 1.170 especies exóticas registradas para Chile (Ver Cuadro 4.14). Dentro de los grupos más abundantes se encuentran las plantas vasculares, con un total de 818 especies, representando 15% del total de este grupo presente en el territorio. Este porcentaje es alto si se compara con otros países de Latinoamérica como Ecuador, donde sólo se han contabilizado 595 especies de plantas introducidas de una flora total de 16.000. El segundo grupo más abundante corresponde al de los invertebrados (164 especies), siendo la mayor parte de ellos insectos.

Los vertebrados por su parte suman un total de 67 especies exóticas. En términos comparativos el número de vertebrados exóticos invasores en Chile es bajo en proporción al total de especies nativas y solo representan el 3,9% de los casi 610 vertebrados terrestres presentes. No obstante, esta baja proporción de vertebrados exóticos *versus* nativos, se puede destacar la alta proporción de exóticos invasores en este taxón. Esto se debe a que los animales al desplazarse, y algunos contar con ámbitos de hogar extensos, pueden interactuar en forma autónoma con la biodiversidad nativa, con mayor facilidad que las plantas. A la fecha se tiene el registro de 13 aves exóticas de las cuales dos son consideradas invasivas; con respecto a los mamíferos se reconocen 23 especies exóticas, de las cuales 14 son consideradas invasivas. Una importante proporción de estos mamíferos exóticos son animales domésticos, los cuales pueden adaptarse a la vida silvestre una vez liberados de la acción humana e interactuar con nuestra biodiversidad. Para los peces dulceacuícolas se han descrito 28 especies exóticas, de las cuales cuatro son reconocidas como invasivas. Si bien poco se conoce sobre el impacto de los peces exóticos en la fauna íctica nativa, este podría ser dramático dado que solo existen 42 especies dulceacuícolas en todo Chile, de las cuales 35 son endémicas. Esto es equivalente a introducir un depredador tope en una isla, y para el caso de los sistemas dulceacuícolas en Chile, las especies nativas principalmente afectadas serían los galáxidos. Finalmente se ha documentado la presencia de un anfibio exótico, el cual se encuentra asilvestrado y dos reptiles con altos potenciales invasivos.



Cuadro 4.14 Especies exóticas asilvestradas descritas en Chile.

Grupo Biológico	Nº de especies
Microalgas	**4**
Diatomeas	1
Dinoflagelados y Silicoflagelados	3
Macroalgas	**17**
Phaeophyta (pardas)	2
Chlorophyta (verdes)	3
Rhodophyta (rojas)	12
Plantas no vasculares (hepáticas, musgos, antóceros)	**29**
Bryophyta (musgos)	16
Marchantiophyta (hepáticas)	12
Antohocerotophyta (antóceros)	1
Plantas vasculares	**818**
Pteridofitas (helechos y licopodios)	5
Gimnospermas (pinófitas y gnetófitas)	5
Liliopsida (Monocotiledóneas)	216
Magnoliopsida (Dicotiledóneas)	592
Hongos y Líquenes	**71**
Invertebrados	**164**
Anélidos	8
Artrópodos Hexápodos	109
Artrópodos Quelicerados	1
Artrópodos Crustáceos	4

Moluscos	42
Vertebrados	**67**
Peces (aguas continentales)	28
Anfibios	1
Reptiles	2
Aves	13
Mamíferos (terrestres y marinos)	23
Total	**1.170**

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida desde PNUD (2017), Rodríguez et al. (2018) y base de datos del Inventario Nacional de especies de Chile del MMA, consultada en julio 2019.

Ejemplos emblemáticos de los impactos que están dejando vertebrados invasores en nuestro país son los casos del castor americano (Castor canadensis) y del visón (Neovison vison). El castor, presente en ecosistemas de aguas continentales de Tierra del Fuego en Chile y Argentina, es la especie exótica invasora de la que se tiene mayor conocimiento. En el año 1946, 20 castores fueron introducidos en la porción argentina de Tierra del Fuego, traídos desde Canadá y noreste de Estados Unidos, para crear una industria peletera local. Al no prosperar la industria, los castores fueron liberados en la ribera del Lago Fagnano, expandiendo su área de distribución en el continente, incluyendo territorio chileno. En la actualidad, existe una población estimada de entre 65.000 y 110.000 individuos en el archipiélago fueguino. Su velocidad de expansión terrestre varía según los ecosistemas colonizados, pudiendo llegar a superar los 6 km anuales. La invasión del castor ha modificado ríos y turberas de Tierra del Fuego, provocando una pérdida de bosque nativo estimada en 23.000 ha. Además, se estima que, en los últimos 20 años, Chile perdió al menos US$ 69.606.555 por la presencia del castor en territorio nacional.

El caso del visón (*Neovison vison*) es similar, y sus perjuicios son aún más devastadores. Esta especie de mustélido de origen norteamericano, fue introducido inicialmente en Punta Arenas en los años 1930s, seguido por una segunda introducción a finales de los años 1960s a la región de Aysén, ambas introducciones con fines de explotación de pieles. Después de cierto tiempo, se produjeron escapes accidentales y/o liberaciones al medio silvestre, desde donde se desarrolló la expansión natural del visón hacia nuevas regiones en Chile. En la actualidad se encuentra presente en la región de La Araucanía desde la cuenca del río Cautín al sur, luego en las regiones de Los Ríos, Los Lagos y Aysén, incluyendo recientemente la colonización de la Isla de Chiloé, y Magallanes continental e insular. Entre los impactos que ejerce esta especie se han descrito efectos en la actividad agropecuaria local, potencial impacto negativo en el turismo, impacto en las tramas tróficas por diseminación del didymo (ver más abajo), distribución de patógenos, impactos sobre vertebrados e invertebrados a través de la depredación y la competencia, entre otros123.

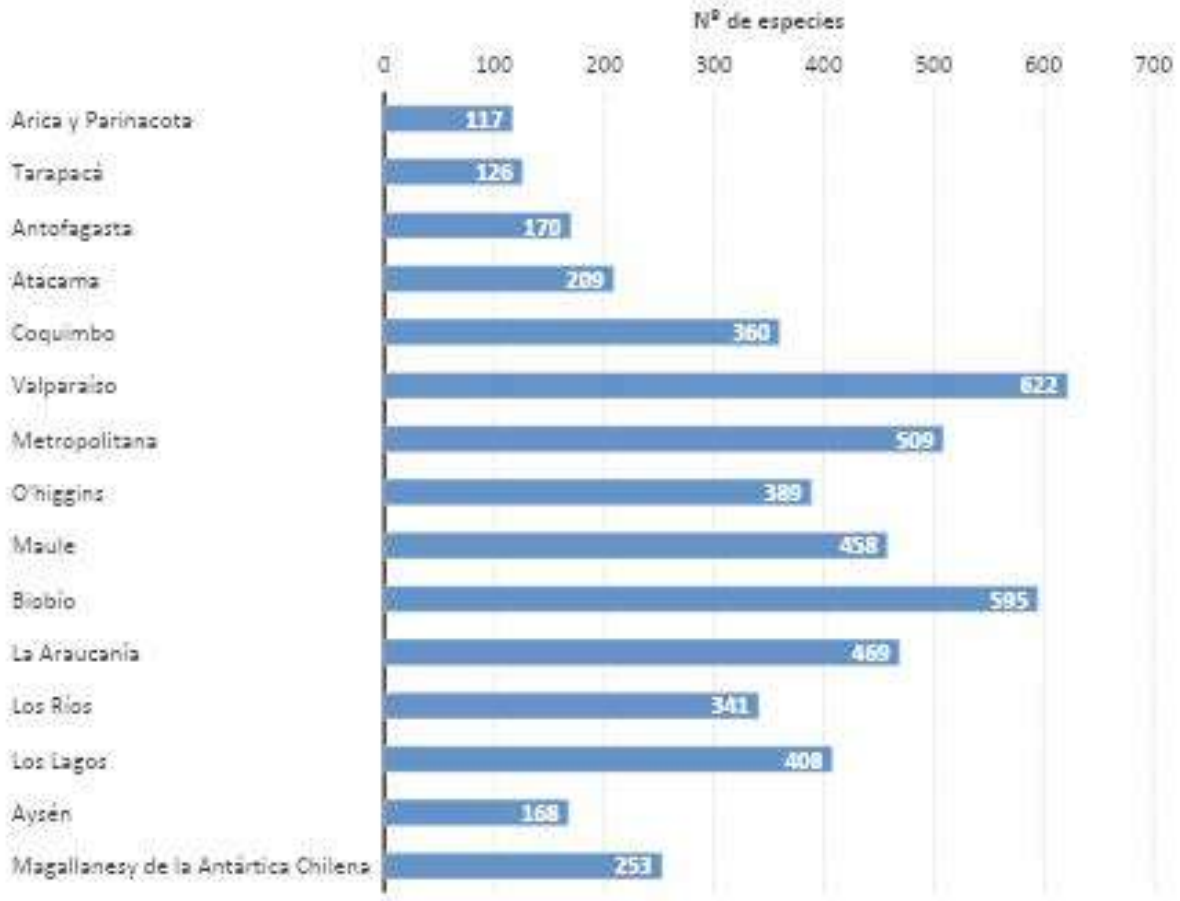
Especies exóticas asilvestradas correspondientes a grupos como las algas, los hongos y plantas no vasculares, más difíciles de identificar, son aún poco conocidas. Dentro de los pocos casos estudiados se destacan los ejemplos de la macroalga *Codium fragile* y la microalga *Didymosphenia geminata.* Esta diatomea, más conocida como didymo, fue registrada por primera vez el 2010 en el sur de Chile, desconociéndose cuándo y cómo fue introducida al país. El didymo se ha propagado masivamente, modificando los ecosistemas de ríos y lagos, provocando la disminución de las poblaciones de peces y otras especies, afectando también la industria turística y generando un alto costo de gestión para su control.

En cuanto a la distribución regional de las especies exóticas, el mayor número se distribuye entre las Regiones de Coquimbo y Los Lagos, en un rango que varía entre 341 y 622 especies por región (**Ver Figura 4.5**); mientras que en el extremo norte se registra el menor número de especies introducidas, con 117 y 126 especies en las Regiones de Arica y Parinacota y de Tarapacá, respectivamente (**Ver Figura 4.5**). Por otra parte, algunas especies tienen una distribución territorial nacional, es decir que están presentes en las 16 regiones del país. Ejemplos de esto son las plantas introducidas *Erodium cicutarium, Medicago sativa* y *Chenopodium album*.

En Chile, la normativa e institucionalidad respecto de las EEI ha sido orientada principalmente al tratamiento de plagas desde la perspectiva sanitaria y de sus efectos negativos sobre sectores productivos. En consecuencia, las normas existentes, por regla general, tienen por objeto principal el resguardo de los sectores productivos, constituyendo el aspecto ligado a la protección de la biodiversidad un espacio residual y marginal. Además, un problema mayor para la gestión de las EEI en Chile es la actual dispersión normativa e institucional de las competencias sectoriales ambientales, lo que genera dificultades para gestionar y controlar las EEI por la falta de integración en la actuación del Estado. Por un lado, el Servicio Agrícola Ganadero (SAG) es el principal responsable de la gestión preventiva pre-frontera de las EEI en el ámbito terrestre, mientras que en el ámbito de las especies hidrobiológicas estas competencias recaen en la Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA). En el control post-frontera, el principal organismo con potestades para ejercer control sobre las EEI es la Corporación Nacional Forestal CONAF, pero sólo dentro de las áreas protegidas. El SAG, por su parte, también cumple una labor en este aspecto, a través de la detección precoz de plagas en vegetales y enfermedades animales y desarrollo de mecanismos de respuesta temprana a la detección de estas. El MMA no tiene actualmente atribuciones que le faculten prevenir el ingreso al país de una especie exótica potencialmente peligrosa para la biodiversidad, y solo puede actuar de manera indirecta a través de la difusión, sensibilización y coordinación con instituciones públicas.

En este contexto, y para dar cumplimiento a los compromisos internacionales (CDB, 1992) y nacionales (Estrategia Nacional de Biodiversidad, 2003 y su Plan de Acción), el año 2005 se constituye el Comité Operativo para la Prevención, el Control y la Erradicación de las Especies Exóticas Invasoras (COCEI), el que se reúne periódicamente desde tal fecha, para establecer las prioridades de gestión sobre las EEI. Parte del trabajo de este comité ha sido el desarrollo de la actual Estrategia Nacional Integrada para la Prevención, el Control y la Erradicación de las EEI, la cual deberá complementarse en un futuro con un Plan de Acción Nacional de gestión de EEI que permita la implementación de esta estrategia (Ver Anexos 4.5 y 4.6).

Figura 4.5 Distribución regional de las especies exóticas presentes en Chile.



Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida en PNUD (2017).

4.2.4 CONTAMINACIÓN

La contaminación es una de las grandes causas de pérdida de biodiversidad que se genera por la presencia de sustancias o combinación de éstas, en concentraciones y permanencia superiores a las encontradas usualmente en un ecosistema natural. Las actividades humanas no sostenibles son las principales causantes de la contaminación ambiental. Es así como en la zona norte, por ejemplo, como consecuencia de la actividad minera, la sobreexplotación del recurso agua ha secado bofedales y vegas alterando el medio con la consecuente afectación de la biodiversidad, proceso que ha seguido agravándose en las últimas décadas. El peso de la minería en la economía nacional ha influido para que este problema no tenga una solución definitiva. Los pasivos mineros (relaves abandonados), en especial de minas antiguas y de tamaños menores, han seguido contaminando suelos y cursos de agua, con efectos que en muchas ocasiones han llegado hasta el mar.

La zona central, dedicada a la agricultura, presenta problemas de fuentes difusas, con alta carga orgánica provenientes de actividades agropecuarias, industriales y de asentamientos humanos. Finalmente, en la zona sur la acuicultura, y en particular la salmonicultura, genera diversas presiones sobre la biodiversidad en la columna de agua, el fondo marino y la costa. Se estima que la gran cantidad de antibióticos, especialmente de derivados de quinolona, usados en los últimos 20 años en salmonicultura, en los estuarios de la región de Los Lagos, seleccionará y favorecerá la diseminación de genes de resistencia y de bacterias resistentes entre

los ambientes acuáticos y terrestres, impactando negativamente la salud animal y humana. Por cada tonelada de salmón producida en Chile se usan 36.600 veces más antibióticos que en Noruega . En la actualidad se ha impulsado el desarrollo de profundas reformas orientadas a la realización de prácticas más sustentables en el sector, tales como la diversificación de la industria hacia otros cultivos y la realización de la actividad a menor escala, entre otras medidas.

4.2.5 CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático es una amenaza para los distintos niveles de la biodiversidad (genes, especies, ecosistemas y paisajes) y sus efectos podrían producir extinciones para un gran número de especies, así como el desplazamiento de otras provocando una reestructuración de las comunidades y ecosistemas de los que forman parte. El sexto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), concluye que el calentamiento de la atmósfera, el mar y la tierra debido a la influencia humana es inequívoco. Se han producido cambios rápidos y generalizados en la atmósfera, el océano, la criósfera y la biósfera. Desde 2011 (mediciones recogidas en el IE5), las concentraciones han seguido aumentando en la atmósfera y en el año 2019 alcanzaron medias anuales de 410 partes por millón (ppm) de dióxido de carbono (CO2), 1.866 partes por billón (ppb) de metano (CH4) y 332 ppb de óxido nitroso (N2O). La tierra y el océano han absorbido una proporción casi constante (a escala global, alrededor de 56% anual) de las emisiones de CO2 procedentes de las actividades humanas durante las últimas seis décadas. Desde 1950, muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en los últimos decenios, siglos y milenios, incluyendo el aumento en la frecuencia y la intensidad de los episodios de calor extremo y de precipitaciones intensas y sequías simultáneas a nivel global. Desde mediados del siglo XIX, el aumento promedio de la temperatura de la superficie terrestre ha sido de 0,85°C. A escala mundial, los niveles del mar aumentaron con mayor rapidez que en los dos milenios anteriores. En muchas partes del mundo, incluida América Latina, el cambio en la frecuencia y volumen de las precipitaciones está alterando los sistemas de agua dulce, lo que afecta la calidad y la cantidad de agua disponible, y en consecuencia el equilibrio de los ecosistemas terrestres, costeros y marinos. Un informe especial del año 2018 del IPCC establecía que limitar el calentamiento global a 1,5°C en lugar de los 2°C previamente establecidos, tendría beneficios claros para las personas y los ecosistemas naturales, lo que demandaría cambios de gran alcance y sin precedentes en todos los aspectos del funcionamiento de la sociedad humana. El más reciente informe de evaluación de cambio climático del IPCC sobre Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad (IPCC, 2022) entrega nueva evidencia sobre las consecuencias del cambio climático en diferentes sectores y regiones del mundo. Dicha evidencia señala que el cambio climático está afectando la naturaleza, las vidas de las personas y la infraestructura a nivel global, poniendo en peligro necesidades básicas como el acceso al agua y los alimentos de miles de millones de personas, y amenazando el objetivo de conseguir un desarrollo sustentable que evite alcanzar el límite de calentamiento de 2°C.

Se espera que el cambio climático afecte a todos los aspectos de la biodiversidad y se le considera una presión adicional a las múltiples actividades humanas que han causado y seguirán causando una pérdida en biodiversidad, a nivel mundial. El efecto general del cambio climático, provocado por el ser humano, muestra con alta confiabilidad, que muchas especies de ecosistemas terrestres han cambiado sus rangos geográficos, sus actividades estacionales, abundancias, e interacciones con otras especies. Es probable que se modifique la composición de la mayoría de los ecosistemas actuales, ya que es difícil que las especies que componen dichos ecosistemas cambien de emplazamientos todos a la vez. Cambios en la frecuencia e intensidad de los fenómenos climáticos podrían modificar la extensión y emplazamiento de los ecosistemas, cuya estructura y funcionalidad deberá adaptarse a condiciones climáticas diferentes a las actuales. Aunque a la fecha sólo unas pocas extinciones de especies han sido atribuidas con alta confiabilidad al cambio climático, se conoce con alta certeza que cambios climáticos naturales ocurridos en los últimos millones de años a tasas muchísimo más lentas que el actual cambio climático antropogénico, han causado alteraciones en los ecosistemas y extinciones de especies significativas. Muchas especies, especialmente las más vulnerables, podrían sufrir la extinción en el intento por adaptarse a un clima diferente.

Chile es un país particularmente vulnerable a los efectos del cambio climático por cumplir con siete de las nueve características de vulnerabilidad. Las especies y ecosistemas terrestres, acuáticos continentales y marinos del país, han evolucionado dentro de ciertos rangos de eficiencia y tolerancia en relación con los parámetros climáticos. No obstante, los cambios acelerados que se están produciendo podrían modificar los patrones de temperatura y precipitaciones, probablemente más allá de los umbrales de tolerancia biológica, que hasta ahora los ecosistemas y especies han enfrentado. Debido a esta vulnerabilidad, se han realizado distintos estudios para modelar el comportamiento futuro de las especies y los ecosistemas terrestres en Chile, frente a escenarios de cambio climático. En 2010, el Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), encomendado por la entonces Comisión Nacional de Medio Ambiente CONAMA, desarrolló el estudio denominado “Vulnerabilidad de la biodiversidad terrestre en la ecorregión mediterránea, a nivel de ecosistemas y especies, y medidas de adaptación frente a escenarios de cambio climático”. En relación con la distribución y dispersión de las especies, el estudio señala que las consecuencias de este cambio dependerían fundamentalmente de la capacidad de dispersión o migración a gran escala con que cuenten las especies estudiadas.

Considerando que las especies tienen limitaciones para dispersarse cuando cambian las condiciones ambientales en sus áreas tradicionales, la gran mayoría de las 1.447 especies de flora terrestre y las 67 especies de fauna analizadas, presentarían reducciones en su área de distribución proyectada. Los impactos del cambio climático sobre 36 ecosistemas evaluados en este mismo estudio muestran un patrón de variación latitudinal en casi todas las unidades presentes en la zona costera e interior del norte y centro de Chile. Al tener climas más cálidos, se trasladarían las condiciones actuales desde la zona norte hacia las zonas central y austral, con lo cual se podrían ver influenciadas de manera importante las comunidades vegetales y faunísticas asociadas. Por ejemplo, los herbívoros de la zona austral podrían verse beneficiados, al generarse condiciones para un mayor crecimiento de la biomasa vegetal. Así también, las unidades con vegetación esclerófila y espinosa son las que muestran mayor variación en sus rangos de distribución actuales. La mayor cantidad de cambios en las unidades de vegetación estimados hacia fines de siglo ocurriría en la zona central de Chile, área donde los ecosistemas experimentarían mayor dinamismo. En este contexto, la vegetación del “hotspot” de clima mediterráneo y templado sería altamente vulnerable a dichos cambios.

Para el caso de los humedales altoandinos en el extremo norte del país, ocho sitios correspondientes a las cuencas con mayor cantidad de hábitat de humedal fueron utilizados en el estudio antes mencionado (Cuenca altiplánica, Cuenca del Río Lluta, Cuenca del Salar de Atacama, Cuenca del Río Loa, Cuencas Endorreicas del Salar de Atacama, Cuenca Norte Salar de Pedernales, Cuenca Vertiente Pacífico, Cuenca Río Huasco). Los resultados del análisis indican que el balance hídrico futuro se caracterizará por una tendencia al aumento de las temperaturas y reducción del agua de precipitaciones, caudales y escorrentía superficial, siendo estos últimos los principales sostenedores de los humedales de esta zona, lo que significaría un perjuicio en la estabilidad y funcionalidad ecológica de estos ecosistemas.

De manera complementaria, en el estudio realizado por el Centro de Agricultura y Medio Ambiente de la Universidad de Chile (AGRIMED) se analizó el estrés bioclimático sobre cada uno de los 127 pisos vegetacionales de Chile. El estrés bioclimático se estima como una función de las diferencias entre las condiciones promedios durante el período 1980-2010 (considerado línea base) y las condiciones climáticas esperadas en 2030 y 2050. En base a este concepto e incorporando además otras variables no climáticas que inciden en la vulnerabilidad de los ecosistemas, se identifican como especialmente afectados para el escenario del año 2050 los pisos de vegetación situados en la zona central del país, entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos. Entre ellos, los más vulnerables serían algunos pisos de vegetación pertenecientes a las formaciones vegetacionales Bosque Esclerófilo, Bosque Caducifolio y Bosque Laurifolio. Los autores consideran que la velocidad de adaptación de las comunidades de plantas y animales no es compatible con la rapidez con que se prevé que seguirán ocurriendo los cambios climáticos en el mundo. Aunque el territorio chileno posee condiciones particularmente favorables para atenuar la magnitud de los cambios en las temperaturas, esto no es equivalente en el caso de las precipitaciones, las cuales amenazan con seguir disminuyendo durante varias décadas más, poniendo en riesgo seriamente a los recursos hídricos y a la vegetación natural, que debería adaptarse en una importante extensión del territorio a una condición algo más árida. Los resultados del estudio señalan, también, que la región central mediterránea del país podría ser la más afectada por la disminución de las precipitaciones; para dicha zona se ha indicado como probable para el año 2040, una reducción superior a 30% en el promedio anual de las precipitaciones. En las regiones altas, arriba de los 2.000 m, se sentiría con fuerza el aumento de la temperatura, lo cual hará que los ecosistemas de altura requieran particular atención, no sólo por la amenaza climática, sino porque cumplen un importante rol regulador hídrico en las partes altas de las cuencas.

En ambientes marinos, para Chile se pronostican aumentos del nivel medio del mar al año 2100, del orden de los 20 cm entre los 30° y 60° S y de 25 cm entre los 20° y 30° S. Los vientos superficiales se fortalecerán pasando de un promedio de 6,5 m/s en el período 2000-2005, a 7,5 m/s en el período 2071-2100, efecto que asociado a las surgencias tenderían a enfriar las aguas superficiales. Pese a la relevancia del sector pesquero y acuícola dentro de la economía nacional, actualmente Chile no cuenta con un nivel de información detallada respecto de los efectos del cambio climático sobre dichas actividades; lo cual es relevante, dado que se espera que el cambio climático traiga consigo una reorganización de las comunidades de plancton, y en consecuencia, genere efectos sobre especies vinculadas a la pesca. Otro de los efectos esperados se relacionaría con la distribución y la abundancia de mamíferos marinos. Sumado a lo anteriormente señalado, se pronostica la posibilidad de que aumenten eventos con mínima concentración de oxígeno, con repercusiones en la fauna costera y marina, así como cambios en la temperatura y salinidad donde se concentran cultivos marinos, lo cual podría causar la diseminación de enfermedades.

4.3 INSTRUMENTOS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

4.3.1 CONTEXTO GLOBAL

Los instrumentos para la gestión ambiental son herramientas de política pública que, mediante regulaciones, incentivos o mecanismos que motivan acciones o conductas de agentes, permiten contribuir a la protección del medio ambiente y, prevenir, atenuar o mejorar problemas ambientales.

Chile ha adoptado importantes compromisos globales que contribuyen a la protección de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (ver Anexo 4.5). En el año 1994, Chile ratificó el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), comprometiéndose a implementar acciones para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad. En el 2010, la CDB instó a los países a actualizar sus Estrategias Nacionales de Biodiversidad (ENB) de acuerdo con el "Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi". Este plan estratégico propone 20 metas mundiales (Metas de Aichi, Anexo 4.6), orientadas a detener la pérdida de diversidad biológica a nivel global y enfrentar a través de las acciones de política pública y privada, las causas subyacentes que provocan su pérdida y deterioro.

Por su parte, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), en sus "Perspectivas Ambientales al 2050", plantea la necesidad de fortalecer las políticas públicas y los instrumentos para abordar de mejor manera las presiones directas sobre ella, a través de la promoción del uso sustentable, la inserción de los objetivos de biodiversidad en las políticas y planes intersectoriales, y la protección y restauración de ecosistemas y hábitats, entre otros aspectos. En la misma línea, el nuevo pacto social global que da origen a la "Agenda de Desarrollo Sostenible al 2030" de las Naciones Unidas, plantea 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que buscan enfrentar los problemas sociales, económicos y ambientales que aquejan a los países y al planeta (ODS, Anexo 4.6). De acuerdo con dicha agenda no es posible superar la pobreza, el hambre y la desigualdad si, entre otros, no se avanza seriamente en la protección y uso sostenible de la biodiversidad y los recursos naturales.

Anteriormente, Chile ya había suscrito otras convenciones y tratados en materia ambiental, tales como la Convención de Washington; la Convención Ramsar o de Humedales de Importancia Internacional; el Protocolo para la Conservación y Administración de las Áreas Marinas y Costeras del Pacífico Sudeste; la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) y su Protocolo de Kyoto, entre otros (Ver Anexo 4.5). En este contexto, diversos esfuerzos fueron realizados por Chile en el avance de la institucionalidad ambiental, los cuales culminaron con la aprobación de la Ley de Bases Generales sobre el Medio Ambiente (Ley N°19.300 de 1994) y la creación de la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA), como ente coordinador de las distintas instituciones del Estado con competencias relacionadas con el medio ambiente. Asimismo, en el marco de la adhesión del CDB (1992), Chile diseñó y aprobó en 2003 una Estrategia Nacional de Biodiversidad y un Plan de Acción Nacional orientados a conservar y dar uso sostenible a los ecosistemas terrestres y marinos. Para más detalle, ver Tercera Parte de este Informe País.

El año 2010, con la modificación de la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente (Ley N°20.417, 2010) se reforma profundamente la institucionalidad ambiental, creando el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y se compromete la creación de un servicio público encargado de la conservación de la biodiversidad y, en particular, de la administración de las áreas protegidas del país. Así en marzo de 2011, el Ejecutivo ingresó al Congreso el Proyecto de Ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (proyecto de ley del SBAP, boletín N°7.487-12). Como su título indica, el proyecto de ley tiene por objeto la conservación de la diversidad biológica del país, a través de la preservación, restauración y uso sustentable de las especies y ecosistemas. Asimismo, esta ley permitirá la implementación de instrumentos y mecanismos que ayuden a reducir la pérdida de hábitats de especies nativas, la contaminación, los impactos de especies exóticas invasoras, la sobreexplotación de especies y los efectos del cambio climático global. Luego de un segundo ingreso del proyecto de ley (boletín N°9.404-12) y varios años de tramitación, este proyecto fue finalmente aprobado en su primer trámite constitucional en el Senado y continúa su tramitación en la Cámara de Diputados. Su aprobación es clave para completar la institucionalidad ambiental de Chile. Un resumen de los principales instrumentos normativos en material de biodiversidad se puede ver en el **Anexo 4.7**.

4.3.2 LA ESTRATEGIA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD

Chile en el año 2003 aprobó su primera Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENB 2003), cuyo propósito general era “conservar la biodiversidad del país, promoviendo su gestión sustentable, con el objeto de resguardar su capacidad vital y garantizar el acceso a los beneficios para el bienestar de las generaciones actuales y futuras”. La evaluación de esta Estrategia, presentada por el MMA a través del quinto informe nacional de biodiversidad de Chile (2014), concluye que el 50% de las acciones propuestas fueron realizadas. Entre las razones por las cuales determinadas acciones no fueron realizadas, se cuentan principalmente factores como la falta de voluntad política junto con el cambio en las prioridades de trabajo de las entidades encargadas de llevar a cabo la ejecución de las acciones. En cuanto a las metas, el 85% de ellas presentaron un cumplimiento bajo y medio-bajo, mientras que el 15% restantes presentó un cumplimiento medio-alto. Ninguna meta fue cumplida con un nivel alto.

A 10 años de la ENB 2003, y a la luz de los compromisos adquiridos por Chile en materia internacional, particularmente con el CDB, el año 2013 se inició un trabajo multisectorial con actores públicos y privados para actualizar la estrategia vigente y generar un instrumento de política pública que incorporase las Metas Aichi y los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) (**Ver Anexo 4.6**), considerando a su vez las prioridades del país. El impulso a este proceso comenzó con la aprobación del Proyecto GEF/PNUD/MMA “Planificación Nacional de la Biodiversidad para apoyar la implementación del Plan Estratégico de la Convención de Diversidad Biológica, 2011-2020”, financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés) donde entre otras cosas, se constituye un Comité Directivo Asesor del Proyecto (CDAP), para avanzar en la elaboración de una propuesta de marco político para la nueva Estrategia.

Otro avance, sólo en la planificación y creación de instrumentos, se ha logrado a través de la actualización de los planes de acción de la Política Nacional para la Protección de Especies Amenazadas, la Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales en Chile, y la Política Nacional de Áreas Protegidas, permitiendo mejorar algunos de los esfuerzos que nacieron al alero de la ENB 2003. Además, a partir de los vacíos identificados en la ENB 2003, se crearon dos nuevos instrumentos, la Estrategia Nacional para la Gestión de Especies Exóticas Invasoras, y la Estrategia Nacional para la Conservación Marina y de Islas Oceánicas. Por otro lado, el año 2014 fue aprobado por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad el Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad. Este plan constituye un avance para la implementación de esta nueva Estrategia, al igual que el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y los Planes Sectoriales de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura. En el 2015 se elaboraron también 15 diagnósticos del estado y tendencia de la biodiversidad a nivel regional, que deberían servir de insumo para la actualización de los Planes de Acción Regionales del 2017 en adelante.

Luego de todo este proceso y a 14 años de la primera ENB, se elabora en Chile la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030 (ENB) y su Plan de Acción, ambos aprobados el 05 de enero de 2018 por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad. Este nuevo instrumento de política pública establece los principales lineamientos estratégicos y metas nacionales en materia de conservación y uso sustentable de la biodiversidad al 2030 y se basa en los siguientes principios orientadores: (1) La biodiversidad es la base del bienestar humano; (2) La equidad y acceso a los beneficios es una prioridad; (3) La conciencia pública y la cooperación son la base para la conservación de la biodiversidad; (4) La intersectorialidad es esencial para la gestión de la biodiversidad; (5) La gradualidad es indispensable en una estrategia de largo plazo; (6) La precaución y prevención contribuyen a salvaguardar el patrimonio natural; y (7) Se requiere Compromiso global y nacional. La ENB cuenta con una visión y misión de corto, mediano y largo plazo, cinco objetivos estratégicos y varios lineamientos estratégicos que los articulan (Ver Cuadro 4.15), con los cuales se espera: promover el uso sustentable de la biodiversidad para el bienestar humano; desarrollar la conciencia, el conocimiento y la participación de la ciudadanía en el resguardo de la biodiversidad como fuente de bienestar; proteger y restaurar la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos; fortalecer la institucionalidad y buena gobernanza; e integrar objetivos de biodiversidad en otros instrumentos sectoriales, generando un marco orientador que articule los principales desafíos del país en este ámbito. Cada uno de los objetivos está a su vez asociado a las metas país al 2030, las metas Aichi y los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) (Ver Anexo 4.6).



Cuadro 4.15 Marco estratégico de la ENB 2017-2030.

Visión	La sociedad chilena comprende, valora, respeta e integra la biodiversidad y los servicios ecosistémicos del país como fuente de su propio bienestar, deteniendo su pérdida y degradación, restaurándolos, protegiéndolos, usándolos de manera sustentable y distribuyendo los beneficios de la biodiversidad de manera justa y equitativa, manteniendo las posibilidades de satisfacer las necesidades de las generaciones futuras.				
Misión	Impulsar la conservación de la biodiversidad del país, en todos sus niveles, en un marco de buena gobernanza territorial, que garantice el acceso justo y equitativo a los bienes y servicios ecosistémicos para las generaciones actuales y futuras, y fomente las capacidades del país para resguardar, restaurar y usar sustentablemente este patrimonio y legado natural.				
Cinco objetivos estratégicos	Promover el uso sustentable de la biodiversidad para el bienestar humano, reduciendo las amenazas sobre ecosistemas y especies.	Desarrollar la conciencia, la participación, la información y el conocimiento sobre la biodiversidad, como base del bienestar de la población	Desarrollar una institucionalidad robusta, buena gobernanza y distribución justa y equitativa de los beneficios de la biodiversidad.	Insertar objetivos de biodiversidad en políticas, planes y programas de los sectores públicos y privados.	Proteger y restaurar la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.
Metas nacionales al 2030 (resumidas)	Avance significativo en el uso sustentable de la biodiversidad nacional, contribuyendo a la mantención de sus servicios ecosistémicos.	El 60% de la población nacional estará consciente del valor de la biodiversidad nacional y los problemas ecológicos y ambientales que genera su pérdida.	Avance en lograr una institucionalidad que permita la conservación y gestión sustentable de la biodiversidad del país, tanto a nivel local, regional como nacional.	Las instituciones públicas, sectores productivos y de servicios del país, que generen impactos sobre la biodiversidad, habrán avanzado en la aplicación permanente de políticas y medidas para conservar y usar sustentablemente la biodiversidad nacional y sus servicios ecosistémicos.	Se habrá reducido la tasa de pérdida de ecosistemas y especies en un 75% y será cercano a cero donde sea priorizado.
Metas Aichi asociadas	3, 4, 6, 7, 14, 15	1, 18, 19	16, 17, 18, 20	2	5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
ODS asociados	2, 6, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 17	4, 12, 14, 16, 17	6, 14, 15, 16 17	11, 12, 13, 15, 17	2, 6, 14, 15, 17

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida en ENB 2017-2030 (2017).

Los objetivos y lineamientos estratégicos definidos por la ENB 2017-2030 se implementan a través de su Plan de Acción Nacional. Los ámbitos temáticos que aborda este Plan corresponden a la Conservación de la Biodiversidad Marina y de Islas Oceánicas; las Especies Exóticas Invasoras; las Especies Nativas; las Áreas Protegidas; la Conservación y Uso Racional de los Humedales en Chile; y Actividades transversales. Este último ámbito recoge aquellos aspectos que son genéricos para los distintos objetivos de la Estrategia, tales como aspectos de financiamiento, comunicación, institucionalidad, entre otros. Además, incluye actividades del Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad. Otros instrumentos de política pública que apuntan a la protección directa o indirecta de la biodiversidad son: el Plan de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura; la formalización del Comité Nacional de Restauración Ecológica; el

Plan Nacional de Restauración de Paisajes 2021-2030; la Política Nacional para la Gestión Sustentable de la Montaña en Chile y su Plan de Acción (en proceso de formulación); la Política Forestal 2015-2035, entre otras (Ver Cuadro 4.16). Durante el año 2018 se oficializaron también los primeros tres Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies (RECOGE) para el ruil (Nothofagus alessandri), el lucumillo (Myrcianthes coquimbensis) y para la flora costera del norte de Chile. El objetivo de estos planes es mejorar el estado de conservación de las especies, principalmente a través de la mitigación de las amenazas, con un enfoque en el trabajo colaborativo entre Servicios Públicos, investigadores y sociedad civil. A la fecha, se ha iniciado la implementación los siguientes planes: chinchilla de cola corta (Chinchilla chinchilla); fardela blanca (Puffinus creatopus); garra de león (Leontochir ovallei); golondrinas de mar (Hydrobates markhami, Hydrobates hornbyi, Hydrobates tethys y Oceanites gracilis); huemul de los Nevados de Chillán (Hippocamelus bisulcus); picaflor de Arica (Eulidia yarrellii); gruñidor de Álvaro (Pristidactylus alvaroi), queule (Gomortega keule) y canquén colorado (Chloephaga rubidiceps).

A pesar de estos avances en planes, estrategias e instrumentos para responder a los compromisos internacionales en términos de la protección de la biodiversidad, muchas de estas iniciativas aún no se han concretado y otras no han avanzado lo suficiente como para ver los resultados de esos esfuerzos. El país cuenta con una amplia batería de mandatos, compromisos e instrumentos, que bien podrían ser aplicados y utilizados más eficazmente si hubiese la voluntad política necesaria.



Cuadro 4.16 Principales Políticas, Estrategias y Planes para la conservación de la Biodiversidad en Chile.

	Título	Fecha
Políticas	Política Nacional para la Protección de Especies Amenazadas	2005
	Política Nacional de Áreas Protegidas (PNAP)	2007
	Política Nacional de Mejoramiento Genético del Ganado Bovino y Ovino	2008
	Política para la Protección y Conservación de Glaciares	2009
	Política forestal 2015-2035	2016
Estrategias	Estrategias Regionales de Biodiversidad	2002
	Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENB-2003)	2003
	Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales en Chile (ENH)	2005
	Estrategia Nacional de Cambio Climático	2006
	Estrategia Nacional Integrada para la Prevención, el Control y/o Erradicación de las Especies Exóticas Invasoras	2014
	Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales	2016
	Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030 y su Plan de Acción	2017
	Estrategia Nacional de Conservación de Aves 2021-2030	2021
Planes	Plan de Acción País de la ENB-2003	2005
	Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC) 2008-2012	2006
	Plan de Acción Nacional para Prevenir, Desalentar y Eliminar la Pesca Ilegal no declarada y no reglamentada	2006
	Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Silvoagropecuario	2013
	Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad 2014-2019	2014
	Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático	2014
	Plan de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura	2015
	Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC-II) 2017-2022	2017
	Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022	2018
	Plan Nacional de Restauración de Paisajes 2021-2030	2021

4.3.3 CONSERVACIÓN IN SITU: ÁREAS PROTEGIDAS, OTRAS DESIGNACIONES Y SITIOS PRIORITARIOS

Internacionalmente, se ha llegado al consenso de que la conservación in situ, es decir, la creación y manejo de áreas protegidas, constituyen el mecanismo más adecuado para la preservación y conservación de la biodiversidad en sus tres niveles jerárquicos: genes, especies y ecosistemas. Según la definición de la UICN, “Un área protegida es un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado a través de medios legales u otros efectivos para lograr la conservación a largo plazo de la naturaleza junto a los servicios de los sistemas y los valores culturales asociados" (Dudley 2008).

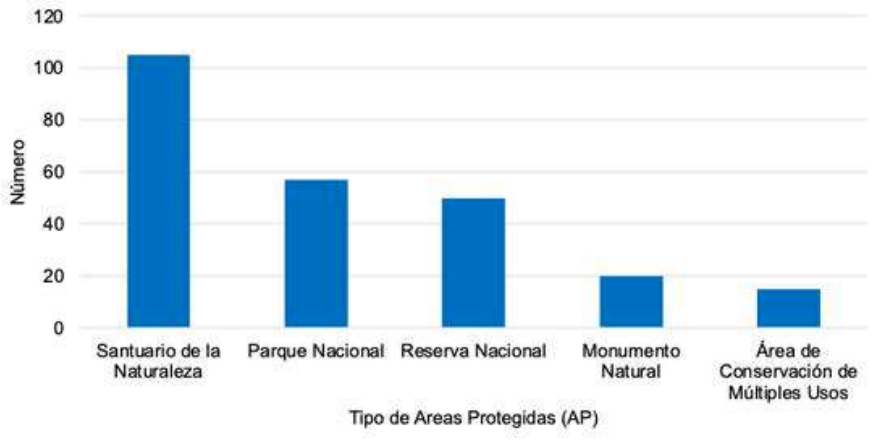
En el año 2010, los países del mundo acordaron detener la pérdida de biodiversidad, así como asegurar el uso sostenible de los recursos naturales (CDB 2010) en el Plan Estratégico sobre la Diversidad Biológica (CDB). El plan incluye 20 metas de Aichi para la Diversidad Biológica a cumplir en 2020 y reconoce el rol central de las áreas protegidas para lograr las metas de conservación de la biodiversidad. La meta 11 establece una serie de elementos importantes y necesarios que una red global de áreas protegidas debería proporcionar: para el año 2020, al menos el 17% de las áreas terrestres y de aguas continentales y el 10% de las zonas marinas y costeras (especialmente las áreas de particular importancia para la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas) se conservarán mediante sistemas de áreas protegidas y otras medidas eficaces de conservación basadas en el área que sean gestionados de manera efectiva y equitativa, resulten ecológicamente representativos, bien conectados e integrados en los paisajes terrestres y marinos más amplios (CDB, 2010).

4.3.3.1 ÁREAS PROTEGIDAS

El desarrollo y gestión de las áreas protegidas (AP) en Chile comenzó a inicios del siglo XX, antes de la existencia de una ley de medio ambiente o de un organismo del Estado cuyo propósito fuera velar por la preservación de la biodiversidad. El primer hito relevante en este sentido es la creación en el año 1907 de la Reserva Forestal Malleco, por decreto del Ministerio de Relaciones Exteriores (MINREL), seguido luego por la Ley de Bosques de 1925 y 1931; la Convención de Washington en 1940; y la creación en 1970 de la Corporación de Reforestación (COREF), órgano que en 1972 pasó a denominarse Corporación Nacional Forestal (CONAF). La CONAF ha sido una institución relevante en la historia de la administración de las AP del Estado en el ámbito de los ecosistemas terrestres. Fue creada como un órgano de derecho privado, sin fines de lucro y subordinado al Ministerio de Agricultura (MINAGRI). Sus principales funciones son el fomento forestal, el combate y control de incendios forestales y la administración de áreas silvestres protegidas del Estado en el ámbito terrestre.

En el año 2021, el Ministerio del Medio Ambiente estableció el Sistema de Información y Monitoreo de Biodiversidad (SIMBIO; https://simbio.mma.gob.cl/) cuyo propósito es contener y hacer disponible la información sobre la diversidad biológica del país, y en particular de las Áreas Protegidas. Por su parte, la Ley 21.600 que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (2023), en su artículo 56 detalla y describe la tipología oficial de las AP que se reconocen formalmente en el país, a decir: Reservas de Región Virgen (RRV), Parque Nacional (PN), Monumento Natural (MN), Reserva Nacional (RN, que incluye la figura anterior de Reserva Forestal), Área de Conservación de Múltiples Usos (ACMU) y Áreas de Conservación de Pueblos Indígenas (ACPI). Una RRV protege áreas con condiciones naturales intactas, priorizando la preservación de la biodiversidad, los procesos evolutivos y los servicios ecosistémicos, permitiéndose únicamente la investigación científica. Por su parte, los PN conservan espacios representativos del patrimonio natural y ecosistemas únicos, combinando objetivos de conservación con valor educativo, científico, recreativo y cultural; aquí la explotación comercial está prohibida, y en parques marinos solo se permiten investigación, educación y turismo de baja escala. EL MN protege elementos o formaciones específicas de alto valor natural, geológico o paisajístico, sin permitir explotación comercial. Las RN buscan conservar comunidades biológicas, especies y hábitats mediante gestión activa, permitiendo actividades de uso sustentable que no comprometan los servicios ecosistémicos. Por otro lado, las ACMU promueven la interacción tradicional entre humanos y naturaleza, asegurando el uso sustentable de recursos y servicios ecosistémicos mediante manejo integrado. Finalmente, las ACPI se ubican en tierras indígenas o espacios marinos y protegen biodiversidad y patrimonio natural junto con conocimientos y prácticas tradicionales, permitiendo usos ancestrales y sustentables compatibles con la conservación. Cualquier proyecto o actividad dentro de un AP debe respetar su categoría, objetivos y plan de manejo, evitando la explotación comercial que comprometa los valores naturales del área. En base a la información disponible en el portal SIMBIO, es posible establecer que, al año 2025, Chile cuenta con un total de 246 áreas protegidas, oficialmente reconocidas, cuya superficie total acumula 1.696.902 km2 (http://simbio.mma.gob.cl/CbaAP). La **Figura 4.6** muestra la distribución del número de AP para cada categoría, destacando que los Santuarios de la Naturaleza son las áreas más numerosos ya que existen 105 unidades en el país; a esta le siguen los Parques Nacionales (57) y las Reservas Nacionales (50). En tanto, los Monumentos Naturales y las Áreas de Conservación de Múltiples Usos registran 20 y 15 unidades, respectivamente (**Figura 4.6**).

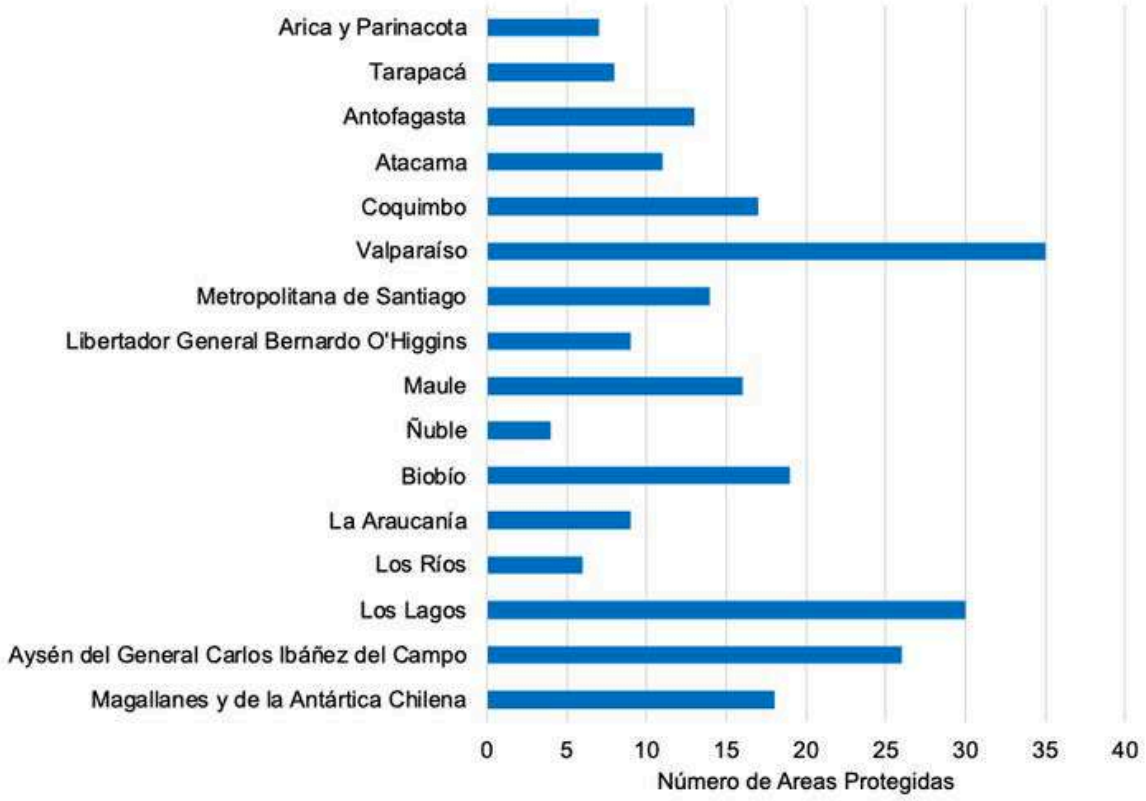
Figura 4.6 Número de Áreas Protegidas de Chile por categoría área de designación.



Fuente: Elaborado a partir de datos obtenidos en septiembre del 2025 desde el Registro Nacional de Áreas protegidas (http://simbio.mma.gob.cl/CbaAP).

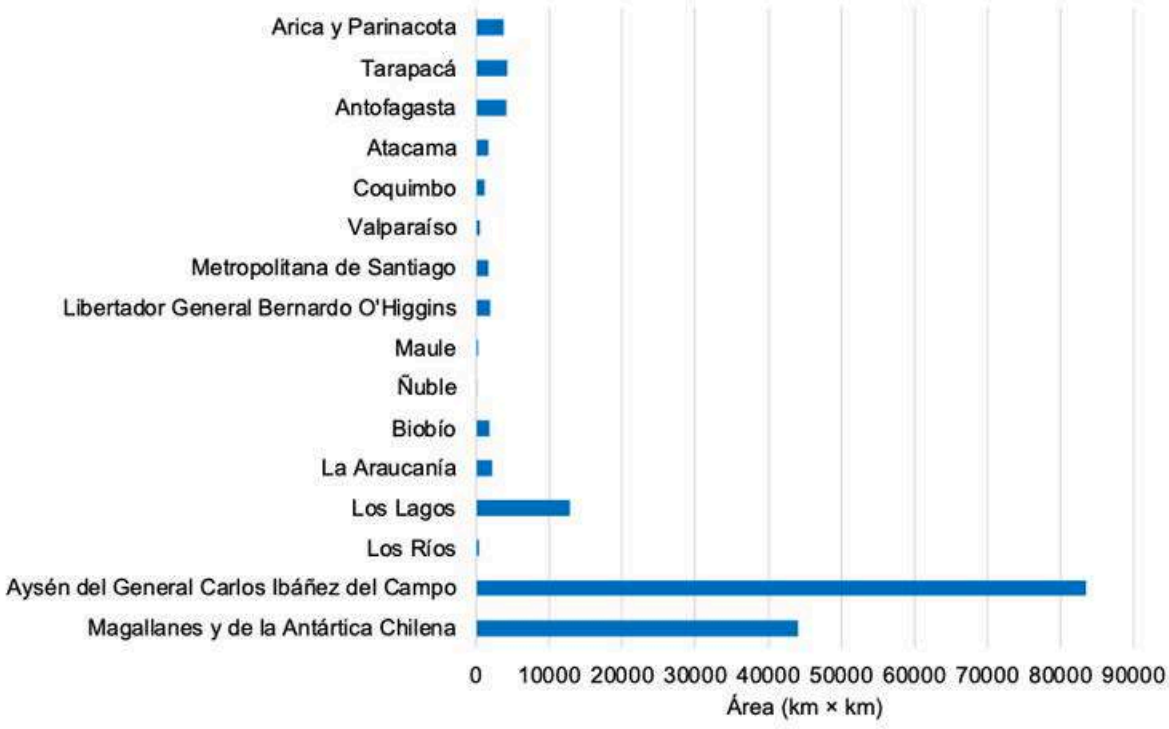
A nivel de regiones administrativas las AP muestran un notable sesgos de distribución. Para ilustrar este punto es necesario aclarar que 28 AP ocupan territorios pertenecientes a dos regiones administrativas diferentes, por lo que en la contabilidad del número de AP por región administrativa crece artificiosamente en 14 (Figura 4.7). Bajo esta contabilidad, las regiones de Valparaíso y de Los Lagos reúnen el mayor número de AP con 43 y 36, respectivamente (Figura 4.7); en tanto, las regiones de Ñuble, Arica y Parinacota, y de Los Ríos contienen los menores números de AP, con 5, 7 y 8, respectivamente (Figura 4.7). Esto evidencia que el número de áreas protegidas a lo largo del país no es homogéneo. Esta falta de homogeneidad también se extiende al considerar la superficie o área de extensión del conjunto de AP presentes en una región administrativa determinada (Figura 4.8). En efecto, las regiones de Aysén con más de 80.000 km² de AP, y Magallanes con cerca de 45 mil km² (Figura 4.8), en conjunto acumulan más del 70% de las AP del país, evidenciando una notable asimetría territorial.

Figura 4.7 Número de Áreas Protegidas (AP) por región administrativa de Chile.



Fuente: Elaborado a partir de datos obtenidos en septiembre del 2025 desde el Registro Nacional de Áreas protegidas (http://simbio.mma.gob.cl/CbaAP).

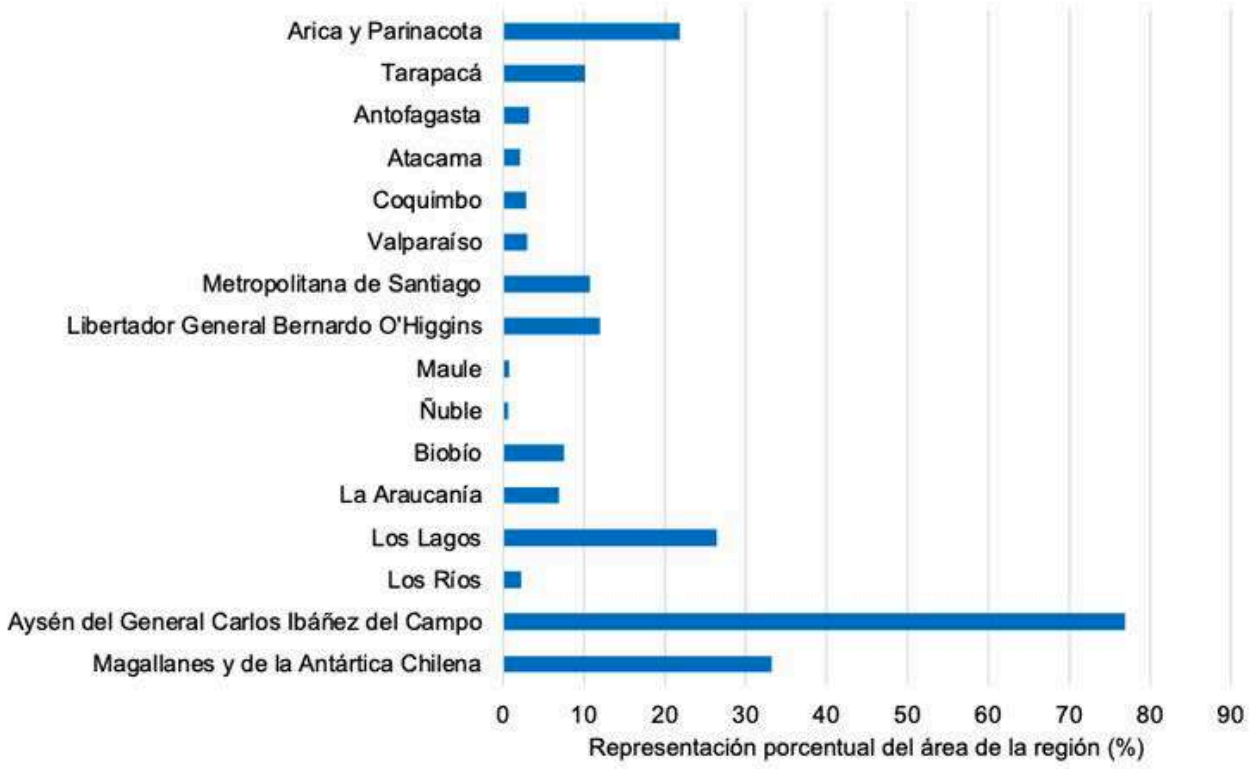
Figura 4.8 Distribución del área acumulada del conjunto de las AP por región administrativa de Chile.



Fuente: Elaborado a partir de datos obtenidos en septiembre del 2025 desde el Registro Nacional de Áreas protegidas (http://simbio.mma.gob.cl/CbaAP).

Complementariamente a lo anterior, la falta de homogeneidad en el número y tamaños de las AP por región administrativa también se extiende a su cobertura respecto de la superficie regional (**Figura 4.9**). En esta línea, la región de Aysén destaca al exhibir un 76 % de su superficie regional cubierta por AP (**Figura 4.9**), seguido por Magallanes donde la cobertura es 33% (**Figura 4.9**). En el extremo norte, Arica y Parinacota alcanza sobre 20% y Tarapacá ronda 15%, valores claramente superiores al promedio del resto del país (la cobertura regional promedio de las AP es del 13 %). En contraste, Chile central muestra coberturas bajas: varias regiones (e.g., Metropolitana, O'Higgins, Biobío, La Araucanía, Valparaíso, Coquimbo y Antofagasta), se mantienen por debajo del 10%, y los mínimos nacionales se encuentran en Maule y Ñuble (≈1%).

Figura 4.9 Representación porcentual (%) de la superficie de las AP respecto del área de cada región administrativa de Chile.



Fuente: Elaborado a partir de datos obtenidos en septiembre del 2025 desde el Registro Nacional de Áreas protegidas (http://simbio.mma.gob.cl/CbaAP).

Los sesgos mostrados en el número, distribución y cobertura de las AP a nivel de regiones administrativas, también aparecen cuando se consideran unidades ecológicas como ecosistemas, ecorregiones y biomas. Las áreas protegidas adscriben a 114 ecosistemas del país, de los 223 existentes, de acuerdo a SIMBIO (125 ecosistemas terrestres y 94 ecosistemas marinos); por tanto esta representación implica que las AP están localizadas en el 51% de los ecosistemas del país, en tanto el 49% de los ecosistemas no presenta este tipo de instrumento de conservación. En conjunto, las AP terrestres abarcan 133.474,8 km², cuya cobertura está fuertemente concentrada en unos pocos tipos de ecosistemas; entre los más cubiertos son el Bosque siempreverde templado-antiboreal costero de Nothofagus betuloides-Drimys winteri (33.230 km²; SIMBIO), la Turbera templada costera de Donatia fascicularis-Oreobolus obtusangulus (14.763 km²; SIMBIO), la Turbera antiboreal costera de Astelia pumila-Donatia fascicularis (7.985 km²; SIMBIO), el Bosque siempreverde antiboreal costero de N. betuloides-Embothrium coccineum (5.571 km²; SIMBIO) y la Turbera templada-antiboreal costera de Bolax caespitosus-Phyllachne uliginosa (5.243 km²; SIMBIO). En el extremo opuesto, las menores coberturas corresponden al Bosque caducifolio mediterráneo costero de Nothofagus glauca-Persea lingue (1,8 km²; SIMBIO), el Matorral desértico tropical costero de Nolana sedifolia-Eulychnia iquiquensis (2,2 km²; SIMBIO), el Bosque mixto mediterráneo-templado costero de N. dombeyi-N. obliqua (2,4 km²; SIMBIO), el Bosque espinoso mediterráneo andino de Acacia caven-Baccharis paniculata (3,2 km²; SIMBIO) y la Estepa mediterránea oriental de Festuca gracillima-Mulinum spinosum (3,4 km²; SIMBIO). En síntesis, pocas unidades—dominadas por bosques siempreverdes australes y turberas costeras—concentran gran parte de la superficie protegida, mientras que varios ecosistemas mediterráneos y desérticos presentan coberturas marginales.

Las áreas protegidas marinas y costeras consignadas cubren 1.805.205,4 km² en total, con una alta concentración en pocas ecorregiones oceánicas. Isla de Pascua aporta 1.056.970,9 km² (58,6%; Cuadro 4.17), seguida por el Archipiélago de Juan Fernández (281.277,0 km²; 15,6%; Cuadro 4.17), las Islas Desventuradas (277.128,2 km²; 15,4%; Cuadro 4.17) y el Pacífico Austral Oceánico (142.494,2 km²; 7,9%; Cuadro 4.17). En conjunto, estas cuatro ecorregiones acumulan el 97,4% de toda la superficie protegida registrada. En el ámbito costero-patagónico continental, las coberturas son menores: Kawésqar (17.091,6 km²; 0,95%), Magallanes (16.124,7 km²; 0,89%; Cuadro 4.17), Chiloé-Taitao (7.447,8 km²; 0,41%; Cuadro 4.17) y Pacífico Sudeste (4.886,3 km²; 0,27%; Cuadro 4.17). Hacia el norte y centro continentales, la representación es testimonial: Atacama (1.085,4 km²; Cuadro 4.17), Norte Grande (618,6 km²; Cuadro 4.17), Centro sur (42,9 km²; Cuadro 4.17), Chile central (35,4 km²; Cuadro 4.17), Los Molles (2,0 km²; Cuadro 4.17) y Paposo-Taltal (0,4 km²; Cuadro 4.17). En síntesis, el esquema actual prioriza grandes parques oceánicos asociados a islas, mientras que las ecorregiones costeras continentales del norte y centro permanecen subrepresentadas, evidenciando una brecha biogeográfica que podría abordarse en futuras expansiones del sistema.

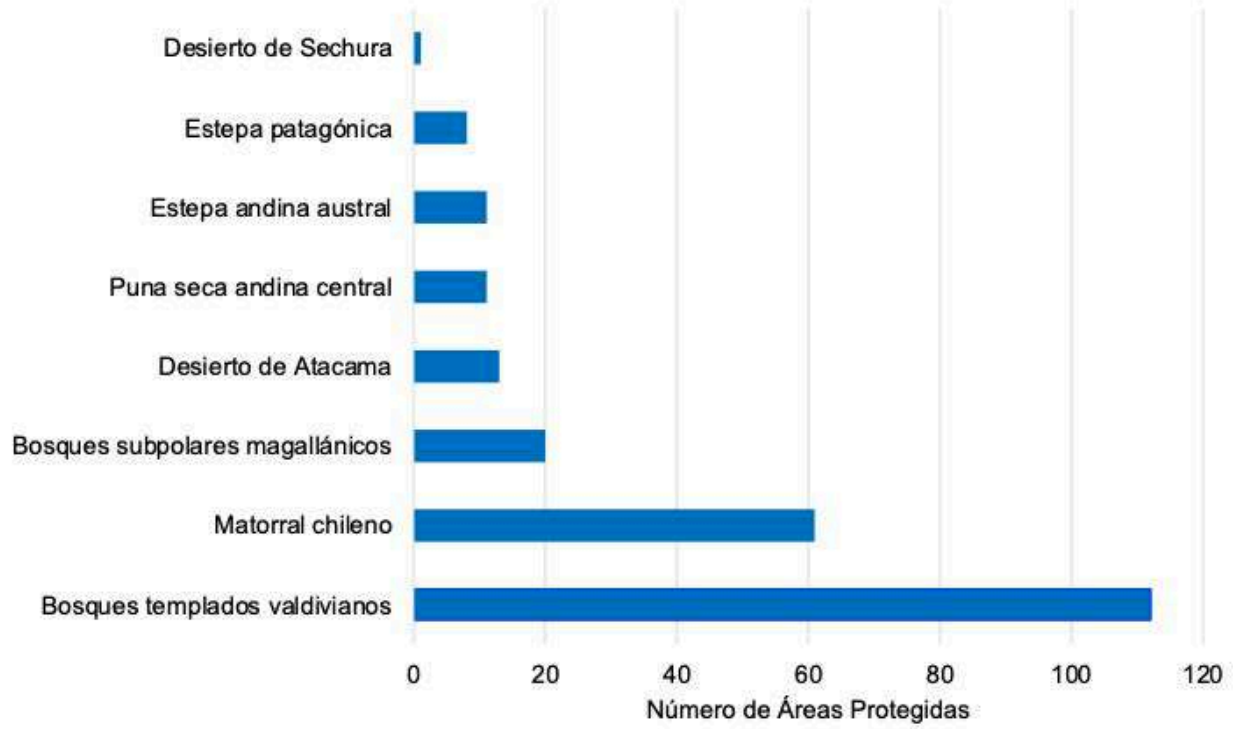
Cuadro 4.17 Cobertura de áreas protegidas (AP) en ecosistemas marinos.

Ecorregión	Cobertura AP (km2)
Isla de Pascua	1.056.970,90
Archipiélago de Juan Fernández	281.277,00
Islas Desventuradas	277.128,20
Pacífico Austral Oceánico	142.494,20
Kawesqar	17.091,60
Magallanes	16.124,70
Chiloé Taitao	7.447,80
Pacífico Sudeste	4.886,30
Atacama	1.085,40
Norte Grande	618,6
Centro sur	42,9
Chile central	35,4
Los Molles	2
Paposo Taltal	0,4

Fuente: Elaborado a partir de datos obtenidos en septiembre del 2025 desde el Registro Nacional de Áreas protegidas (http://simbio.mma.gob.cl/CbaAP).

La distribución del número de AP por ecorregión continental es marcadamente asimétrica (Figura 4.10). La ecorregión de los Bosques templados valdivianos concentra la mayor cantidad de unidades (112 AP), seguida por el Matorral chileno (61). En conjunto, estas dos ecorregiones reúnen el 72% de todas las áreas protegidas del país. Los Bosques subpolares magallánicos (20 AP) y los sistemas áridos y altoandinos (i.e., Desierto de Atacama, Puna seca andina central y Estepa andina austral) presentan entre 10 y 15 áreas protegidas (Figura 4.10). Por su parte, la Estepa patagónica y Desierto de Sechura contienen 8 y 1 AP, respectivamente (Figura 4.10).

Figura 4.10 Número de Área de Protección en que se hallan representadas distintas ecorregiones de Chile.



Fuente: Elaborado a partir de datos obtenidos en septiembre del 2025 desde el Registro Nacional de Áreas protegidas (http://simbio.mma.gob.cl/CbaAP).

El Cuadro 4.18 consigna la superficie ocupada por las AP en los biomas terrestres del país. Nuevamente, la mayor extensión se concentra en áreas del sur de Chile, ocupando principalmente biomas de Bosque siempreverde y Turbera (Cuadro 4.18); ambos acumulan el 59,9% de la superficie de las AP. El resto de los biomas se aparece representado en las AP con menores coberturas (Cuadro 4.18), destacando la escasa representación de Matorral espinoso, Herbazal efímero y Bosque laurifolio (Cuadro 4.18), todos entre 22,5 y 0,7 km2.

Cuadro 4.18 Cobertura (km2) de las Áreas Protegidas de acuerdo a su distribución por bioma.

Bioma	Cobertura AP (km2)
Bosque siempreverde	50184,4
Turbera	29808,4
Matorral bajo de altitud	13444,6
Bosque caducifolio	9232
Bosque resinoso de coníferas	7868,5
Herbazal de altitud	7042,5
Matorral caducifolio	6095,4
Matorral siempreverde	3070,4
Matorral desértico	2335,8
Bosque espinoso	1190,6
Bosque caducifolio	808,7
Desierto	596,4
Bosque resinoso de coníferas	565,4
Estepas y Pastizales	496,4
Matorral bajo desértico	458,2
Bosque esclerófilo	182,1
Matorral esclerófilo	57,8
Matorral espinoso	22,5
Herbazal efímero	14
Bosque laurifolio	0,7

Fuente: Elaborado a partir de datos obtenidos en septiembre del 2025 desde el Registro Nacional de Áreas protegidas (http://simbio.mma.gob.cl/CbaAP).

Es importante notar que la existencia de una AP no garantiza necesariamente su adecuada conservación. Uno de los grandes desafíos institucionales es la creación de áreas protegidas con planes de manejo que permitan la conservación efectiva de la biodiversidad. Hasta el año 2025, sólo 47,1% de las AP no cuenta con un plan de manejo vigente (i.e., un plan con antigüedad no superior a 20 años). Entre las AP que cuentan con planes de manejo, la mayor parte de ellos corresponden a Parques Nacionales, Reservas Nacionales, y Monumentos Nacionales, mientras que los Santuarios de la Naturaleza y Áreas de Conservación de Múltiples Usos no lo poseen o no está vigente.

Pese a que el ordenamiento de las AP se ha modificado recientemente (SIMBIO), un estudio previo que evaluó la representatividad ecosistémica de áreas protegidas públicas y privadas en Chile (Pliscoff et al. 2022), merece ser comentado aquí. Los resultados del análisis de representatividad muestran que para escenario de protección que solo considera aquella protección oficial del Estado, de los 125 pisos de vegetación se identifican 11 ecosistemas sin protección, los cuales se distribuyen principalmente en la zona norte y en el centro del país. Además, se identificaron 79 ecosistemas con menos del 17% protegido y 35 sobre el 17%. Esto da cuenta de una representación adecuada de solo el 28% de los ecosistemas presentes en el país. Por otra parte, el escenario de protección privada, a pesar de cubrir solo el 1,65% del territorio nacional, aporta con la representación de una parte de la superficie del 56,8% de los ecosistemas terrestres del país. La gran mayoría de las áreas protegidas privadas posee un tamaño menor que las del Estado, por lo que la representación de grandes superficies de un mismo ecosistema es baja: solo tres de los 125 ecosistemas posee más del 17% de protección exclusivamente bajo protección privada.

Al analizar el escenario de protección que combina la protección oficial y la protección privada, el número de ecosistemas sin protección disminuye a ocho, lo que significa que existen tres ecosistemas que no tienen representación bajo protección oficial y que sí están representados por un área protegida privada. Este es el caso del Matorral Bajo Tropical Andino de Fabiana denudata-Chuquiraga atacamensis, ubicado en las Regiones de Tarapacá y de Antofagasta, el Matorral Bajo Desértico Mediterráneo Andino de Senecio proteus-Haplopappus baylahuen, ubicado en la Región de Atacama y el Bosque Caducifolio Mediterráneo de Nothofagus obliqua-Persea lingue, ubicado en las Regiones del Biobío y de la Araucanía. Bajo el escenario público-privado, 76 ecosistemas poseen menos del 17% de su superficie bajo protección y 41 sobre el 17%. En un escenario que combina ambas protecciones se representa adecuadamente el 32,8% de los ecosistemas terrestres presentes en el país. Es relevante además dar cuenta que siete ecosistemas aumentan su representación sobre el 17%, debido a la adición de áreas de protección privada. Estos se encuentran en la zona sur del país, en la Región de Los Lagos y en la Región de Magallanes. Los resultados de este trabajo hacen notar el importante rol que cumple la conservación privada en Chile y la importancia de avanzar hacia una institucionalidad que incorpore, respalde, y establezca lineamientos a la conservación voluntaria en Chile, en complemento a lo realizado por el Estado (SNASPE). Avances como la recientemente aprobada ley de donaciones, que incorporan los fines ambientales y/o de conservación son importantes, así como la implementación de una plataforma que reconozca legalmente a estas iniciativas.

4.3.3.2 OTRAS DESIGNACIONES Y SITIOS PRIORITARIOS

El Sistema de Información y Monitoreo de Biodiversidad consigna otros instrumentos territoriales como AP bajo la denominación de "otras designaciones" y sitios prioritarios (https://simbio.mma.gob.cl/). Entre las AP correspondientes a "Otras designaciones", se hallan las figuras como la de Acuífero Protegido, que totalizan en el país 216 unidades (Cuadro 4.19); además se encuentran los instrumentos de Bien Nacional Protegido con 57 unidades, que totalizan una superficie total de 4.971,4 km² en el país (Cuadro 4.19); también está la categoría Sitio Ramsar donde se incluyen 18 humedales que en conjunto totalizan 3.639,3 km² (Cuadro 4.19). La Reserva de la Biósfera incluye 10 designaciones que abarcan 159.866,3 km² (Cuadro 4.19), en tanto la categoría de Paisaje de Conservación reúne tres iniciativas (Cuadro 4.19). Al año 2025, la superficie conjunta de las áreas adscritas a la categoría de Otras Designaciones acumulan 168.477 km2.

Cuadro 4.19 Otras designaciones en Chile.

Otras designaciones	Nº	Superficie (km2)
Acuífero Protegido	216	n.a.
Bien Nacional Protegido (BNP)	57	4.971,40
Sitio Ramsar	18	3.639,30
Reserva de la Biósfera	10	159.866,30
Paisaje de Conservación (PC)	3	n.a.
Total	**622**	**168.477,00**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en julio 2019 desde el Registro Nacional de Áreas protegidas, http://areasprotegidas.mma.gob.cl

Por su importancia ecológica, mención especial requieren los instrumentos Sitio Ramsar, Bien Nacional Protegido y Reserva de la Biósfera. Nuestro país cuenta con 18 Sitios Ramsar que corresponden a humedales de importancia internacional, reconocidos por la Convención Ramsar (1971). Estos se hayan distribuidos a lo largo del país en un amplio gradiente de ambientes que van desde salares altoandinos y vegas de altura hasta lagunas costeras, estuarios y extensas planicies intermareales. En el caso de la categoría Bien Nacional Protegido, estos corresponden a terrenos fiscales de alto valor natural o patrimonial que el Ministerio de Bienes Nacionales destina a fines de conservación, investigación y turismo. Finalmente, la Reserva de la Biósfera es una designación de la UNESCO, aplicada a territorios buscando compatibilizar la conservación y desarrollo sostenible.

En la normativa ambiental chilena, los Sitios Prioritarios corresponden a áreas terrestres, marinas o continentales, identificadas por su alto valor para la conservación de la biodiversidad debido a su representatividad ecosistémica, singularidad, estado de conservación o por albergar especies y procesos ecológicos relevantes. Su reconocimiento orienta la planificación y la gestión territorial, prioriza acciones de protección y sirve de referencia para instrumentos de política y evaluación ambiental. Según el catálogo vigente que compila SIMBIO, existen 330 Sitios Prioritarios a escala nacional. De ellos, 64 están designados como "Sitio Prioritario" SP1 de acuerdo a la Ley 19.300 (art. 11, letra d) y 266 como Sitio Prioritario SP, establecido como parte de la Estrategia Regional, reflejando una cobertura amplia a lo largo del país y un gradiente de ambientes que va desde sistemas altoandinos y desérticos hasta humedales costeros, bosques y paisajes subantárticos.

4.3.4 CONSERVACIÓN EX SITU

Las medidas de conservación ex situ se utilizan para aquellos casos en que el estado de conservación es crítico, o la conservación in situ es inviable. Estas acciones, que se desarrollan fuera de los sitios donde las especies se encuentran en estado natural, contemplan desde el almacenamiento de recursos genéticos en bancos de germoplasma hasta los centros de preservación de especies de flora y fauna, como los jardines botánicos y zoológicos privados, por ejemplo. Tienen como objetivo contar con muestras o especímenes de las especies para su conocimiento, estudio y reproducciones futuras.

Los bancos de germoplasma (Gene Banks, en inglés) son Centros para la conservación ex situ de recursos genéticos que funcionan bajo condiciones adecuadas para prolongar la vida del material conservado. Para operar adecuadamente y ser considerados como tales, los bancos de germoplasma deben contar con capacidad administrativa, financiera, técnica, tecnológica y de información permanente, que asegure su sostenibilidad. En Chile, estos centros de conservación han sido principalmente desarrollados por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), el cual desde su creación en 1964, mantiene y caracteriza germoplasma vegetal en el marco de los programas de mejoramiento genético de cultivos (arroz, avena, trigo, entre otros). Entre los años 1989 y 1995, con el apoyo de la Agencia Internacional de Cooperación del Japón, (JICA) y del Estado de Chile, INIA ejecutó un Proyecto de Conservación de Recursos Genéticos Vegetales cuyo principal producto fue la consolidación de bancos de germoplasma que permitieran la conservación ex situ, principalmente en forma de semillas, de los recursos genéticos vegetales del país155.

Desde 2013, se formaliza en INIA la "Red de bancos de germoplasma", conformada por un Banco Base, cuyo objetivo es la preservación a largo plazo (más de 50 años) y cinco Bancos Activos para la conservación a mediano plazo, cuyas funciones involucran también monitorear la variabilidad y viabilidad, intercambio, multiplicación, caracterización, documentación, uso y valorización de las colecciones de germoplasma, que hoy superan las 45.000 accesiones o muestras de especies y variedades de vegetales cultivadas y nativas, además de 5.000 accesiones de microorganismos benéficos con aplicación en la agricultura. Al presente se ha logrado recolectar alrededor de 2.000 muestras de semillas, correspondientes a 1.266 especies. De estas, un 67% son endémicas y el 33% restante nativas de Chile. Hay una fracción menor al 0,5% que corresponden a especies introducidas. Del total conservado, un 39% corresponde a hierbas anuales y perennes, 36% a arbustos y 13% a geófitas, seguido de cactus, árboles y una menor

fracción de lianas y plantas parásitas. Una fracción no menor corresponde a especies amenazadas de extinción, como pacul (Krameria cistoidea), algarrobilla (Balsamocarpon brevifolium), dalea (Dalea azurea), garra de león (Leontochir ovallei) y azulillo (Tecophylaea cyanocrocus). En lo que respecta a microorganismos (bacterias, microalgas y otros organismos unicelulares), existen colecciones de trabajo mantenidas en universidades, destacando la Universidad de Concepción, Universidad de Chile, Universidad de La Frontera y Universidad Austral. También hay una colección de microorganismos conservadas en el Instituto Forestal, INFOR. Estas colecciones se han creado en el marco de proyectos de investigación por lo que su conservación no se encuentra garantizada. Otro de los instrumentos usados son los jardines botánicos. Estos se definen como colecciones de plantas vivas que difieren de otros jardines y parques porque están destinados a generar conocimiento sobre las plantas con el fin de apoyar su conservación y utilización en la agricultura, la horticultura y la floricultura. Sus propósitos fundamentales, según la definición de la Botanic Gardens Conservation International (BGCI) son: Rescatar el germoplasma amenazado; Producir material para la reintroducción en los hábitats degradados; Producir material para la investigación; Almacenar el germoplasma en diversas formas: bancos de semillas, colecciones de campo, bancos de germoplasma; Proveer material para múltiples propósitos con el fin de reducir la presión contra la recolección de plantas silvestres; y Disponer de material para los programas de educación. Además, los jardines botánicos cumplen un rol cultural y social, al ser una alternativa cercana para que las comunidades puedan tener acceso al descubrimiento y conocimiento de la flora. En Chile existen alrededor de 15 jardines botánicos, entre oficiales (inscritos en la BGCI) y no oficiales, que cumplen con los propósitos antes descritos (**Ver Cuadro 4.20**).

Cuadro 4.20 Jardines botánicos en Chile.

Nombre del Jardín o Arboretum	**Ciudad**
Arboretum Antumapu de la Universidad de Chile	Santiago
Arboretum de la Universidad Austral de Chile	Valdivia
Arboretum Frutillar de la Universidad de Chile	Frutillar
Corporación Jardín Botánico Chagual	Santiago
Jardín Botánico Carl Skottsberg, Universidad de Magallanes	Punta Arenas
Jardín Botánico de la Universidad Austral de Chile	Valdivia
Jardín Botánico de la Universidad de Talca	Talca
Jardín Botánico Nacional de Viña del Mar	Viña del Mar
Jardín del Instituto del Desierto, Universidad de Antofagasta	Antofagasta
Jardín Mapulemu del Parque Metropolitano	Santiago
Parque Botánico Hualpén	Concepción
Proyecto Jardín Botánico de la Región de Atacama	Copiapó
Proyecto Jardín Botánico de la Serena	La Serena

Chile alberga una red diversa y geográficamente distribuida de herbarios registrados en el Index Herbariorum (https://sweetgum.nybg.org/science/ih/). Actualmente, 24 herbarios chilenos están oficialmente registrados en esta base de datos. El Herbario Nacional de Chile (SGO), alojado en el Museo Nacional de Historia Natural, es el más antiguo, con una vasta colección representativa de la flora nacional, incluyendo tipos nomenclaturales. Le siguen en importancia otras colecciones universitarias como CONC y CONCF (Universidad de Concepción), UFROH (Universidad de La Frontera), ULS (Universidad de La Serena), PUCV, UV y VALPL. En el extremo norte y sur del país, destacan herbarios como UNCOQ (Universidad Católica del Norte en Coquimbo) y HIP y LEMAS (Universidad de Magallanes), que fortalecen el registro de la flora de zonas áridas y australes, respectivamente. La zona centro-sur cuenta también con el respaldo de instituciones como la Universidad de Talca (UTAL) y Universidad Austral de Chile (HFV, VALD, VALDF). Además de las universidades, organizaciones no académicas juegan un rol emergente en la recolección y conservación botánica. Entre ellas destacan el herbario FFCL de Fundación Fungi, especializado en micobiota chilena; MICOCL de la ONG Micófilos, con foco en hongos de la Región del Biobío; y JBN, del Jardín Botánico Nacional en Viña del Mar, que mantiene una importante colección con fines educativos y de conservación ex situ. La existencia de estos herbarios no solo apoya la taxonomía y sistemática vegetal, sino que también proporciona una infraestructura crítica para evaluar cambios florísticos en el contexto del cambio climático, la urbanización y la degradación ambiental. Sin embargo, muchos de ellos aún enfrentan desafíos relacionados con la digitalización de sus colecciones, financiamiento estable y formación especializada en curaduría botánica. En conjunto, estos herbarios constituyen una infraestructura científica clave para la investigación, docencia y conservación de la biodiversidad vegetal en Chile, ofreciendo una red de colaboración nacional que ha sido poco desarrollada.

4.3.5 RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS

Considerando la progresiva tendencia a la pérdida de diversos paisajes forestales y formaciones xerofíticas en Chile, la sola integración de estos sistemas dentro de áreas protegidas no es un medio suficiente para resguardar su permanencia en el tiempo. En este contexto, se hace cada vez más necesaria una intervención activa que permita recuperar, al menos en parte, los ecosistemas degradados. A esto apunta la “Restauración Ecológica”, definida por la Ecological Society for Restoration como “el proceso de ayudar al restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido”. La restauración ecológica de un ecosistema promueve reestablecer las funciones (procesos), integridad (composición de especies y estructura comunitaria) y capacidad de resistir a futuras perturbaciones (persistencia y resiliencia).

En el año 2017, se constituye en Chile el Comité Nacional de Restauración Ecológica, cuya tarea es asesorar al MMA en la definición de acciones y criterios para la restauración ecológica de las áreas de biodiversidad nativa; sugerir iniciativas o apoyar acciones tempranas que contribuyan a la restauración ecológica; y contribuir a la definición e implementación de un marco de trabajo de corto, mediano y largo plazo de las tareas de restauración. Según la base de datos del Registro Nacional de Restauración Ecológica, se contabiliza en la actualidad un total de 84 iniciativas en ejecución en distintas comunas del país, lo que corresponde a una superficie de 205.279 ha bajo programas de restauración y una inversión de $12.601.000.000 pesos chilenos. En cuanto a las fuentes de financiamiento de las iniciativas de restauración ecológica, 59% proviene de fuentes públicas, 37% de fuentes privadas, 2% de fondos concursables internacionales y 2% a partir de donaciones. El uso de suelo donde se realizan este tipo de iniciativas son principalmente bosque nativo, terreno silvícola y terreno mixto.

Un importante avance en la restauración en Chile se logra en el año 2021 con la aprobación para su implementación del Plan Nacional de Restauración de Paisajes 2021-2030, oficializado por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, y que coordinan los ministerios de Agricultura (con la participación de la Corporación Nacional Forestal CONAF) y del Medio Ambiente. El propósito de este plan es recuperar los bienes y servicios ecosistémicos y la biodiversidad; reducir las amenazas y presiones sobre distintos ecosistemas; y aumentar los beneficios ambientales, económicos y sociales, favoreciendo una economía de la restauración basada en alianzas público-privada sustentables, como un compromiso a nivel país. Con una ambiciosa meta (un millón de hectáreas a restaurar), este plan será un elemento clave para la regeneración de ecosistemas degradados que permitan capturar más carbono y cumplir el compromiso de reducción de las emisiones de gases con efecto invernadero al 2030, como meta establecida en nuestra Contribución Determinada a Nivel Nacional actualizada (NDC 2020), aprobada durante la Presidencia de la COP25 de Cambio Climático e integrada a la Estrategia Climática de Largo Plazo (2021). El plan considera además: procesos de restauración ecológica; rehabilitación de suelos erosionados; rehabilitación de ciclos hidrológicos; recuperación de paisajes y ecosistemas afectados por incendios forestales, catástrofes u otros factores de degradación; restauración, conservación y protección de áreas naturales o de valor ecológico en ambientes terrestres, marinas, de aguas continentales o mixtos; entre otros.

4.3.6 LA PERCEPCIÓN DE LOS DIVERSOS ACTORES

Aun cuando Chile ha logrado grandes avances hacia el conocimiento y la conservación de la biodiversidad, una gran parte de la población nacional permanece ajena a estos temas, lo que denota una falencia en la efectividad con que el Estado y el mundo académico transfieren estos conocimientos hacia la ciudadanía. Durante los años 2014 y 2015, el MMA realizó dos encuestas a nivel nacional sobre la percepción de los ciudadanos acerca de los principales problemas ambientales que nos afectan. Dentro de las respuestas obtenidas, nadie mencionó algún deterioro a la biodiversidad, al patrimonio natural o a la naturaleza como un fenómeno que los afecte directamente. Pese a ello, también en ambas encuestas, el 70% de los entrevistados declara haber visitado, al menos una vez en su vida, un Parque Nacional, Santuario de la Naturaleza o Reserva Nacional. Los resultados de estas encuestas demuestran que la protección de la biodiversidad no parece ser un problema suficientemente comprendido y del cual se sienta parte la mayoría de la población, lo que implica un desafío importante como país.

Un proceso de consulta más reciente, realizado en el marco del levantamiento de información para la elaboración del “Sexto Informe Nacional de Biodiversidad de Chile” consideró la inclusión de una pregunta sobre el conocimiento del estado de la biodiversidad, a los grupos de interés relevantes identificados durante el proceso (Academia, Organizaciones No Gubernamentales, centros de investigación, municipios y establecimientos educacionales certificados ambientalmente, clubes de forjadores ambientales, entre otros). La consulta efectuada consideró tres niveles: nacional, regional y comunal. Para el primer nivel de consulta (nacional) se consideró a los grupos de interés compuestos por académicos/investigadores y ONGs de escala nacional. Para este grupo, más del 40% de los encuestados considera que el estado de la biodiversidad nacional ha empeorado en los últimos 4 años, mientras que solo el 18% piensa que ha mejorado. A escala regional se consultó sobre el estado de la biodiversidad a las Secretarías Regionales Ministeriales (SEREMIs) del MMA y a las comunidades locales que han desarrollado proyectos de conservación y/o protección ambiental con el MMA, financiados por el Fondo de Protección Ambiental (FPA). Para este caso, sobre el 38% de los encuestados manifestó que el estado de la biodiversidad regional

ha empeorado, mientras que sólo el 14% y 9% de los encuestados de las SEREMIs y comunidades locales, respectivamente, percibe una mejora en el estado de la biodiversidad regional. Finalmente, a nivel comunal, se observó que sobre el 33% de los encuestados manifiesta que el estado de la biodiversidad comunal ha empeorado en los últimos cuatro años, mientras que los encuestados que manifiestan que ha mejorado se encuentra por sobre el 22% (establecimientos educacionales y forjadores ambientales); sólo el 10% de los profesionales de los municipios manifiesta una mejora de la biodiversidad comunal.

A nivel escolar y municipal, sin embargo, se ha observado un aumento en el número de establecimientos certificados por su gestión ambiental en el Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educacionales (SNCAE) -en el caso de establecimientos educacionales- y en el Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM) -en el caso de las Municipalidades-, incrementando los contenidos referidos a biodiversidad. Hasta octubre del año 2022, 1.082 colegios habían obtenido un nivel de certificación de excelencia, mientras que 86 municipalidades habían alcanzado este nivel. Por otro lado, a través de la Fundación Sendero de Chile, se ha desarrollado el programa de "Comunicación, Educación y Conciencia Pública en Biodiversidad" (CEPA), que contempla actividades al aire libre en espacios representativos de la diversidad ecológica del país. El MNHN, por su parte, aporta con el programa "Museo a tu Comuna" (MUVACO), generando conciencia sobre la importancia de la biodiversidad y su conservación, por nombrar algunas iniciativas ya instaladas institucionalmente y que involucran a la ciudadanía en forma activa.

En el ámbito de la participación de los pueblos indígenas en la conservación de la biodiversidad, la Corporación de Desarrollo Indígena (CONADI), ha implementado desde 2008 el "Programa de Protección del Medio Ambiente y Recursos Naturales". Este programa ha realizado estudios ambientales, además de capacitaciones y talleres, los cuales promueven las prácticas productivas sustentables. Por otro lado, el Ministerio de Salud (MINSAL) cuenta con el "Programa de Salud y Pueblos Indígenas" que opera en los Servicios de Salud, y tiene un enfoque intercultural, con el fin de rescatar los conocimientos tradicionales y el valor de los recursos naturales y la biodiversidad para su uso medicinal.

Las organizaciones de la sociedad civil, como las Organizaciones No Gubernamentales (ONGs), fundaciones y otras, son un componente central en representar y canalizar los intereses de la sociedad civil en temas relacionados a la conservación de la biodiversidad. En las últimas décadas, han emergido numerosas ONGs locales como el Comité Nacional Pro Defensa de la Flora y Fauna (CODEFF); Ecoceanos; Defensores del Bosque Chileno; Fundación Terram, entre otras, y de influencia global, tales como Conservation International, The Nature Conservancy (TNC), World Wildlife Fund (WWF), Oceana, World Resources Institute, entre otras (Zimmerer et al., 2004). Estos nuevos actores internacionales jugarían un rol clave en la conservación ambiental, complementando las acciones de los sectores gubernamentales y de negocios y desarrollando funciones de carácter público, suministrando un amplio espectro de servicios que mejoran la calidad de vida de las comunidades donde se desempeñan.

En Chile, la mayor parte de lo que se sabe sobre el patrimonio biológico del país es producto de la actividad académica. Sin embargo, la relación funcional de la ciencia chilena con la conservación de esta biodiversidad es menos clara. Esto sucede simplemente por una falta de interés de los biólogos en materias de conservación. Ello queda demostrado por la declinación en la construcción de taxonomías y por los escasos incentivos. A pesar de lo anterior, comienza a darse un creciente interés de la academia y de los

instrumentos tradicionales de financiamiento (FONDAP, ICM, PIA, etc.) por desarrollar temas de biodiversidad y sustentabilidad, lo que ha dado nacimiento a varios centros y grupos de investigación enfocados en estos aspectos. Ejemplos de ellos son el Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad (CAPES), el Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), el Instituto de Socio-ecología Costera (SECOS), y el Núcleo de Conservación Marina, entre otros.

En el ámbito productivo, aunque siempre está la tendencia de que las iniciativas de conservación deriven en obstáculos al desarrollo del comercio y la producción, han sido los parámetros internacionales de la industria y los llamados de organismos externos, como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), quienes ejercen influencia para que las empresas nacionales se coloquen a la par con sus competidores del exterior, sobre todo del mundo desarrollado, en términos de tecnología y uso de los recursos. Sin duda, tanto en el ámbito privado como en la institucionalidad pública, falta integrar un enfoque ecosistémico, que considere la estructura, composición y funcionamiento de los ecosistemas en la definición de alcances y restricciones de su quehacer.

4.3.7 AVANCES PARA EL CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD Y DESAFÍOS PENDIENTES

Una frase popularmente acuñada es que, para poder proteger la naturaleza, primero es necesario conocerla. Esta premisa cobra importancia si se considera que aún se desconocen muchos de los factores que influyen en la biodiversidad y en sus interacciones. De hecho, incluso en una de sus expresiones más concreta, la diversidad de especies, se estima que a nivel global se desconocen entre un 80-85% del total de éstas. Para alcanzar una mayor efectividad en la conservación de la biodiversidad es necesario conocer más sobre ella.

Para avanzar en el conocimiento de la biodiversidad se necesita más investigación y monitoreo a largo plazo. Sin embargo, también es necesario avanzar en la manera en que se transfiere el conocimiento a los tomadores de decisiones y a la ciudadanía. La mayor parte de la información proveniente de la academia tiene un formato que no es fácil de obtener, conocer y comprender. En este aspecto el mundo académico se enfrenta al desafío de aprender a “traducir” la información generada a un lenguaje no técnico, mientras que el desafío para los organismos del Estado está en abrir más instancias de comunicación que permitan generar políticas públicas basadas en evidencia. Una propuesta al respecto involucra mayor asignación presupuestaria al MMA y al Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (MINCYT) para mayor difusión ciudadana de la importancia de la biodiversidad.

Esta brecha, entre quienes producen el conocimiento y quienes lo necesitan para tomar decisiones de política pública, sobre todo en el ámbito legislativo, se puede explicar por la existencia de múltiples barreras: (1) Comunidades disonantes, esto es que los académicos por un lado desconocen cómo funciona el proceso de formación de leyes y que los tomadores de decisión, por otro, desconocen cómo funciona el mundo académico y el proceso científico; (2) Falta de incentivos y capacidades para participar, tanto para el sector académico como para el de tomadores de decisión; (3) Limitaciones de las vías de acceso en el Congreso,. Un prometedor avance en esta línea es la plataforma Vincula, desarrollada para crear un espacio de encuentro entre los investigadores y académicos y los miembros del Congreso Nacional, que permita promover el intercambio de conocimiento entre ambas comunidades; fortaleciendo una cultura de la evidencia, contribuyendo a la calidad y legitimidad del proceso de formación de la ley, y reduciendo las

brechas de género y de centralismo existentes. Vincula funciona como una plataforma abierta, en la cual investigadores y académicos pueden registrarse y crear un perfil en base a su experticia, el cual es integrado en un sistema de búsqueda y recomendación que permite un encuentro bi-direccional entre la comunidad científica y la legislativa. A esto se suma un sistema de alerta legislativa, donde se notifica a los usuarios registrados cada vez que ingresa un proyecto de ley relacionado a su área de conocimiento, ofreciendo una ventana de participación oportuna durante el proceso de tramitación legislativa. Este proyecto es el resultado de un trabajo conjunto entre más de 10 universidades nacionales y el Congreso de Chile, liderado por la Pontificia Universidad Católica de Chile.

En el año 2016, el MMA realizó un diagnóstico sobre el estado del arte en materia de información sobre biodiversidad. El diagnóstico señala que el principal motivo de colecta sistemática de datos e información sobre la materia en Chile guarda relación con el interés científico por parte de los propios investigadores, que en su mayor parte pertenecen a instituciones académicas. Uno de los problemas que evidencia este diagnóstico es que un 55% de los datos sobre la biodiversidad terrestre se difunde primordialmente a través de publicaciones científicas y libros técnicos, y menos del 30% de los investigadores está dispuesto a poner sus datos a disposición de las instituciones estatales u ONGs, de forma espontánea o por solicitud. Estos destaca la urgencia de contar, a nivel país, con una red pública de datos biológicos, ecológicos y físicos, accesible y transparente, principalmente de aquellos que son frutos de investigaciones financiadas con recursos públicos.

Una red de datos públicos debería ser interoperable, confiable y verificable, de manera de permitir, de manera transversal, utilizar esta información para el conocimiento, uso sostenible y conservación del capital natural de Chile. Los potenciales beneficios de una red pública de datos basada en el análisis de los mismos para la toma de decisiones son enormes y variados, entre los cuales destacan: i) sistema de monitoreo de incendios forestales, ii) sistema de alerta de especies exóticas invasoras, iii) modelamiento de especies plaga, iv) mapas de cobertura vegetal actual y futura, v) identificación de especies o ecosistemas en riesgo, vi) proyecciones agrícolas en escenarios de cambio climático, vii) centros de origen y de diversidad genética, viii) identificación de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad, ix) cálculo de indicadores sobre biodiversidad, x) monitoreo de servicios ecosistémicos, entre otros. En este contexto, el futuro Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas debería cumplir un rol importante.

Por regla general, para financiar la investigación científica en Chile, tanto básica como aplicada, los investigadores y centros de investigación deben postular a proyectos concursables, principalmente financiados por fondos de organismos públicos, que en general tienen duración acotada (2 a 5 años). Esto no facilita la consolidación de información de bases de datos de largo plazo, un formato adecuado para propiciar el avance en política pública. En tal sentido, se requiere de formas de financiamiento que posibiliten las investigaciones de largo plazo, esenciales para el monitoreo de cambios en la biodiversidad. Pero para mejorar la investigación no basta con incrementar el financiamiento, sino también aumentar la cantidad de investigadores. Al respecto, Chile es el país de la OCDE con la menor proporción de personas dedicadas a investigación y desarrollo (I+D), con una proporción de 0,9 personas por cada 1.000 trabajadores. Casi todos los países OCDE superan los 4,0 investigadores por cada 1.000 empleados, siendo el promedio OCDE de 7,6 y el registro de Finlandia, país que cuenta con la mayor proporción de investigadores dedicados a I+D, siendo 15,9. Además de la disponibilidad de investigadores, se requiere estimular el interés por insertar a los investigadores en los distintos sectores (empresas, sector público,

centros de investigación, academia, ONGs, entre otros) para que puedan desempeñarse activamente abordando los problemas en las distintas esferas de nuestra sociedad.

Como país miembro del Convenio sobre la Diversidad Biológica CDB, Chile se comprometió a implementar acciones para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad. Para lograr este desafío se requiere contar con información actualizada y estandarizada sobre el estado y las tendencias de la biodiversidad en sus distintos niveles de organización (de genes a ecosistemas) y grupos taxonómicos a lo largo de una cobertura geográfica suficiente para generar indicadores a escala local, regional y nacional. A pesar de estas necesidades, solo una pequeña fracción de los datos recolectados sobre biodiversidad a lo largo de la historia de Chile es de libre acceso. Se ha estimado que menos del 1% de los datos publicados en ecología son accesibles para la comunidad, y gran parte de estas bases de datos se hallan dispersas entre agentes privados o segregadas entre distintas instituciones y personas. Más aún, la capacidad de análisis con técnicas informáticas modernas y la capacidad de cálculo están restringidas a pocos grupos en Chile. De este modo, se hace evidente la necesidad de desarrollar políticas que promuevan el acceso abierto a la información y sus herramientas de análisis, así como de colaboración científica. Si bien los organismos de financiación fomentan sistemáticamente el desarrollo de actividades de divulgación, hacer disponibles los datos de biodiversidad no se considera todavía como una actividad obligatoria.

Una red de datos públicos debería ser interoperable, confiable y verificable, de manera de permitir, de manera transversal, utilizar esta información para el conocimiento, uso sostenible y conservación del patrimonio natural de Chile. Los potenciales beneficios de una red pública de datos basada en el análisis de los mismos para la toma de decisiones son enormes y variados, entre los cuales destacan: (i) sistema de monitoreo de incendios forestales; (ii) sistema de alerta de especies exóticas invasoras; (iii) modelamiento de especies plaga; (iv) mapas de cobertura vegetal pasada, actual y futura; v) identificación de especies o ecosistemas en riesgo; vi) proyecciones agrícolas en escenarios de cambio climático; (vii) centros de origen y de diversidad genética; (viii) identificación de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad; (ix) cálculo de indicadores sobre biodiversidad; (x) monitoreo de servicios ecosistémicos. En este contexto, el futuro Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas debería cumplir un rol importante.

Chile, a través del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), es signatario de la Global Biodiversity Information Facility (GBIF), el repositorio de información sobre biodiversidad más grande a nivel mundial, albergando actualmente más de 1.400 millones de registros publicados para alrededor de 4 millones de especies a nivel global. Las contribuciones desde Chile son escasas, con 1.743.000 registros, donde 96% corresponden a datos provenientes de la red de ciencia ciudadana Ebird. Aunque desde el MMA se han estado realizando algunos esfuerzos en los últimos años para instalar capacidades de documentar, gestionar y publicar datos de biodiversidad a través de la red GBIF, Chile aún está al debe en esta materia, con un importante capital de conocimientos que se encuentran dispersos y poco accesibles.

4.4 CONCLUSIONES Y PROPUESTAS DE LINEAMIENTOS DE POLÍTICAS PÚBLICAS



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

La biodiversidad es la base que sostiene la vida en la tierra y tanto el bienestar presente como el futuro de los seres humanos está directamente relacionado con ella. Durante la conferencia de las partes del Convenio de Diversidad Biológica -COP15 de biodiversidad-, llevada a cabo en 2022 en Montreal, se concluyó que "a pesar de algunos progresos, ninguna de las Metas Aichi para la Diversidad Biológica se han alcanzado plenamente y que esto socava el logro de la Visión de la Diversidad Biológica para 2050 y otras metas y objetivos internacionales". Chile no es ajeno a este diagnóstico. Dadas las características geológicas, climáticas y topográficas de nuestro territorio, lo hacen una verdadera peculiaridad en cuanto a su diversidad de ecosistemas terrestres, marinos, costeros, glaciares, ríos, lagos, humedales y ecosistemas insulares, los que en su conjunto albergan alrededor de 36 mil especies de plantas, animales, hongos y bacterias. A esto se suma, un alto grado de endemismo (30 a 40%), producto de la evolución aislada del resto del continente durante millones de años, debido a las barreras físicas y climáticas características del territorio chileno, y una diversidad genética que estamos recién empezando a cuantificar. Esta biodiversidad singular es un patrimonio de todos los chilenos, representa nuestro patrimonio natural en el presente y para el futuro, por lo que su conocimiento, cuidado, valoración y uso sustentable son un tema de seguridad nacional que debe ser abordado con fuerza por la institucionalidad ambiental. Su protección debe ser prioritaria por ser un tema transversal que permite una mejor calidad de vida de todos los chilenos. Por ejemplo, nuestra biodiversidad es un importante capital para el desarrollo del turismo, que en países como Nueva Zelanda aporta más del 9% del PIB, un porcentaje similar al del cobre en Chile, recurso que está en declinación y que a diferencia de la biodiversidad bien cuidada, no es renovable.

Para avanzar en la protección de la biodiversidad, falta aún mejorar su conocimiento. Según la información recopilada en este informe, en Chile se han descrito 36.167 especies nativas, 1.000 más de lo informado en 2019. Este aumento se debe en parte a la descripción de nuevas especies, pero también a cambios taxonómicos, reevaluaciones y reinterpretación de datos. Aun así, se estima que faltaría un 90% de especies "chilenas" por descubrir, las que probablemente en más de un 50% corresponderían a artrópodos (insectos y arácnidos). La falta de especialistas en taxonomía y el declive del financiamiento para la ciencia básica son sin duda factores importantes. Y no solo la descripción de las especies es necesaria, también se necesita avanzar en el conocimiento de sus características poblacionales, su distribución geográfica, sus preferencias de hábitat, sus amenazas, etc. En este contexto, se destacan los esfuerzos realizados por el Reglamento de Clasificación de Especies según su Estado de Conservación (RCE), el cual ya va en su proceso 21. Aun así, sólo un 4% de total de especies conocidas en Chile han sido clasificadas y validadas por el RCE, y existen grupos para las cuales prácticamente no se tiene información.

Pero el conocimiento de la biodiversidad no se limita únicamente a la complejidad inherente a los organismos y su entorno, sino también a la de los datos que la describen. La expansión de las fronteras del conocimiento ecológico y evolutivo dependerá en gran medida de nuestra capacidad para generar, acceder, analizar e integrar datos de todas las áreas del conocimiento. Además, es necesaria una gestión adecuada de estos datos para crear nuevo conocimiento, profundizar el existente y ponerlo a disposición de la sociedad, y así desarrollar políticas eficaces de protección del medio ambiente.

Se hace necesario y urgente democratizar el saber científico y académico y ponerlo a disposición de los tomadores de decisiones y de la población en general. Es en las universidades y en los centros e institutos de investigación dónde se generan las evidencias, los sustentos teóricos y metodológicos que pueden aportar para la formulación e implementación de leyes y políticas públicas que protejan nuestra biodiversidad. En este sentido, la datos abiertos para la biodiversidad son primordiales, pero aún su disponibilidad, gestión y análisis mantienen muchas brechas. Estas incluyen la infraestructura crítica necesaria, el capital humano y la creación de grupos o capacidades multidisciplinarias que den una visión holística, que permita reconocer y dar valor agregado a los datos de biodiversidad. Chile es uno de los países con mayor responsabilidad a nivel planetario en este tema, dada la diversidad climática y topográfica tanto de su territorio como del océano que lo rodea. Sin duda esto significa un gran desafío, pero que debe ser rápidamente abordado, considerando que la recopilación y sistematización de datos en biodiversidad es un mandato legal establecido a través de la Ley N°19.300 y la Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENB), que responde a los compromisos internacionales que ha asumido el país frente a la Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB) y las Metas Aichi.

Cabe recordar que entre las principales amenazas a la biodiversidad se encuentran: (1) la pérdida y degradación de hábitats, dada principalmente por el cambio de uso de suelo; (2) la contaminación de flora, fauna, suelo, aire y aguas por diversos elementos y compuestos químicos pesados, además de hidrocarburos, pero también por biocidas y hormonas; (3) la sobreexplotación de recursos, principalmente de recursos marinos pelágicos y bentónicos; (4) las especies exóticas invasoras, para las cuales 1.170 ya han sido registradas en Chile, incluyendo especies altamente dañinas; y (5) el cambio climático. Todas estas amenazas actúan en conjunto y de forma sinérgica, por lo cual no pueden ser estudiadas ni enfrentadas de manera aislada, sino que de manera global.

En cuanto a la respuesta del Estado ante estas presiones sobre la biodiversidad, motivada principalmente por los compromisos internacionales en esta materia, se destacan los esfuerzos realizados en la actualización de la ENB 2017-2030 y sus planes de acción asociados (Áreas Protegidas, Conservación de Especies Nativas, Conservación de Humedales, Gestión de Especies Exóticas Invasoras, Conservación Marina y de Islas oceánicas). Sin embargo, esta estrategia y sus planes solo recién han sido aprobados, o están en vías de aprobación, por lo que los resultados de su implementación se verán en los próximos años. Se destacan también los esfuerzos en materia de legislación respecto al Cambio Climático, los que incluyen la Estrategia Nacional y su Plan de Acción, los Planes Sectoriales (Biodiversidad, Silvoagropecuario, Salud, Pesca y Acuicultura, Ciudades) y la Ley Marco de Cambio Climático, promulgada durante el 2022. Sin embargo, aún existe una deuda mayor con la institucionalidad ambiental, cual es la falta de un Servicio capaz de gestionar la biodiversidad en todo nuestro territorio, que articule a todos los sectores en torno al desafío común de dar protección y uso sustentable a la misma. La biodiversidad no reconoce fronteras políticas internas, y su gestión tanto a nivel terrestre, marino y dulceacuícola debe tener la misma mirada territorial e integradora para tener éxito.

La protección de la biodiversidad requiere el empleo de una amplia gama de instrumentos. Por un lado es necesario seguir trabajando, mejorando y fortaleciendo aquellos ya existentes como lo son las áreas protegidas (públicas y privadas) y la conservación ex situ (bancos de germoplasma, jardines botánicos). Por otra parte, debemos avanzar en otras herramientas de gestión como son el Pago por Servicios Ambientales (PSA) y los Bancos de Compensación de Biodiversidad (BCB).

El Pago por Servicios Ambientales (PSA) es una herramienta para internalizar adecuadamente, en la toma de decisiones individuales y sociales, el valor que poseen y el bienestar que brindan los servicios ambientales, resguardados en las áreas protegidas. Tiene como principal objetivo forzar y hacer explícita una adecuada valoración de los servicios ambientales provistos a través de la conservación realizada en las áreas protegidas, y producir así una asignación eficiente de estos servicios, similar a la que haría un mercado funcionando adecuadamente. Los ingresos generados por los pagos de los servicios ambientales constituyen un incentivo para quienes manejan los ecosistemas y deciden sobre sus usos y conservación, porque protegen el flujo de servicios ambientales que ellos generan en el tiempo y representan una vía para financiar las actividades de control, vigilancia y manejo de las áreas protegidas y sus ecosistemas, necesarias para restringir el libre acceso a ellas y hacer posible las condiciones para su conservación.

En este contexto, CONAF, en colaboración con tres agencias de las Naciones Unidas -PNUD, FAO, ONU Ambiente- desarrolló en los últimos cuatro años una serie de proyectos de PSA destinados a la recuperación y protección de bosques nativos. Los proyectos se realizaron en cinco regiones (Coquimbo, Metropolitana, La Araucanía, Los Ríos y Magallanes) y están insertos dentro de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV) de CONAF. Específicamente lo que se hizo fue dar incentivos económicos para que los propietarios -en este caso de predios forestales- de lugares donde se generan servicios ambientales puedan compensar los costos de conservar esas funciones ecosistémicas: servicios como la captación de CO2, infiltración de agua, mejora en las condiciones del suelo, refugio para fauna silvestre, belleza escénica o cultural, por mencionar algunos. Aunque los resultados de este piloto son prometedores, en términos de replicabilidad en el territorio y de aprendizajes, sobre todo en el trabajo con las organizaciones y comunidades, aún no existe un esquema de política pública estatal que permita avanzar en esta materia.

Por otra parte, entre las herramientas de gestión que permiten armonizar el desarrollo económico con la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas están las compensaciones de la diversidad biológica (BSB por sus siglas en inglés), que son medidas de conservación con mejoras medibles en el estado de la biodiversidad, buscando neutralizar un impacto adverso inevitable. Estas medidas sólo son aplicables a proyectos que hayan seguido rigurosamente una jerarquía de mitigación, es decir, que hayan minimizado al máximo los impactos y usen las compensaciones como último recurso. Asimismo, es necesario diferenciar las compensaciones en biodiversidad del uso histórico de la palabra compensación, ya que éstas no contemplan intercambios entre la pérdida en biodiversidad y mejoras en otros ámbitos del desarrollo social o económico. En Chile, los BCB están incorporados como instrumento económico de gestión de la biodiversidad en el Proyecto de Ley que busca crear el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP). En dicho proyecto los BCB se definen como “un conjunto de territorios cuyas singularidades y valor por biodiversidad lo convierten en candidato en el esquema de la compensación de impactos de proyectos de inversión” y estipula reglamentar un mecanismo para la gestión de estos instrumentos. En este contexto, urge la aprobación del SBAP, el cual debería integrar estas necesidades, considerando las particularidades de la biodiversidad de nuestro país.

Países más avanzados en estos aspectos (PSA y BCB), y de los cuales hemos podido seguir de cerca sus avances en legislación ambiental, son Colombia, Costa Rica, Ecuador, México y Perú. Ellos nos demuestran que un conocimiento y sistematización de la información sobre biodiversidad del país y herramientas que permitan gestionarla para maximizar su potencial, constituyen medios eficaces, no solo para la conservación de la biodiversidad, sino también para el uso sustentable de ella y el desarrollo socio-económico de los países. Es importante resaltar, que más allá de las herramientas específicas que pueda desarrollar un país para la protección de su biodiversidad, el principal marco jurídico de protección es establecido por la respectiva constitución nacional. Esta es la ley suprema de un país implicando que por debajo de ellas las leyes no pueden contrariar sus disposiciones sino que deban adecuarse a ella. La inclusión de normativa ambiental en textos constitucionales es reciente en la historia. Hasta finales de los años 1970, las menciones de medio ambiente en las Constituciones de los países de América (excluyendo Estados Unidos y Canadá) estaban exclusivamente vinculadas a la salud pública. La incorporación de derechos ambientales y de los primeros mecanismos constitucionales para su protección surgen en la década de los 1980, en gran parte como respuesta a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano de 1972. Esta Conferencia culminó con la Declaración de Estocolmo, que a través de 26 principios colocó los temas ambientales en primer plano de las preocupaciones internacionales y marcó el inicio de un diálogo entre los países para avanzar hacia una gestión racional del medio ambiente.

A diferencia de otros países de la región, el texto constitucional de Chile es de los más antiguos y que menos modificaciones ha sufrido en lo que respecta al tema ambiental. Aun cuando el país ha desarrollado una Institución Ambiental bastante robusta que comienza con la promulgación de la Ley N°19.300 sobre Bases del Medio Ambiente, esto no ha sido suficiente para dar respuesta a los diversos y numerosos conflictos y desigualdades ambientales, sociales y económicas que existen entre los residentes del país.

Actualmente, Chile no dispone de una Constitución que incorpore de manera adecuada el conocimiento acumulado en materia ambiental ni que provea de herramientas eficaces para enfrentarla. No obstante, la preocupación por este tema se ha instalado con fuerza en la agenda pública. Durante los dos recientes procesos constitucionales fallidos, diversos actores provenientes del ámbito académico, político y de la sociedad civil participaron activamente para visibilizar la importancia de incorporar criterios ecológicos en la nueva carta fundamental, respaldados por una base de conocimiento interdisciplinario. Cualquiera sea la forma que adopte un nuevo proceso constituyente,, resulta esencial que este integre de forma explícita la gravedad de la actual crisis climática y ecológica. Se vuelve urgente promover soluciones basadas en la cooperación, el bien común y la superación de conflictos y desigualdades, apelando a la capacidad humana de distribuir los recursos de forma equitativa. Esta perspectiva exige avanzar hacia una sostenibilidad, un proceso que reconozca la pertenencia de los seres humanos a la biósfera y rechace tanto la visión extractivista de la naturaleza como aquellas concepciones que la idealizan pasivamente. En cambio, se debe asumir su carácter dinámico y potencialmente destructivo, comprendiendo que mantener el equilibrio ecosistémico es una condición fundamental para la continuidad de la vida humana en el planeta.

4.5 AGRADECIMIENTOS

Fue Nicolo Gligo quien contactó inicialmente a Fabián Jaksic para incitarlo a escribir un capítulo sobre biodiversidad para el del “Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile, versión 2018” (co-autorado por Daniella Mella) del entonces llamado Instituto de Asuntos Públicos (IAP) de la Universidad de Chile. A continuación, Sergio Galilea volvió a confiar a Jaksic y Mella la tarea de actualizar dicho capítulo para la versión 2021, esta vez auspiciada por el Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP) de la Facultad de Gobierno de la Universidad de Chile y nos encomendó explorar los temas de políticas públicas involucrados, así como las proyecciones de nuestros diagnósticos. El mismo Galilea volvío a pedir a Jaksic (esta vez con la co-autoría de Sergio Castro) la nueva actualización del capítulo.

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

BIBLIOGRAFÍA

- Abujatum J (2019) Tratados, acuerdos y regulación medioambiental de Chile. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

- Agüero T (2009) La importancia de los recursos genéticos vegetales y animales en el desafío de convertir a Chile en un potencia alimentaria y forestal. Publicación de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias ODEPA. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile.

- Ahumada RB, Pinto LA, Camus PA (2000) The Chilean Coast. En: Seas at the millennium: An environmental evaluation. Volume I, Regional Chapters: Europe, The America and West Africa, pp. 699-717 (Sheppard CRC (Ed.). Pergamon, Amsterdam, The Netherlands.

- Alaniz A, Galleguillos M, Pérez-Quezada J (2016) Chile: Assessment of quality of input data used to classify ecosystems according to the IUCN Red List methodology: The case of the central Chile hotspot. Biological Conservation 204: 378-385.

- Araya B, Bernal M (1995) Aves. En: Diversidad biológica de Chile, pp. 350-360 (Simonetti JA, Arroyo MTK, Spotorno AE, Lozada E, Eds.). CONICYT, Santiago, Chile.

- Artigas J (1975) Introducción al estudio por computación de las áreas zoogeográficas de Chile continental basado en la distribución de 903 especies de animales terrestres. Gayana Miscélanea (Concepción) 4: 1-25.

- Bachmann P, de la Barrera M, Tironi A (2014) Recopilación y sistematización de información relativa a estudios de evaluación, mapeo y valorización de servicios ecosistémicos en Chile. Reporte para el Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile.

- Bannister JR, Vidal OJ, Teneb E, Sandoval V (2012) Latitudinal patterns and regionalization of plant diversity along a 4270-km gradient in continental Chile. Austral Ecology 37: 500-509.

- Bernal P, Ahumada RB (1985) Ambiente Oceánico. En: Medio Ambiente en Chile, pp 55-106 (Soler F Ed.). Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente (CIPMA). Santiago, Chile.

- Bustos L, Jaksic F (2017) Marco regulatorio aplicable al proceso de internación de especies exóticas a la república de Chile. Ediciones CAPES-UC. Santiago, Chile. http://www.capes.cl/wp-content/uploads/2018/01/Libro-PUC-Laurita-Bustos_Fabian-Jaksic.pdf 57-278.

- Camus P, Jaksic F (2009) Piscicultura en Chile: entre la productividad y el deterioro ambiental 1856-2008. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. 100 pp.
- Cárdenas L, Hernández CE, Poulin E, Magoulas A, Kornfield I, Ojeda FP (2005) Origin, diversification and historical biogeography of the genus Trachurus (Perciformes: Carangidae). Molecular Phylogenetics and Evolution 35: 496-507
- Charrier A, Correa C, Castro C, Méndez MA (2015) A new species of Alsodes (Anura: Alsodidae) from Altos de Cantillana, central Chile. Zootaxa 3915: 540-550.
- Cione A, Tonni E, Bargo S, Bond M, Candela AM, Carlini A et al. (2007) Mamíferos continentales del Mioceno tardío a la actualidad en la Argentina: cincuenta años de estudios. Ameghiniana (Argentina) Publicación Especial 1: 2
- Cofré HL, Samaniego H, Marquet PA (2007) Rarity and richness patterns of small mammals in mediterranean and temperate Chile: En: The quintessential naturalist: honouring the life and legacy of Oliver P. Pearson, pp. 275-302 (Kelt DA, Lessa E, Salazar-Bravo JA, Patton JL, Eds.). University of California Publications in Zoology. Berkeley, California, USA.
- Cohen-Shacham E, Andrade A, Dalton J, Dudley N, Jones M., Kumar C, Maginnis S, Maynard S, Nelson CR, Renaud FG, Welling R, Walters G (2019) Core principles for successfully implementing and upscaling Nature-based Solutions. Environmental Science, Policy 98: 20-29.
- Comisión Permanente del Pacífico Sur (2014) Estado del Medio Ambiente Marino y Costero del Pacífico Sudeste. Comisión Permanente del Pacífico Sur-CPPS. Serie Estudios Regionales 4. Guayaquil, Ecuador. 244 pp.
- Comité Nacional de Restauración Ecológica (2018) Documento Marco Restauración Ecológica.
- Comité Operativo para el Control de las Especies Exóticas Invasoras, COCEI (2014) Estrategia Nacional Integrada para la Prevención, el Control y/o Erradicación de las Especies Exóticas Invasoras. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile. 26 pp.
- CONAF (2017a) El gran incendio de Chile de 2017, descripción e impactos. http://www.conaf.cl/
- CONAF (2017b) Reporte de Neutralidad en la Degradación de las Tierras (NDT) ante la Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación (CNULD).

- CONAF (2017c) Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetales 2017-2025.
- CONAMA (2006) Biodiversidad de Chile: Patrimonio y Desafíos.
- CONAMA (2008) Biodiversidad de Chile: Patrimonio y Desafíos.
- CONAMA-Centro de Ecología Aplicada (2006) Protección y manejo sustentable de Humedales integrados a la cuenca hidrográfica.
- CONAMA-CONAF-BIRF (1999) Catastro y evaluación de los recursos vegetacionales nativos de Chile: Informe nacional con variables ambientales. Santiago, Chile.
- Conservation International (2005) Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. Editado por CEMEX y Conservación Internacional.
- Contreras A, Castro I (2008) Catálogo de variedades de papas nativas de Chile. Valdivia, Chile.
- Contreras ER, Pizarro M, Köhler H, Zamora P, Zúñiga G (2019) UV-B shock induces photoprotective flavonoids but not antioxidant activity in Antarctic *Colobanthus quitensis* (Kunth) Bartl. Environmental and Experimental Botany 159: 179-190.
- Contreras LC, Yáñez JL (1995) Mamíferos. En: Diversidad biológica de Chile, pp. 336-349 (Simonetti JA, Arroyo MTK, Spotorno AE, Lozada E, Eds.). CONICYT, Santiago, Chile.
- Correa C (2019) Nueva lista comentada de los anfibios de Chile (Amphibia, Anura). Boletín Chileno de Herpetología 6: 1-14.
- Correa C (2022) Lista viva de las especies de anfibios de Chile (Versión 2022.1). Ediciones de la Asociación Red Chilena de Herpetología, RECH. Accesible en: www.herpetologiadechile.cl
- Cubillos MC (2020) Constitucionalismo ambiental en Chile: Una mirada para el siglo XXI. Revista de Derecho 21 25-51.
- Cuvertino J, Ardiles V, Osorio F, Romero X (2012) New records and additions to the Chilean bryophyte flora. Ciencia e Investigación Agraria 39: 245-254.
- De Groot RS, Wilson M, Boumans R (2002) A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. Ecological Economics 41: 393-408.

- Di Castri F (1968) Biologie de l'Amerique Australe, 4. Esquisse écologique du Chili. CNRS, Paris, France.
- Díaz S, Demissew S, Carabias J, Joly C, Lonsdale M, Ash N, Larigauderie A et al. (2015) The IPBES conceptual framework: Connecting nature and people. Current Opinion in Environmental Sustainability 14: 1-16.
- Dinerstein E, Olson D, Graham D, Webster A, Primm S, Bookbinder M, Ledec G (1995) Una evaluación del estado de conservación de las ecorregiones terrestres de América Latina y el Caribe. Banco Mundial. Washington, DC, EEUU.
- Dring MJ (1982) The biology of marine plants (Contemporary biology) Edward Arnold Publishers, London, UK (citado en Ministerio del Medio Ambiente 2018a
- Dubois A, Lenne P, Nahoe E, Rauch M (2013) Plantas de Rapa Nui: Guía Ilustrada de la Flora de Interés Ecológico y Patrimonial. Umanga Mo Te Natura, CONAF y ONF International. Santiago, Chile.
- Durán A, Casalegno S, Marquet P, Gaston K (2013) Representation of ecosystem services by terrestrial protected areas: Chile as a case study. PLoS ONE 8: e82643.
- Ecosistemas y Bienestar Humano: Marco para la Evaluación (2003) Informe del Grupo de Trabajo sobre Marco Conceptual de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio. Santiago, Chile.
- Estrategia Nacional de Biodiversidad (2017-2030) Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile.
- Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetales (2016) CONAF y Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile.
- Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025 (2013) Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile.
- FAO, Food and Agriculture Organization, Organización de las Naciones Unidas para Alimentación y la Agricultura (2009). Pago por Servicios Ambientales en Áreas Protegidas en América Latina.
- Fernández I, Morales N, Olivares L, Salvatierra J, Gómez M, Montenegro G (2010) Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales. PUC-Gobierno de Chile. Santiago, Chile.

- Ferrada S, Hernández, Montoya K, Galleguillos R (2002) Estudio poblacional del recurso anchoveta (*Engraulis ringens*, Jenyns 1842) (Clupeiformes, Engraulidae), mediante análisis de ADN. Gayana (Concepción) 66: 243-248.

- Figueroa E (2010) Valorización Económica Detallada de las Áreas Protegidas. Proyecto GEF SNAP “Creación de un Sistema Nacional Integral de áreas protegidas”. Santiago, Chile.

- Formas JR (1995) Anfibios. En: Diversidad biológica de Chile, pp. 314-325 (Simonetti JA, Arroyo MTK, Spotorno AE, Lozada E, Eds.). CONICYT, Santiago, Chile.

- Fuentes ER, Montenegro G, Rundel PW, Arroyo MTK, Ginocchio R, Jaksic FM (1995) Functional approaches to biodiversity in the mediterranean-type ecosystems of central Chile. En: Mediterranean-type ecosystems: The function of biodiversity, pp. 185-232 (Davis GW, Richardson DM, Eds.). Springer-Verlag, Berlin.

- Gajardo R (1994) La vegetación natural de Chile, Clasificación y distribución geográfica, Editorial Universitaria. Santiago, Chile.

- Galleguillos R, Troncoso L, Monsalves J, Oyarzun C (1997) Diferenciación poblacional en la sardina chilena *Strangomera bentincki* (Pisces: Clupeidae). Revista Chilena de Historia Natural 70: 351-361.

- Garilleti R (2012) New *Ulota* species with multicellular spores from southern South America. The Bryologist 115: 585-600.

- Garilleti R, Mazimpaka V, Lara F (2015) *Ulota larrainii* (Orthotrichoideae, Orthotrichaceae, Bryophyta) a new species from Chile, with comments on the worldwide diversification of the genus. Phytotaxa 217: 133-144.

- Gonzáles A, Beltrán J, Hiriart-Bertrand L, Flores V, de Reviers B, Correa JA, Santelices B (2012) Identification of cryptic species in the *Lessonia nigrescens* complex (Phaeophycea, Laminariales). Journal of Phycology 48: 1153-1165.

- González ME, Lara A, Urrutia R, Bosnich J (2011) Cambio climático y su impacto potencial en la ocurrencia de incendios forestales en la zona centro-sur de Chile (33°-42°S). Bosque (Valdivia) 32: 215-219.

- Guillemin ML, Contreras-Porcia L, Tamirez ME, Macaya E, Bulboa C, Woods H, Wyatt C, Brodie J (2016) The bladed Bangiales (Rhodophyta) of the South Eastern Pacific: Molecular species delimitation reveals extensive diversity. Molecular Phylogenetics and Evolution 96: 814-826

- Habit E, Dyer B, Vila I (2006) Estado de conocimiento de los peces dulceacuícolas de Chile. Gayana (Concepción) 70: 100-113

- Habit E, González J, Ortiz-Sandoval J, Elgueta A, Sobenes C (2015) Efectos de la invasión de salmónidos en ríos y lagos de Chile. Ecosistemas 24: 43-51.
- Halpern B, Longo C, Hardy D, McLeod K, Samhouri J, Katona S et al. (2012) An index to assess the health and benefits of the global ocean. Nature 488: 615-620
- Hässel de Menéndez GG, Rubies MF (2009) Catalogue of the Marchantiophyta and Anthocerotophyta of southern South America. Nova Hedwigia 134: 1-672.
- Holmgren M, Stapp P, Dickman C, Gracia C, Graham S, Gutiérrez J, Hice C et al. (2006) Extreme climatic events shape arid and semiarid ecosystems. Frontiers in Ecology and the Environment 4: 87-95.
- Huber A, Trecaman R (2004) Eficiencia del uso del agua en plantaciones de Pinus radiata en Chile. Bosque (Valdivia) 25: 33-43.
- Instituto de Asuntos Públicos IAP, Universidad de Chile (1999) Informe País, Estado del Medio Ambiente en Chile. Santiago, Chile.
- Instituto de Asuntos Públicos IAP, Universidad de Chile (2005) Informe País, Estado del Medio Ambiente en Chile. GEO Chile. Santiago, Chile.
- Instituto de Asuntos Públicos IAP, Universidad de Chile (2008) Informe País, Estado del Medio Ambiente en Chile. GEO Chile. Santiago, Chile.
- Instituto de Asuntos Públicos IAP, Universidad de Chile (2012) Informe País, Estado del Medio Ambiente en Chile. GEO Chile. Santiago, Chile.
- Instituto de Asuntos Públicos IAP, Universidad de Chile (2015) Informe País, Estado del Medio Ambiente en Chile. Comparación 1999-2015. Santiago, Chile.
- Instituto de Asuntos Públicos IAP, Universidad de Chile. Estado del medio ambiente en Chile: Informe País 2018 (Gligo N, Ed.). Santiago, Chile. 600 pp. http://www.inap.uchile.cl/publicaciones/159662/informe-pais-estado-del-medio-ambiente-en-chile-2018
- IPBES (2019) Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (Brondizio ES, Settele J, Díaz S, Ngo HT, Eds.). IPBES Secretariat, Bonn, Germany.
- IPCC (2013) Cambio Climático 2013: Base de ciencia física. Afirmaciones principales del Resumen para responsables de políticas.
- IPCC (2018) Global Warming of 1.5°C. Summary for Policymakers.
- Ireland RR (2017) Studies on the moss flora of the Bío-Bío Region of Chile: Part 3. PhytoKeys 77: 1-20.

- Jaksic FM (1998) Vertebrate invaders and their ecological impacts in Chile. Biodiversity and Conservation 7: 1427-1445.

- Jaksic FM, Camus P, Castro SA (2012) Ecología y Ciencias Naturales: historia del conocimiento del patrimonio biológico de Chile. Ediciones CASEB/DIBAM, Santiago, Chile. 228 pp. https://www.researchgate.net/publication/348977178

- Jaksic FM, Castro SA (2014) Invasiones biológicas en Chile: causas globales e impactos locales. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 526 pp.

- Jaksic FM, Jiménez JE (1986) The conservation status of raptors in Chile. Birds of Prey Bulletin 3: 95-104.

- Jones KR, Venter O, Fuller RA, Allan JR, Maxwell SL, Negret PJ, Watson JEM (2018) One-third of global protected land is under intense human pressure Science 360: 788-791.

- Jürgensen PM, León-Yáñez S (1999) Catalogue of the vascular plants of Ecuador. Monographs in Systematic Botany of the Missouri Botanical Garden 75: 1-1182.

- Laboratorio de Genética y Acuicultura, Universidad de Los Lagos (2006) Caracterización Genética de los Principales Recursos Pesqueros de Chile. Informe final corregido del Proyecto FIP 2006-52. Osorno, Chile. 243 pp.

- Langholz J, Krug W (2003) Private protected area action plan: WPC Governance Stream, Parallel Session 2.5. World Parks Congress, Durban, RSA.

- Larraín J (2016) The mosses (Bryophyta) of Capitán Prat Province, Aisén Region, southern Chile. PhytoKeys 68: 91-116.

- Larraín J, Atala (2017) Lorentziella (Gigaspermaceae, Bryophyta) new for Chile, and lectotypification of the genus. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 52: 351-355.

- Larraín J, Bahamonde N (2017) Los briófitos de la Estancia Cerro Paine, Parque Nacional Torres del Paine, Magallanes, Chile. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 52: 27-38.

- Larraín J, Drapela P (2022) Catálogo de los briófitos del Parque Nacional La Campana (Región de Valparaíso, Chile). Lilloa 59: 127-187.

- Larraín J, Vargas R (2021) Briófitos y líquenes en las turberas de Sphagnum de la región de Aysén, Chile. En: Funciones y servicios ecosistémicos de las turberas de Sphagnum en la región de Aysén, pp.161-191 (Domínguez, Martínez MP Eds.). Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Chile). Santiago, Chile.

- Leuschner C (2013) Vegetation and ecosystems. En: Vegetation ecology, second edition, pp. 285-307 (van der Maarel E, Franklin J, eds.). Blackwell Science, Oxford, UK.

- Larraín J, Cano MJ, Jiménez JA (2020a) New bryophyte records from the mediterranean region of Chile. Cryptogamie, Bryologie 41: 121-130.

- Larraín J, Huttunen S, Ignatova E, Ignatov M (2020b) Rhynchostegium occultum (Brachytheciaceae), a new species from relict forests of central Chile. Phytotaxa 453: 199-217.

- Larraín J, Suárez M, Brinda JC, Tangney R, von Konrat M, Crabtree D (2020c) Notocynodontium parvulum, a new genus and species of the Rhabdoweisiaceae (Bryophyta: Dicranidae) from southern South America. Nova Hedwigia 150: 97-108.

- Las Áreas Protegidas de Chile (2015) Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile.

- Lima M, Núñez A, Luna JP, Jaksic F (2022) Análisis comparado de constituciones latinoamericanas en materia ambiental. Revisión de casos: Chile, Costa Rica, Colombia, Ecuador y México. Ediciones CAPES-UC, Santiago, Chile. 41 pp. http://www.capes.cl/capes-constituciones/

- Lobos G, Vidal M, Correa C, Labra A, Díaz-Páez H, Charrier A, Rabanal F, Díaz S, Tala C (2013) Anfibios de Chile, desafíos para la conservación. Ministerio del Medio Ambiente, Fundación Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile y Red Chilena de Herpetología. Santiago, Chile.

- Lowe S, Browne M, Boudjelas S, De Poorter M (2004) 100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo: una selección del Global Invasive Species Database. Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI), Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN).

- Luebert F, Pliscoff P (2006) Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.

- Luebert F, Pliscoff P (2017) Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Segunda edición. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.

- Maass A, Samaniego H, Amaya L, Chávez RO, Corcoran D, Fonturbel FE, García N, Pérez MF, Poulin E, Salas-Eljatib C, Scherson R, Tevy F, Travisany D, Vergara G (2019) Datos en biodiversidad: un informe para COP25. Comité Científico COP25, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. Santiago, Chile.

- Macaya E, Zuccarello G (2010a) Genetic structure of the giant kelp Macrocystis pyrifera along the south-eastern Pacific. Marine Ecology Progress 420: 103-112

- Macaya E, Zuccarello G (2010b) DNA barcoding and genetic diagnosis in the giant kelp Macrocystis (Laminariales) Journal of Phycology 46: 736-724

- Mack R, Simberloff D, Lonsdale W, Evans H, Clout M, Bazzaz F (2000) Biotic Invasions: Causes, epidemiology, global consequences and control. Ecological Applications 10: 689-710.

- Malo J, González B, Mata C, Vielma A, Donoso D, Fuentes N, Estades C (2015) Low habitat overlap at landscape scale between wild camelids and feral donkeys in the Chilean desert. Acta Oecologica 70: 1-9.

- Marquet P, Abades S, Armesto J, Barria I, Arroyo MTK, Cavieres L, Gajardo R, Garín C, Labra F, Meza F, Prado C, Ramírez de Arellano P, Vicuña S (2010) Vulnerabilidad de la biodiversidad terrestre en la ecorregión mediterránea, a nivel de ecosistemas y especies, y medidas de adaptación frente a escenarios de cambio climático. IEB, Santiago, Chile.

- Marquet P, Valladares F, Magro S, Gaxiola A, Enrich-Prast A (2018) Cambio global, una mirada desde Iberoamérica. ACCI ediciones con Fundación Española de Historia Moderna. Madrid, España. 276 pp.

- Marquet PA, Gaxiola A, M. Ávila-Thieme MI, Pica-Téllez A, Vicuña S, Alaniz A, Etcheberry G, González D, Jara V, Menares L (2022) Las tres brechas del desarrollo sostenible y el cierre de la brecha ambiental en Chile: oportunidades para una recuperación pospandemia más sostenible y con bajas emisiones de carbono en América Latina y el Caribe. Documentos de Proyectos (LC/TS.2022/35), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47883/1/S2100898_es.pdf

- Mrtinez-Tilleria K, Núñez-Ávila M, León C, Pliscoff P, Squeo F, Armesto J (2017) A framework for the classification of Chilean terrestrial ecosystems as a tool for achieving global conservation targets. Biodiversity and Conservation 26: 2857-2876.

- Millanao A, Barrientos M, Gómez C, Tomova A, Bischmann A, Dölz H, Cabello F (2011) Uso inadecuado y excesivo de antibióticos: salud pública y salmonicultura en Chile. Revista Médica de Chile 139: 107-118.

- Miller S, Rottmann J, Raedeke KJ, Taber RD (1983) Endangered mammals of Chile: Status and conservation. Biological Conservation 25: 335-352.

- Ministerio de Agricultura, Corporación Nacional Forestal y Ministerio del Medio Ambiente (2021) Plan Nacional de Restauración de Paisajes 2021-2030. Santiago, Chile.

- Ministerio de Energía (2015) Medición del consumo nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera. Santiago, Chile.

- Ministerio del Medio Ambiente (2014a) Plan de adaptación al cambio climático en biodiversidad. Elaborado en el marco del PANCC y de la actualización de la Estrategia Nacional de Biodiversidad. Santiago, Chile. 95 pp.
- Ministerio del Medio Ambiente (2014b) Quinto Informe Nacional de Biodiversidad de Chile ante el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile, 140 pp.
- Ministerio del Medio Ambiente (2015) Las Áreas Protegidas de Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente (2016a) Clasificación de ecosistemas marinos chilenos de la zona económica exclusiva. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente (2016b) Informe del Estado del Medio Ambiente. Santiago, Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente (2017a) Estrategia Nacional de Biodiversidad (2017-2030). Santiago, Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente (2017b) Manual del Sistema de Certificación Ambiental Municipal. Santiago, Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente (2018a) Biodiversidad de Chile: Patrimonio y Desafíos. Tercera Edición, Tomo I, 430 pp. Santiago, Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente (2018b) Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos. Tercera Edición, Tomo II, 264 pp. Santiago, Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente (2018c) Cuarto Reporte del Estado del Medio Ambiente. Santiago, Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente (2020) Informe del Estado del Medio Ambiente. Santiago, Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente (2021) Reporte del Estado de Medio Ambiente 2021. Santiago, Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente y Centro de Ecología Aplicada CEA (2011) Diseño del inventario nacional de humedales y el seguimiento ambiental. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile. 164 pp.
- Ministerio del Medio Ambiente, CATIE, CTCN y ICRAF (2016) Diseño de una Red de Monitoreo de Biodiversidad y Cambio Climático. Santiago, Chile. 172 pp. many Species are there on Earth and in the Ocean? PLoS Biology 9: e1001127.

- Ministerio de Obras Públicas MOP. Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025 (2013) Santiago, Chile.

- Miranda A, Altamirano A, Cayuela L. et al. (2017) Native forest loss in the Chilean biodiversity hotspot: Revealing the evidence. Regional Environmental Change 17: 285-297.

- Mittermeier RA, Turner W, Larsen F, Brooks T, Gascon C (2011) Global biodiversity conservation: the critical role of hotspots. En: Biodiversity hotspots (Zachos F, Habel J, eds.), pp. 3-22. Springer, Berlin, Heidelberg, Germany.

- Mora C, Tittenson D, Adl S, Simpson A, Worm B (2011) How many Species are there on Earth and in the Ocean? PLoS Biology 9: e1001127.

- Morlans (2010) Contaminación Difusa en Acuíferos: Estudio de Caso en la Comuna de Colina, Región Metropolitana. Memoria para optar al título de Ingeniera Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

- Muñoz AE, Arellano E, Bonacic C (2016) Manual de Conservación de Biodiversidad en Predios Agrícolas de Chile Central. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile, 124 pp.

- Muller F (2009a) An updated checklist of the mosses of Chile. Archive for Bryology 58:1-124.

- Muller F (2009b) New records and new synonyms for the Chilean moss flora. Tropical Bryology 30: 76-83.

- Nahuelhual L, Laterra P, Barrena J (2015) Recopilación de información de indicadores de servicios ecosistémicos a nivel nacional e internacional. Reporte para el Ministerio del Medio Ambiente de Chile. Santiago, Chile.

- National Geographic Society, Oceana Chile & Armada de Chile (2011) Expedición a la Isla de Pascua y Sala y Gómez. Informe Científico, Febrero-Marzo 2011. Disponible en: http://oceana.org/sites/default/files/reports/Informe IPySG_final.pdf

- Neill PE, Alcalde O, Faugeron S, Navarrete S, Correa J (2006) Invasion of *Codium fragile* ssp. *tomentosoides* in northern Chile: A new threat for *Gracilaria* farming. Aquaculture 259: 202-210.

- Núñez D (2004) Valoración económica del servicio ecosistémico de producción de agua, del bosque de la cuenca de Llancahue, Décima región. Tesis para optar al título de Magíster en Desarrollo Rural, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 152 pp.

- Núñez L, Santero C (1990) Primeros poblamientos en el cono sur de América (XII-IX milenio AP.) Revista de Arqueología Americana 1: 91-139.
- Olson D, Dinerstein E, Canevari P, Davidson I, Castro G, Morriset V, Abell V, Toledo E (1998) Freshwater biodiversity of Latin America and the Caribbean: A conservation assessment. Biodiversity Support Program. Washington, DC, USA.
- Olson DM, Dinerstein E (2002) The Global 200: Priority ecoregions for global conservation. Annals of the Missouri Botanical Garden 89: 199-224.
- Ortega F (2016) Conservación y uso de los recursos genéticos chilenos. Instituto de Investigciones Agropecuarias INIA. Santiago, Chile.
- Oyarzo-Miranda C, Otaíza R, Bellorín A, Vega JMA, Tala F, Lagos NA, Oyarzún FX, Estévez RA, Latorre-Padilla N, Mora Tapia AM, Figueroa-Fábrega L, Jara-Yáñez R, Bulboa C, Contreras-Porcia L (2023) Seaweed restocking along the Chilean coast: History, present, and inspiring recommendations for sustainability. Frontiers in Marine Science 9: 1062481.
- Parra MJ, Rodríguez R, Cavieres L, Muñoz-Tapia L, Atala C (2015) Latitudinal patterns in pteridophyte distribution of continental Chile. Gayana (Concepción) 72: 47-57.
- Perspectiva Mundial sobre Diversidad Biológica (2001) Secretaria del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Montreal, Canadá.
- Plan de Acción Nacional de Cambio Climático, PANCC 2017-2022. Gobierno de Chile. Santiago, Chile.
- Pliscoff P (2015) Aplicación de los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) para la evaluación de riesgo de los ecosistemas terrestres de Chile. Informe Técnico elaborado para el Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile. 63 pp.
- PNUD (2009) Towards Ecosystem-Based Management of the Humboldt Current Large Marine Ecosystem.
- PNUD (2017a) Catálogo de las especies exóticas asilvestradas/naturalizadas en Chile. LIB, UDEC, Proyecto GEF/MMA/PNUD Fortalecimiento de los Marcos Nacionales para la Gobernabilidad de las Especies Exóticas Invasoras: Proyecto Piloto en el Archipiélago de Juan Fernández. Santiago, Chile.
- PNUD (2017b) Valoración económica del impacto de siete especies exóticas invasoras sobre los sectores productivos y la biodiversidad en Chile. Proyecto GEF/MMA/PNUD Fortalecimiento de los Marcos Nacionales para la Gobernabilidad de las Especies Exóticas Invasoras: Proyecto Piloto en el Archipiélago de Juan Fernández. Santiago, Chile.

- Ramírez ME (1995) Algas Marinas Bentónicas. En: Diversidad Biológica de Chile, pp. 38-47 (Simonetti JA, Arroyo MTK, Spotorno AE, Lozada E, Eds.). CONICYT, Santiago, Chile.

- Rodríguez R, Marticorena C, Alarcón D, Baeza C, Cavieres L, Finot V, Fuentes N, et al. (2018) Catálogo de las plantas vasculares de Chile. Gayana Botánica (Concepción) 75: 1-430.

- Root-Bernstein M, Montecinos-Carvajal Y, Ladle R, Jepson P, Jaksic FM (2013) Conservation easements and mining: The case of Chile. Earth's Future 1: 33-38. https://doi.org/10.1002/2013EF000136

- Rovira J, Herreros J (2016) Clasificación de ecosistemas marinos chilenos de la zona económica exclusiva. Departamento de Panificación y Políticas en Biodiversidad, División de Recursos Naturales y Biodiversidad, Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile.

- Ruiz de Gamboa M (2016) Lista actualizada de los reptiles de Chile. Boletín Chileno de Herpetología 3: 7-12.

- Salazar A, Baldi G, Hirota M, Skytus J, McAlpine C (2015) Land use and land cover change impacts on the regional climate of non-Amazonian South America: A review. Global and Planetary Change 128: 103-119.

- Samaniego H, Marquet PA (2009) Mammal and butterfly species richness in Chile: Taxonomic covariation and history. Revista Chilena de Historia Natural 82: 135-151.

- Santibañez F, Santibañez P, Caroca C, González P, Gajardo N, Pery P, Simonetti J, Pliscoff P (2013) Plan de acción para la protección y conservación de la biodiversidad, en un contexto de adaptación al cambio climático. MMA-Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile. Santiago, Chile. 224 pp.

- Schulz J, Cayuela L, Echeverria C, Salas J, Rey Benayas JM (2010) Monitoring land cover change of the dryland forest landscape of central Chile (1975-2008). Applied Geography 30: 436-447.

- Searle JP, Rovira J (2008) Cambio Climático y Efectos en la Biodiversidad: el caso chileno. En: Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos, pp. 502-505. CONAMA, Santiago, Chile.

- Seddon N, Chausson A, Berry P, Girardi CAJ, Smith A, Turner B (2020) Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 375: 20190120.

- Simonetti JA, Arroyo MTK, Spotorno AE, Lozada E, Eds. (1995) Diversidad biológica de Chile. CONICYT, Santiago, Chile.

- Simonetti, JA (2002) Diversidad biológica. En: Estado del medio ambiente en Chile (Gligo N, Ed.), pp. 161-195. LOM Ediciones, Santiago, Chile.

- Spalding M, Fox H, Allen G, Davidson N, Ferdana Z, Finlayson M et al. (2007) Marine ecoregions of the world: A bioregionalization of coastal and shelf areas. BioScience 57: 573-583.

- SUBPESCA (2018) Estado de situación de las principales pesquerías chilenas, año 2018. Santiago, Chile.

- Sullivan K, Bustamante G (1999) Setting geographic priorities for marine conservation in Latin America and the Caribbean. The Nature Conservancy, Arlington, VA, USA.

- UNEP-WCMC (2015) Manual de Usuario 1.4 de la Base de Datos Mundial sobre Áreas Protegidas.

- Veloso A, Ortiz JC, Navarro J, Núñez H, Espejo P, Labra MA (1995) Reptiles. En: Diversidad biológica de Chile, pp. 326-335 (Simonetti JA, Arroyo MTK, Spotorno AE, Lozada E, Eds.). CONICYT, Santiago, Chile.

- Villagrán C (2018). Biogeografía de los bosques subtropical-templados del sur de Sudamérica: Hipótesis históricas. Magallania (Punta Arenas) 46: 27-48.

ANEXOS

ANEXO 4.1 LOS 125 ECOSISTEMAS TERRESTRES DE CHILE CONTINENTAL SEGÚN LUEBERT & PLISCOFF (2017).

Ecosistemas terrestres zonales	**Superficie remanente (km2)**
Desierto absoluto	**56.722**
Desierto tropical interior con vegetación escasa	56.722
Dunas de aerófitos	**381**
Dunas tropicales costeras de *Tillandsia landbeckii-T. marconae*	381
Herbazal efímero	**732**
Herbazal efímero tropical costero de *Nolana adansonii-N. lycioides*	732
Matorral desértico	**68.318**
Matorral desértico tropical interior de *Malesherbia auristipulata-Tarasa operculata*	529
Matorral desértico tropical interior de *Atriplex atacamensis-Tessaria absinthioides*	8.484
Matorral desértico tropical costero de *Nolana sedifolia/Eulychnia iquiquensis*	1.288
Matorral desértico tropical-mediterráneo costero de *Ephedra breana/Eulychnia iquiquensis*	3.051
Matorral desértico mediterráneo costero de *Copiapoa boliviana-Heliotropium pycnophyllum*	1.222
Matorral desértico mediterráneo costero de *Gypothamnium pinifolium-Heliotropium pycnophyllum*	808
Matorral desértico mediterráneo costero de *Euphorbia lactiflua-Eulychnia iquiquensis*	709
Matorral desértico mediterráneo costero de *Euphorbia lactiflua-Eulychnia saintpieana*	1.668
Matorral desértico mediterráneo interior de *Oxyphyllum ulicinum-Gymnophyton foliosum*	2.790
Matorral desértico mediterráneo costero de *Heliotropium floridum-Atriplex clivicola*	1.253
Matorral desértico mediterráneo costero de *Oxalis virgosa-Eulychnia breviflora*	691
Matorral desértico tropical-mediterráneo interior de *Skytanthus acutus-Atriplex desérticola*	16.073

Matorral desértico tropical interior de *Huidobria chilensis-Nolana leptophylla*	1.256
Matorral desértico mediterráneo costero de *Oxalis virgosa-Heliotropium stenophyllum*	2.491
Matorral desértico mediterráneo interior de *Adesmia argentea-Bulnesia chilensis*	12.361
Matorral desértico mediterráneo interior de *Heliotropium stenophyllum-Flourensia thurifera*	3.953
Matorral desértico mediterráneo interior de *Flourensia thurifera-Colliguaja odorifera*	8.739
Matorral desértico mediterráneo costero de *Bahia ambrosioides-Puya chilensis*	952
Matorral bajo desértico	**65.488**
Matorral bajo desértico tropical interior de *Adesmia atacamensis-Cistanthe salsoloides*	23.454
Matorral bajo desértico tropical andino de *Atriplex imbricata-Acantholippia desérticola*	13.917
Matorral bajo desértico tropical interior de *Nolana leptophylla-Cistanthe salsoloides*	14.570
Matorral bajo desértico tropical andino de *Atriplex imbricata*	9.926
Matorral bajo desértico mediterráneo andino de *Senecio proteus-Haplopappus baylahuen*	3.621
Matorral espinoso	**1.367**
Matorral espinoso mediterráneo interior de *Trevoa quinquenervia-Colliguaja odorifera*	874
Matorral espinoso mediterráneo interior de *Puya coerulea-Colliguaja odorifera*	493
Bosque espinoso	**9.511**
Bosque espinoso tropical interior de *Prosopis tamarugo-Tessaria absinthioides*	429
Bosque espinoso tropical interior de *Geoffroea decorticans-Prosopis alba*	477
Bosque espinoso tropical andino de *Browningia candelaris-Corryocactus brevistylus*	2.129
Bosque espinoso mediterráneo interior de *Acacia caven-Prosopis chilensis*	1.156
Bosque espinoso mediterráneo andino de *Acacia caven-Baccharis paniculata*	478
Bosque espinoso mediterráneo costero de *Acacia caven-Maytenus boaria*	2.145
Bosque espinoso mediterráneo interior de *Acacia caven-Lithraea caustica*	2.697
Matorral esclerófilo	**4.529**
Matorral arborescente esclerófilo mediterráneo costero de *Peumus boldus-Schinus latifolia*	1.465

Matorral arborescente esclerófilo mediterráneo interior de *Quillaja saponaria-Porlieria chilensis*	3.064
Bosque esclerófilo	**21.283**
Bosque esclerófilo mediterráneo andino de *Kageneckia angustifolia-Guindilia trinervis*	4.546
Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Cryptocarya alba-Peumus boldus*	4.220
Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Lithraea caustica-Cryptocarya alba*	2.623
Bosque esclerófilo mediterráneo andino de *Quillaja saponaria-Lithraea caustica*	2.921
Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Lithraea caustica-Azara integrifolia*	2.138
Bosque esclerófilo mediterráneo interior de *Lithraea caustica-Peumus boldus*	3.116
Bosque esclerófilo mediterráneo andino de *Lithraea caustica-Lomatia hirsuta*	1.001
Bosque esclerófilo psamnófilo mediterráneo interior de *Quillaja saponaria-Fabiana imbricata*	718
Bosque caducifolio	**59.487**
Bosque caducifolio mediterráneo costero de *Nothofagus macrocarpa-Ribes punctatum*	881
Bosque caducifolio mediterráneo interior de *Nothofagus obliqua-Cryptocarya alba*	1.801
Bosque caducifolio mediterráneo andino de *Nothofagus obliqua-Austrocedrus chilensis*	3.643
Bosque caducifolio mediterráneo costero de *Nothofagus glauca-Azara petiolaris*	282
Bosque caducifolio mediterráneo costero de *Nothofagus glauca-Persea lingue*	613
Bosque caducifolio mediterráneo andino de *Nothofagus glauca-N. obliqua*	1.127
Bosque caducifolio mediterráneo costero de *Nothofagus obliqua-Gomortega keule*	540
Bosque caducifolio mediterráneo de *Nothofagus obliqua-Persea lingue*	1.270
Bosque caducifolio templado de *Nothofagus obliqua-Laurelia sempervirens*	4.922
Bosque mixto mediterráneo costero de *Nothofagus dombeyi-N. obliqua*	1.228
Bosque caducifolio templado costero de *Nothofagus alpina-Persea lingue*	835
Bosque caducifolio mediterráneo-templado andino de *Nothofagus alpina-N. obliqua*	608
Bosque caducifolio templado andino de *Nothofagus alpina-Dasyphyllum diacanthoides*	2.783

Bosque caducifolio templado andino de *Nothofagus alpina-N. dombeyi*	2.637
Bosque caducifolio mediterráneo-templado andino de *Nothofagus pumilio-N. obliqua*	1.519
Bosque caducifolio templado andino de *Nothofagus pumilio-Araucaria araucana*	3.274
Bosque caducifolio templado andino de *Nothofagus pumilio-Drimys andina*	3.650
Bosque caducifolio templado andino de *Nothofagus pumilio-Berberis ilicifolia*	9.641
Bosque caducifolio templado andino de *Nothofagus pumilio-Azara alpina*	2.722
Bosque caducifolio templado andino de *Nothofagus pumilio-Ribes cucullatum*	4.738
Bosque caducifolio templado-antiboreal andino de *Nothofagus pumilio-Maytenus disticha*	10.773
Matorral caducifolio	**20.121**
Matorral caducifolio templado andino de *Nothofagus antarctica*	7.209
Matorral caducifolio templado andino de *Nothofagus antárctica-Empetrum rubrum*	2.857
Matorral arborescente caducifolio mediterráneo-templado oriental de *Nothofagus antárctica-Berberis microphylla*	3.279
Matorral arborescente caducifolio templado-antiboreal andino de *Nothofagus antárctica-Chiliotrichum diffusum*	6.776
Bosque laurifolio	**8.383**
Bosque laurifolio templado costero de *Aextoxicon punctatum-Laurelia sempervirens*	284
Bosque laurifolio templado costero de *Weinmannia trichosperma-Laureliopsis philippiana*	2.172
Bosque laurifolio templado interior de *Nothofagus dombeyi-Eucryphia cordifolia*	5.927
Bosque resinoso de coníferas	**19.194**
Bosque resinoso templado costero de *Araucaria araucana*	269
Bosque resinoso templado andino de *Araucaria araucana-Nothofagus dombeyi*	2.117
Bosque resinoso mediterráneo-templado andino de *Araucaria araucana-Festuca scabriuscula*	1.209
Bosque resinoso templado costero de *Fitzroya cupressoides*	1.260
Bosque resinoso templado andino de *Fitzroya cupressoides*	3.097
Bosque resinoso templado costero de *Pilgerodendron uviferum-Tepualia stipularis*	2.820
Bosque resinoso templado costero de *Pilgerodendron uviferum-Astelia pum*ila	8.422
Bosque siempreverde	**88.123**

Bosque siempreverde templado andino de *Nothofagus dombeyi-Gaultheria phillyreifolia*	646
Bosque siempreverde templado andino de *Nothofagus dombeyi-Saxegothaea conspicua*	3.019
Bosque siempreverde templado andino de *Austrocedrus chilensis-Nothofagus dombeyi*	152
Bosque siempreverde templado interior de *Nothofagus nitida-Podocarpus nubigenus*	15.497
Bosque siempreverde templado interior de *Nothofagus betuloides-Desfontainia fulgens*	9.397
Bosque siempreverde templado andino de *Nothofagus betuloides-Laureliopsis philippiana*	528
Bosque siempreverde templado andino de *Nothofagus betuloides-Chusquea macrostachya*	4.650
Bosque mixto templado andino de *Nothofagus betuloides-Berberis ilicifolia*	2.511
Bosque mixto templado-antiboreal andino de *Nothofagus betuloides-Nothofagus pumilio*	5.266
Bosque siempreverde templado-antiboreal costero de *Nothofagus betuloides-Embothrium coccineum*	7.617
Bosque siempreverde templado-antiboreal costero de *Nothofagus betuloides-Drimys winteri*	38.840
Matorral siempreverde	**3.463**
Matorral siempreverde templado costero de *Pilgerodendron uviferum-Nothofagus nitida*	3.463
Turbera	**56.937**
Turbera templada costera de *Donatia fascicularis-Oreobolus obtusangulus*	38.411
Turbera antiboreal costera de *Astelia pumila-Donatia fascicularis*	9.127
Turbera antiboreal costera de *Bolax caespitosus-Phyllachne uliginosa*	5.654
Turbera templada-antiboreal interior de *Sphagnum magellanicum-Schoenus antarcticus*	3.745

Matorral bajo de altitud	**89.589**
Matorral bajo tropical andino de *Fabiana ramulosa-Diplostephium meyenii*	6.745
Matorral bajo tropical andino de *Parastrephia lucida-Azorella compacta*	3.165
Matorral bajo tropical andino de *Parastrephia lucida-Festuca orthophylla*	1.760
Matorral bajo tropical andino de *Parastrephia lepidophylla-P. quadrangularis*	7.042
Matorral bajo tropical andino de *Azorella compacta-Pycnophyllum molle*	2.052
Matorral bajo tropical andino de *Fabiana denudata-Chuquiraga atacamensis*	3.992
Matorral bajo tropical andino de *Fabiana squamata-Festuca chrysophylla*	3.940
Matorral bajo tropical andino de *Fabiana bryoides-Parastrephia quadrangularis*	7.661
Matorral bajo tropical andino de *Mulinum crassifolium-Urbania pappigera*	9.210
Matorral bajo tropical andino de *Artemisia copa-Jarava frigida*	2.128
Matorral bajo tropical andino de *Adesmia frígida-Jarava frigida*	3.479
Matorral bajo tropical-mediterráneo andino de *Adesmia hystrix-Ephedra breana*	6.538
Matorral bajo tropical andino de *Adesmia subterranea-Adesmia echinus*	5.312
Matorral bajo mediterráneo costero de *Chuquiraga oppositifolia-Mulinum spinosum*	55
Matorral bajo mediterráneo andino de *Chuquiraga oppositifolia-Nardophyllum lanatum*	4.060
Matorral bajo mediterráneo andino de *Laretia acaulis-Berberis empetrifolia*	5.647
Matorral bajo mediterráneo andino de *Chuquiraga oppositifolia-Discaria articulata*	3.435
Matorral bajo templado andino de *Discaria chacaye-Berberis empetrifolia*	3.421
Matorral bajo templado andino de *Adesmia longipes-Senecio bipontinii*	2.986
Matorral bajo antiboreal andino de *Bolax gummifera-Azorella selago*	6.961
Herbazal de altitud	**25.356**
Herbazal tropical andino de *Chaetanthera sphaeroidalis*	6.574
Herbazal mediterráneo andino de *Nastanthus spathulatus-Menonvillea spathulata*	2.310
Herbazal mediterráneo andino de *Oxalis adenophylla-Pozoa coriacea*	953
Herbazal templado andino de *Nassauvia dentata-Senecio portalesianus*	11.118
Herbazal antiboreal andino de *Nassauvia pygmaea-N. lagascae*	4.401

Estepas y pastizales	**24.354**
Estepa mediterránea-templada oriental de *Festuca pallescens-Mulinum spinosum*	3.127
Estepa mediterránea-templada oriental de *Festuca gracillima*	6.354
Estepa mediterránea-templada oriental de *Festuca gracillima-Mulinum spinosum*	6.890
Estepa templada oriental de *Festuca gracillima-Chiliotrichum diffusum*	7.983
Estepa templada oriental de *Festuca gracillima-Chiliotrichum diffusum*	7.983

ANEXO 4.2 LAS 14 ECORREGIONES Y LOS 96 ECOSISTEMAS MARINOS SEGÚN LA CLASIFICACIÓN DE ROVIRA & HERREROS (2016)

Ecorregión	Ecosistemas
Norte grande	Epibentónico Blando-Norte grande
	Epibentónico Duro-Norte grande
	Litoral-Norte grande
	Litoral Blando-Norte grande
	Litoral Duro-Norte grande
	Zona de Surgencia-Norte grande
Paposo Taltal	Epibentónico Blando-Paposo Taltal
	Epibentónico Duro-Paposo Taltal
	Litoral-Paposo Taltal
	Litoral Blando-Paposo Taltal
	Litoral Duro-Paposo Taltal
	Mesobentónico-Paposo Taltal
Atacama	Epibentónico-Atacama
	Epibentónico Blando-Atacama
	Epibentónico Duro-Atacama
	Litoral-Atacama
	Litoral Blando-Atacama
	Litoral Duro-Atacama
	Mesobentónico -Atacama
	Zona de Surgencia-Atacama

Los Molles	Epibentónico Blando-Los Molles
	Epibentónico Duro-Los Molles
	Litoral-Los Molles
	Litoral Blando-Los Molles
	Litoral Duro-Los Molles
	Zona de Surgencia-Los Molles
Chile central	Epibentónico Blando-Chile central
	Epibentónico Duro-Chile central
	Litoral-Chile central
	Litoral Blando-Chile central
	Litoral Duro-Chile central
	Zona de Surgencia-Chile central
Centro sur	Epibentónico Blando-Centro sur
	Epibentónico Duro-Centro sur
	Litoral Blando-Centro sur
	Litoral Duro-Centro sur
	Mesobentónico-Centro sur
Chiloé Taitao	Canales de la Patagonia Central-Chiloé Taitao
	Canales de la Patagonia Norte-Chiloé Taitao
	Costa de Chiloé Continental-Chiloé Taitao
	Costa Este de Chiloé-Chiloé Taitao
	Costa expuesta de Golfo de Penas-Chiloé Taitao
	Costa expuesta Patagonia Norte-Chiloé Taitao
	Fiordos de Chiloé Continental-Chiloé Taitao
	Fiordos de la Patagonia Central-Chiloé Taitao
	Fiordos de la Patagonia Norte-Chiloé Taitao
	Senos del Golfo de Penas-Chiloé Taitao

Kawesqar	Canales de la Patagonia Central-Kawesqar
	Costa Expuesta de Patagonia Central-Kawesqar
	Fiordos de la Patagonia Central-Kawesqar
Magallanes	Almirantazgo-Magallanes
	Bahía Inútil-Magallanes
	Beagle Ballenero-Magallanes
	Canales de la Patagonia Central-Magallanes
	Canales de la Patagonia Sur-Magallanes
	Cockburn Magdalena-Magallanes
	Costa Expuesta de Patagonia Sur-Magallanes
	Estrecho de Magallanes Central-Magallanes
	Estrecho de Magallanes Este-Magallanes
	Estrecho de Magallanes Oeste-Magallanes
	Fiordos de la Patagonia Central-Magallanes
	Fiordos de la Patagonia Sur-Magallanes
	Nassau Hornos-Magallanes
	Otway Jerónimo-Magallanes
	Whiteside-Magallanes
Islas Desventuradas	Abisal-Islas Desventuradas
	Batibentónico-Islas Desventuradas
	Mesobentónico-Islas Desventuradas
	Montes Submarinos-Islas Desventuradas
	Superficie terrestre-Islas Desventuradas

Archipiélago de Juan Fernández	Abisal-Archipiélago de Juan Fernández
	Batibentónico-Archipiélago de Juan Fernández
	Epibentónico-Archipiélago de Juan Fernández
	Litoral-Archipiélago de Juan Fernández
	Mesobentónico-Archipiélago de Juan Fernández
	Montes Submarinos-Archipiélago de Juan Fernández
	Superficie terrestre-Archipiélago de Juan Fernández
Isla de Pascua	Abisal-Isla de Pascua
	Batibentónico-Isla de Pascua
	Epibentónico-Isla de Pascua
	Insular-Isla de Pascua
	Litoral-Isla de Pascua
	Mesobentónico-Isla de Pascua
	Montes Submarinos-Isla de Pascua
Pacifico Sudeste	Abisal-Pacífico Sudeste
	Batibentónico-Pacífico Sudeste
	Hadal-Pacífico Sudeste
	Mesobentónico-Pacífico Sudeste
	Montes submarinos-Pacífico Sudeste
Pacifico Austral Oceánico	Abisal-Pacífico Austral Oceánico
	Batibentónico-Pacífico Austral Oceánico
	Mesobentónico-Pacífico Austral Oceánico
	Montes submarinos-Pacífico Austral Oceánico

Anexo 4.3 Definiciones de niveles jerárquicos dentro de la tipología ecosistémica global.

Nivel	Definición
1. Reino	Uno de los cinco componentes principales de la biosfera que difieren fundamentalmente en la organización y función ecosistémica ya sea en ambientes terrestres, dulceacuícolas, marinos, subterráneos, o atmosféricos.
1. Bioma funcional	Un componente de un reino unido por uno o unos pocos impulsores ("drivers") ecológicos principales comunes que regulan las principales funciones ecosistémicas y los procesos ecológicos, derivados verticalmente ("top-down") por subdivisión de reinos (nivel 1).
1. Grupo funcional ecosistémico	Un grupo de ecosistemas relacionados dentro de un bioma que comparten impulsores ecológicos comunes que promueven la convergencia de las propiedades ecosistémicas que caracterizan al grupo. Derivado verticalmente ("top-down") por subdivisión de biomas (nivel 2).
1. Sub-grupos ecosistémicos regionales	Una expresión ecorregional de un Grupo funcional ecosistémico derivado verticalmente ("top-down") por subdivisión de ellos mismos (nivel 3). Representan variantes geográficas composicionalmente distintivas que ocupan diferentes áreas dentro del rango de distribución de un Grupo funcional ecosistémico.
1. Tipo ecosistémico global	Un complejo de organismos y su ambiente físico asociado dentro de un área ocupada por un Grupo funcional ecosistémico. Los tipos ecosistémicos globales agrupados en el mismo Grupo funcional ecosistémico comparten procesos ecológicos similares, pero exhiben diferencias sustanciales en su composición biótica. Se derivan verticalmente ("bottom-up"), ya sea directamente a partir de observaciones o mediante la agregación de tipos subglobales (nivel 6).
1. Tipo ecosistémico sub-global	Una subunidad o grupo anidado de subunidades dentro de un tipo ecosistémico global, que por lo tanto exhiben un mayor grado de homogeneidad composicional y de semejanza entre sí que los tipos ecosistémicos globales (nivel 5). Representan unidades de clasificaciones establecidas (e. g., a nivel nacional), en algunos casos dispuestas en una sub-jerarquía de múltiples niveles, derivadas directamente de observaciones.

ANEXO 4.4 CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN USADAS POR EL REGLAMENTO PARA LA CLASIFICACIÓN DE ESPECIES SILVESTRES (RCE) EN CHILE, VALIDADOS PARA LOS CRITERIOS DE LA UICN.

Extinta	EX	Cuando no queda ninguna duda razonable de que el último individuo existente ha muerto. Se presume que un taxón está Extinto cuando prospecciones exhaustivas en sus hábitats conocidos y/o esperados, efectuadas en las oportunidades apropiadas y en su área de distribución histórica, no hayan detectado ningún individuo en estado silvestre. Se trata de especies que tampoco subsisten en cautiverio o cultivos.
Extinta en Estado Silvestre	EW	Cuando sólo sobrevive en cultivo, en cautividad o como población (o poblaciones) naturalizadas completamente fuera de su distribución original. Son especies para las cuales, luego de prospecciones exhaustivas en su hábitat conocido y/o esperado, efectuadas en las oportunidades apropiadas y en su área de distribución histórica, no hayan detectado ningún individuo en estado silvestre.
En Peligro Crítico	CE	Cuando enfrente un riesgo extremadamente alto de extinción, es decir, la probabilidad de que la especie desaparezca en el corto plazo es muy alta. Para ser clasificada en esta categoría, la especie debe cumplir con los criterios técnicos que para dicha categoría fueron establecidos por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).
En Peligro	EN	Cuando, no pudiendo ser clasificada en la categoría denominada "En Peligro Crítico", enfrente un riesgo muy alto de extinción, es decir cuando la probabilidad de que la especie desaparezca en el mediano plazo es alta. Para ser clasificada en esta categoría, la especie debe cumplir con los criterios técnicos que para dicha categoría fueron establecidos por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).
Vulnerable	VU	Cuando, no pudiendo ser clasificada en la categoría denominada "En Peligro ", la mejor evidencia disponible indica que cumple con alguno de los criterios establecidos por la UICN para tal categoría y, por consiguiente, se considera que está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre.
Casi Amenazada	NT	Cuando habiendo sido evaluada, no satisface, actualmente, los criterios para las categorías En Peligro Crítico, En Peligro, o Vulnerable, pero está próximo a satisfacer los criterios de estos últimos, o posiblemente los satisfaga, en el futuro cercano.
Preocupación menor	LC	Cuando, habiendo sido evaluada, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable, o Casi Amenazada. Se incluyen en esta categoría especies abundantes y de amplia distribución, y que por lo tanto pueden ser identificadas como de preocupación menor. Es la categoría de menor riesgo.
Datos deficientes	DD	No corresponde a una categoría de conservación. Se aplica a especies que no pueden ser clasificadas en alguna categoría de conservación porque faltan datos o información.

Anexo 4.5 Principales compromisos internacionales subscritos por Chile.

Acuerdo	Lugar y fecha de la firma	Fecha de Firma (F), Promulgación (P), Ratificación (R), Entrada en Vigencia (V), Publicación (Pu)	Objetivos
Convenio Internacional para la Regulación de la Caza de Ballenas (CBI) y su Anexo	Washington, EEUU 2/12/1946	21/9/1979 (Pu)	El propósito de la Convención es proveer conservación a las poblaciones de cetáceos y así posibilitar un desarrollo ordenado de la industria ballenera. La principal tarea de la CBI es establecer y revisar medidas que regulen las actividades asociadas a los cetáceos a nivel mundial. Link al documento
Convención relativa a las Zonas Húmedas de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de las Aves acuáticas (Convención de Ramsar)	Ramsar, Irán (1971)	4/9/1981 (P) 11/11/1981 (Pu)	Es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y de cooperación internacional en pro de la conservación y uso racional de los humedales y sus recursos. Link al documento
Convenio sobre Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias, con sus Anexos I, II y III	Londres, Inglaterra (29/12/1972)	12/8/1977 (P) 11/10/1977 (Pu)	Su finalidad es promover el control efectivo de todas las fuentes de contaminación del medio marino y la adopción de todas las medidas posibles para impedir la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias, de buques y plataformas, u otras construcciones en el mar. Link al documento
Convención sobre Conservación de Focas Antárticas	Londres, Inglaterra (1/6/1972)	21/02/1980 (P) 24/4/1980 (Pu)	Esta convención se aplica al mar al sur de los 60° de Latitud Sur, y abarca las siguientes especies: Elefante marino (*Mirounga leonina*), Leopardo marino (*Hydrurga leptonyx*), Foca de Weddell (*Leptonychotes weddelli*), Foca cangrejera (*Lobodon carcinophagus*), Foca de Ross (*Ommatophoca rossi*), Lobo de dos pelos (*Arctocephalus* sp). Link al documento
Convenio sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas, de Fauna y Flora Silvestres (CITES)	Washington, EEUU (3/3/1973)	16/9/1974 (F) 28/1/1975 (P) 25/3/1975 (Pu) 1/7/1975 (V)	Tiene por finalidad velar porque el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituya una amenaza para su supervivencia. Link al documento
Convenio para la Conservación y Manejo de la Vicuña	Lima, Perú (1979)	1/12/1980 (P) 16/12/1980 (Pu)	Mediante este acuerdo internacional los gobiernos signatarios (Bolivia, Chile, Ecuador y Perú) consideran que la conservación de la vicuña constituye una alternativa de producción económica, en beneficio del poblador andino. Link al documento
Convenio sobre la Conservación de Especies Migratorias de la Fauna Salvaje, y sus Anexos.	Bonn, República Federal de Alemania (1979)	14/101981 (P) 12/12/1981 (Pu)	La finalidad de la Convención sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestres (conocida también como CMS o Convención de Bonn) es contribuir a la conservación de las especies de aves migratorias terrestres y marinas a través de su área de distribución. Link al documento

Anexo 4.5 Principales compromisos internacionales subscritos por Chile.

Convención sobre la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos	Canberra, Australia (11/9/1980)	11/09/1980 (F) 24/07/1981 (P) 13/10/1981 (V)	Proteger, salvaguardar y conservar la integridad del ecosistema de los mares que rodean la Antártida y los recursos vivos marinos antárticos. Link documento
Acuerdo sobre Cooperación Regional para el Combate contra la Contaminación del Pacífico Sudeste por Hidrocarburos y otras Sustancias Nocivas en casos de Emergencia	Lima, Perú (1981)	14/05/1986 (P) 11/08/1986 (Pu)	Tiene por objeto tomar medidas necesarias para neutralizar o controlar los efectos nocivos en aquellos casos que consideren de grave e inminente peligro para el medio marino, la costa o intereses conexos de una o más de ellas, debido a la presencia de grandes cantidades de hidrocarburos u otras sustancias nocivas resultantes de emergencias y que estén contaminando o amenacen con contaminar el área marina que se identifica en el Acuerdo. Link al documento
Convenio para la Protección del Medio Ambiente y la Zona Costera del Pacífico Sudeste	Lima, Perú (1981)	07/04/1986 (P) 14/04/1986 (Pu)	El objetivo es comprometer la mayor cooperación para adoptar las medidas apropiadas para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino y zona costera del Pacífico Sudeste y para asegurar una adecuada gestión ambiental de los recursos naturales. Link al documento
Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono	Viena, Austria (22/3/1985)	22/3/1985 (F) 6/3/1990 (R) 8/3/1990 (V)	Proteger a la salud humana y al medio ambiente de los efectos negativos producidos por las modificaciones en la capa de ozono. Link documento
Protocolo de Montreal sobre Sustancias que Disminuyen la Capa de Ozono	Montreal, Canada (16/9/1987)	14/6/1988 (F) 08/3/1990 (R) 28/4/1990 (V)	Proteger la capa de ozono tomando medidas precautorias para controlar las emisiones globales de las sustancias que provocan su disminución. Link documento
Convenio de Basilea para el Control de los Movimientos Transfronterizo s de Desechos Peligrosos y su Eliminación	Basilea, Suiza (22/3/1989)	31/1/1990 (F) 11/8/1992 (R) 13/10/1992 (V)	Reducir el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos definidos por el Convenio, en una forma que sea consistente con un manejo eficiente y ambientalmente adecuado de dichos desechos. Link documento
Tratado entre la República de Chile y la República de Argentina sobre Medio Ambiente	Buenos Aires, Argentina (2/8/1991)	2/8/1991 (F) 14/4/1993 (V)	Emprender acciones coordinadas o conjuntas en materia de protección, preservación, conservación y saneamiento del medio ambiente e impulsar la utilización racional y equilibrada de los recursos naturales, teniendo en cuenta el vínculo existente entre medio ambiente y desarrollo. Link documento

Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección Ambiental	Madrid, España (4/10/1991)	4/10/1991 (F) 11/1/1995 (R) 18/2/1998 (V)	Reafirmar el status de la Antártica como un área especial de conservación y realzar el marco de protección el ambiente antártico y sus ecosistemas dependientes y asociados. Link al documento
Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC)	Nueva York, EEUU (9/5/1992)	9/5/1992 (F) 22/12/1994 (R) 13/4/1995 (V)	Estabilizar las concentraciones de los Gases con Efecto Invernadero en la atmósfera, a un nivel tal que ya no existan interferencias antropógenas significativas en el sistema climático. Link al documento
Declaración de Río de la Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo	Rio de Janeiro, Brasil (5/6/1992)	12/08/1994 (R) 13/4/1995 (V)	Establece, entre otros, que "Los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible. Tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza" (Principio 1). "Para alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente debe ser parte del proceso de desarrollo y no puede ser considerado por separado" (Principio 4). Link al documento
Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB)	Rio de Janeiro, Brasil (5/6/1992)	5/6/1992 (F) 9/9/1994 (R) 6/5/1995 (V)	Promover el uso sustentable de los componentes de la biodiversidad y fomentar una distribución equitativa de los beneficios generados por la utilización de los recursos genéticos. Link al documento
Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación	París, Francia (17/6/1994)	3/3/1995 (F) 11/11/1997 (R) 13/2/1998 (V)	Tiene como objetivo luchar contra la desertificación y mitigar los efectos de la sequía en los países afectados, en particular en África, mediante la adopción de medidas eficaces en todos los niveles, apoyadas por acuerdos de cooperación y asociación internacional. Link al documento
Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	Kioto, Japón (11/12/1997)	22/12/2004 (P) 16/02/2005 (Pu)	El protocolo de Kioto, sucesor de la CMNUCC, es uno de los instrumento jurídicos internacionales más importantes destinado a luchar contra el cambio climático. Contiene los compromisos asumidos por los países industrializados de reducir sus emisiones de gases con efecto invernadero, responsables del calentamiento global. Link al documento
Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología	Montreal, Canadá1998 (29/1/2000)	24/5/2000 (F) Falta la ratificación del documento	Contribuir a garantizar un nivel adecuado de protección en la esfera de la transferencia, manipulación y utilización seguras de los organismos vivos modificados resultantes de la biotecnología moderna que puedan tener efectos adversos para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana, y centrándose concretamente en los movimientos transfronterizos.

Convenio de Rotterdam	10/9/1998	2/3/2005 (P) 19/5/2005 (Pu)	Tiene como objetivo promover la responsabilidad compartida y los esfuerzos conjuntos de las Partes en la esfera del comercio internacional de ciertos productos químicos peligrosos, a fin de proteger la salud humana y el medio ambiente frente a posibles daños. Link al documento
Tratado de Libre Comercio (TLC) con Estados Unidos, componente ambiental	Santiago, Chile (17/6/2003)	4/3/2004 (P) 20/5/2004 (Pu)	Los dos gobiernos reconocen la importancia de proteger el medio ambiente y promover el desarrollo sostenible de común acuerdo con los lazos bilaterales de comercio e inversión ampliados a raíz del Tratado de Libre Comercio (TLC) entre los Estados Unidos y Chile firmado en 2003. Link al documento
Metas de Aichi	Aichi, Japón 27/10/2010		Son 20 metas agrupadas en cinco objetivos estratégicos planteadas por los representantes de gobierno de 196 países firmantes de la CDB durante la COP 10 sobre biodiversidad que se llevó a cabo en Aichi, Japón en 2010. Estas metas, que deberán cumplirse en 2020, forman parte del Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 que tiene el propósito de detener la pérdida de la naturaleza: el soporte vital de todas las formas de vida en el planeta. Link al documento
Convenio de adhesión a la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE)	11/1/2010: Carta de adhesión		La OCDE, fundada en 1961, es un foro multilateral de discusión, de desarrollo y de reforma de políticas económicas y sociales. El Directorado de Medio Ambiente de la OCDE supervisa el trabajo de una serie de grupos en materias tales como: biodiversidad; agua y ecosistemas; clima, inversión y desarrollo; información ambiental; desempeño ambiental; integración de políticas económicas y ambientales; productividad de los recursos; residuos, químicos, plaguicidas y biotecnología. Link al documento
Alianza del Pacífico	Antofagasta, Chile 6/6/2012		La Alianza del Pacífico nació como una iniciativa económica y de desarrollo entre cuatro naciones de América Latina: Chile, Colombia, México y Perú. En los últimos años los países miembros han buscado no sólo profundizar la integración regional en términos económicos, creando mercados atractivos para lograr una mayor competitividad a nivel internacional, sino también fortalecer y materializar su adhesión al desarrollo sustentable y a las políticas de crecimiento verde. Link al documento
Acuerdo de Cooperación Ambiental entre la República de Chile y la República de Perú	Lima, Perú (10/12/2014)	6/7/2015 (P) 1/9/2015 (Pu)	Los objetivos del acuerdo son: (a) Promover la cooperación para el fortalecimiento de capacidades y potencialidades de las Partes, incluidas las organizaciones no gubernamentales, a fin de promover el desarrollo de políticas y de la gestión ambiental. (b) Facilitar, mediante la cooperación, el cumplimiento de los compromisos internacionales en materia ambiental, asumidos por las Partes. (c) Fortalecer el diálogo y el intercambio de experiencias en materia ambiental. Link al documento

Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	25/9/2015		193 países miembros de la Organización de Naciones Unidas (ONU), se subscriben y se comprometen al cumplimiento de un nuevo programa de desarrollo sostenible. Este programa, conocido como la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, es un plan de acción en favor de las personas, el planeta y la prosperidad. Establece 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y 169 metas. Link al documento
Acuerdo de París sobre Cambio Climático	París, Francia (12/12/2017)	20/9/2016 (F) 10/2/2017 (R) 13/2/2017 (P) 23/5/2017 (Pu)	Acuerdo dentro del marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que establece medidas para la reducción de las emisiones de Gases con Efecto Invernadero (GEI) a través de la mitigación, adaptación y resiliencia de los ecosistemas a efectos del Calentamiento Global. Su aplicabilidad se establece para el año 2020, cuando finaliza la vigencia del Protocolo de Kioto. Link al documento
Acuerdo de Escazú	Escazú, Costa Rica (4/3/2018)	6/7/2022 (R) 25/10/2022 (P)	El Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales, también conocido como Acuerdo de Escazú, es un instrumento jurídico internacional de carácter regional, abierto a la firma de los 33 países de América Latina y el Caribe, que garantiza derechos de acceso a la información, a la participación en el proceso de toma de decisiones ambientales y a la justicia en materia ambiental, para contribuir a la protección del derecho de cada persona, de las generaciones presentes y futuras, a vivir en un medio ambiente sano y al desarrollo sostenible. Link al documento

Fuente: Elaboración propia a partir de: IAP, Informe País (2018); Abujatum (2019) y Stuardo (2021).

ANEXO 4.6 METAS DE AICHI Y OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Metas de Aichi

- Meta 1: Para 2020, a más tardar, las personas tendrán conciencia del valor de la diversidad biológica y de los pasos que pueden seguir para su conservación y utilización sostenible.
- Meta 2: Para 2020, a más tardar, los valores de la diversidad biológica habrán sido integrados en las estrategias y los procesos de planificación de desarrollo y de reducción de la pobreza nacionales y locales y se estarán integrando en los sistemas nacionales de contabilidad, según proceda, y de presentación de informes.
- Meta 3: Para 2020, a más tardar, se habrán eliminado, eliminado gradualmente o reformado los incentivos, incluidos los subsidios, perjudiciales para la diversidad biológica, a fin de reducir al mínimo o evitar los impactos negativos, y se habrán desarrollado y aplicado incentivos positivos para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica de conformidad con el Convenio y otras obligaciones internacionales pertinentes y en armonía con ellos, tomando en cuenta las condiciones socioeconómicas nacionales.

- Meta 4: Para 2020, a más tardar, los gobiernos, empresas e interesados directos de todos los niveles habrán adoptado medidas o habrán puesto en marcha planes para lograr la sostenibilidad en la producción y el consumo y habrán mantenido los impactos del uso de los recursos naturales dentro de límites ecológicos seguros.
- Meta 5: Para 2020, se habrá reducido por lo menos a la mitad y, donde resulte factible, se habrá reducido hasta un valor cercano a cero el ritmo de pérdida de todos los hábitats naturales, incluidos los bosques, y se habrá reducido de manera significativa la degradación y fragmentación.
- Meta 6: Para 2020, todas las reservas de peces e invertebrados y plantas acuáticas se gestionan y cultivan de manera sostenible y lícita y aplicando enfoques basados en los ecosistemas, de manera tal que se evite la pesca excesiva, se hayan establecido planes y medidas de recuperación para todas las especies agotadas, las actividades de pesca no tengan impactos perjudiciales importantes en las especies en peligro y los ecosistemas vulnerables, y los impactos de la pesca en las reservas, especies y ecosistemas se encuentren dentro de límites ecológicos seguros.
- Meta 7: Para 2020, las zonas destinadas a agricultura, acuicultura y silvicultura se gestionarán de manera sostenible, garantizándose la conservación de la diversidad biológica.
- Meta 8: Para 2020, se habrá llevado la contaminación, incluida aquella producida por exceso de nutrientes, a niveles que no resulten perjudiciales para el funcionamiento de los ecosistemas y la diversidad biológica.
- Meta 9: Para 2020, se habrán identificado y priorizado las especies exóticas invasoras y vías de introducción, se habrán controlado o erradicado las especies prioritarias, y se habrán establecido medidas para gestionar las vías de introducción a fin de evitar su introducción y establecimiento.
- Meta 10: Para 2015, se habrán reducido al mínimo las múltiples presiones antropógenas sobre los arrecifes de coral y otros ecosistemas vulnerables afectados por el cambio climático o la acidificación de los océanos, a fin de mantener su integridad y funcionamiento.
- Meta 11: Para 2020, al menos, el 17 por ciento de las zonas terrestres y de aguas continentales y el 10 por ciento de las zonas marinas y costeras, especialmente aquellas de particular importancia para la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas, se conservan por medio de sistemas de áreas protegidas administrados de manera eficaz y equitativa, ecológicamente representativos y bien conectados y otras medidas de conservación eficaces basadas en áreas, y están integradas en los paisajes terrestres y marinos más amplios.
- Meta 12: Para 2020, se habrá evitado la extinción de especies en peligro identificadas y su estado de conservación se habrá mejorado y sostenido, especialmente para las especies en mayor declive.
- Meta 13: Para 2020, se mantiene la diversidad genética de las especies vegetales cultivadas y de los animales de granja y domesticados y de las especies silvestres emparentadas, incluidas otras especies de valor socioeconómico y cultural, y se han desarrollado y puesto en práctica estrategias para reducir al mínimo la erosión genética y salvaguardar su diversidad genética.
- Meta 14: Para 2020, se han restaurado y salvaguardado los ecosistemas que proporcionan servicios esenciales, incluidos servicios relacionados con el agua, y que contribuyen a la salud, los medios de vida y el bienestar, tomando en cuenta las necesidades de las mujeres, las comunidades indígenas y locales y los pobres y vulnerables.
- Meta 15: Para 2020, se habrá incrementado la resiliencia de los ecosistemas y la contribución de la diversidad biológica a las reservas de carbono, mediante la conservación y la restauración, incluida la restauración de por lo menos el 15% de las tierras degradadas, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático y a la adaptación a este, así como a la lucha contra la desertificación.

- Meta 16: Para 2015, el Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios que se Deriven de su Utilización estará en vigor y en funcionamiento, conforme a la legislación nacional.
- Meta 17: Para 2015, cada Parte habrá elaborado, habrá adoptado como un instrumento de política y habrá comenzado a poner en práctica una estrategia y un plan de acción nacionales en materia de diversidad biológica eficaces, participativos y actualizados.
- Meta 18: Para 2020, se respetan los conocimientos, las innovaciones y las prácticas tradicionales de las comunidades indígenas y locales pertinentes para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, y su uso consuetudinario de los recursos biológicos, sujeto a la legislación nacional y a las obligaciones internacionales pertinentes, y se integran plenamente y reflejan en la aplicación del Convenio con la participación plena y efectiva de las comunidades indígenas y locales en todos los niveles pertinentes.
- Meta 19: Para 2020, se habrá avanzado en los conocimientos, la base científica y las tecnologías referidas a la diversidad biológica, sus valores y funcionamiento, su estado y tendencias y las consecuencias de su pérdida, y tales conocimientos y tecnologías serán ampliamente compartidos, transferidos y aplicados.
- Meta 20: Para 2020, a más tardar, la movilización de recursos financieros para aplicar de manera efectiva el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011 2020 provenientes de todas las fuentes y conforme al proceso refundido y convenido en la Estrategia para la movilización de recursos debería aumentar de manera sustancial en relación con los niveles actuales. Esta meta estará sujeta a cambios según las evaluaciones de recursos requeridos que llevarán a cabo y notificarán las Partes.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SUSTENTABLE (ODS)

- Objetivo 1. Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo.
- Objetivo 2. Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.
- Objetivo 3. Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.
- Objetivo 4. Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.
- Objetivo 5. Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas.
- Objetivo 6. Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.
- Objetivo 7. Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.
- Objetivo 8. Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.
- Objetivo 9. Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.
- Objetivo 10. Reducir la desigualdad en y entre los países.
- Objetivo 11. Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
- Objetivo 12. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.
- Objetivo 13. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
- Objetivo 14. Conservar y utilizar en forma sostenible

-

- **Meta 19:** Para 2020, se habrá avanzado en los conocimientos, la base científica y las tecnologías referidas a la diversidad biológica, sus valores y funcionamiento, su estado y tendencias y las consecuencias de su pérdida, y tales conocimientos y tecnologías serán ampliamente compartidos, transferidos y aplicados.
- **Meta 20:** Para 2020, a más tardar, la movilización de recursos financieros para aplicar de manera efectiva el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011 2020 provenientes de todas las fuentes y conforme al proceso refundido y convenido en la Estrategia para la movilización de recursos debería aumentar de manera sustancial en relación con los niveles actuales. Esta meta estará sujeta a cambios según las evaluaciones de recursos requeridos que llevarán a cabo y notificarán las Partes.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SUSTENTABLE (ODS)

- **Objetivo 1.** Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo.
- **Objetivo 2.** Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.
- **Objetivo 3.** Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.
- **Objetivo 4.** Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.
- **Objetivo 5.** Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas.
- **Objetivo 6.** Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.
- **Objetivo 7**. Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.
- **Objetivo 8.** Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.
- **Objetivo 9.** Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.
- **Objetivo 10**. Reducir la desigualdad en y entre los países.
- **Objetivo 11.** Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
- **Objetivo 12**. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.
- **Objetivo 13.** Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
- **Objetivo 14.** Conservar y utilizar en forma sostenible

ANEXO 4.7 PRINCIPALES INSTRUMENTOS NORMATIVOS RELATIVOS A BIODIVERSIDAD EN CHILE.

Materia	Instrumento normativo	Detalles	Fecha
Institucionalidad ambiental (IA)	Ley N°19.300	Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente. La CONAMA sigue un modelo coordinador del medio ambiente. IA dispersa entre CONAF, SERNAPESCA y SAG.	1994
	Ley N°20.173	Crea el cargo de presidente de la Comisión Nacional del Medio Ambiente y le confiere rango de ministro de Estado.	2007
	Modificación Ley N°19.300 (Ley N° 20.417)	Crea el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) y el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad (CMS). La IA está más concentrada, pero la regulación y gestión ambiental sigue dispersa.	2010
	Modificación Ley N°19.300 (Ley N°20.417)	Crea los Tribunales Ambientales.	2012
	Boletín 9404-12	Proyecto de Ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP), concentrando bajo la tutela del MMA todas las áreas protegidas de diversas categorías que actualmente están dispersas.	2014**
Áreas Protegidas	Ley N°18.362	Crea un sistema nacional de áreas silvestres protegidas.	1984
	Ley N°18.892	Ley general de pesca y acuicultura. SERNAPESCA crea y administra los parques y reservas marinas.	1989
	DS 238	Reglamento sobre parques marinos y reservas marinas de la ley general de pesca y acuicultura.	2005
	Resolución Exenta 83	Crea el Comité Nacional de Áreas Protegidas compuesto por representantes del representantes de diversas instituciones públicas.	2014
	Boletín 11006-07	Modifica el Código Penal con el objeto de aumentar la pena aplicable al delito de incendio de bosques y de Áreas Silvestres Protegidas.	2016*
	Ley N°20.930	Establece el derecho real de conservación medioambiental. Primer cuerpo legal de apoyo a iniciativas privadas de conservación, constituyendo derechos de conservación transferibles dentro de la propiedad privada.	2016

Bosques	Ley N°18.348	Crea la Corporación Nacional Forestal y de Protección de Recursos Naturales Renovables (CONAF).	1984
	DS 193	Reglamento general del DL 701 de 1974 sobre fomento forestal. Fomento de la producción maderera, no se protege al bosque nativo, su biodiversidad ni productos no madereros.	1998
	DL 656	Ley de bosques. Regula la explotación forestal y las plantaciones para preservar los bosques, pero facilita la industria maderera.	1999
	Ley N°20.283	Ley de bosque nativo y fomento forestal. Se diferencia el bosque nativo de las plantaciones exóticas, se definen los servicios ecosistémicos y tiene como objetivo conservar la diversidad biológica de los bosques. Fomento al bosque nativo .	2008
	DS 93	Reglamento general de la ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal.	2009
	DS 95	Reglamento del fondo de conservación, recuperación y manejo sustentable del bosque nativo.	2009
	DS 96	Reglamenta los recursos destinados a la investigación del bosque nativo.	2009
	Ley N°20.488	Prorroga vigencia del DL 701 y aumenta incentivos a la forestación.	2011

Biodiversidad	Ley N°19.473	Ley de Caza. Regula explotación de la fauna vertebrada terrestre nativa y exótica. Se intentó regular sobre fauna exótica dañina, pero fracasó por críticas sociales.	1999
	Ley N°19.713	Establece como medida de administración el límite máximo de captura por armador a las principales pesquerías industriales nacionales y la regularización del registro pesquero artesanal.	2001
	DS 75	Reglamento para la clasificación de especies silvestres.	2004
	DS 345	Reglamento sobre plagas hidrobiológicas.	2006
	Ley N°20.256	Establece normas sobre pesca recreativa.	2008
	DS 179	Establece prohibición de captura de especies de cetáceos que se indican en aguas de jurisdicción nacional.	2008
	Ley N°20.293	Protege a los cetáceos e introduce modificaciones a la Ley N°18.892 general de pesca y acuicultura.	2008
	Ley N°20.380	Sobre protección de animales.	2009
	Modificación Ley N°18.892 (Ley N°20.434)	Mejoramiento en la prevención de impactos de la acuicultura sobre la biodiversidad.	2010
	DS 29	Reglamento para la clasificación de especies silvestres según estado de conservación.	2011
	Resolución Exenta 930	Crea el Comité Nacional de Humedales, el cual está constituido por representantes del sector público, así como también cuenta con la visión de partes interesadas externas al Comité vinculadas a humedales, tanto del ámbito privado, académico, como ONGs, entre otros.	2013
	Resolución Exenta 684	Crea el Comité Operativo para la prevención, el Control y la Erradicación de las Especies Exóticas Invasoras (COCEI). Su coordinación está a cargo del Ministerio del Medio Ambiente y está compuesto por 13 instituciones públicas.	2013
	Modificación Ley N°18.892 (Ley N°20.657)	Modificaciones en el ámbito de la sustentabilidad. Se protegen legalmente los montes marinos.	2013
	DS 1	Reglamento para la elaboración de planes de recuperación conservación y gestión de especies.	2014
	Boletín 9882-01	Establece regulaciones sobre los parques zoológicos.	2015*
	DS 96	Establece Reglamento de Actividades de Acuicultura en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos. Deja sin efecto el DS 314-2004.	2015
	Resolución Exenta 0770	Crea el Comité Nacional de Restauración Ecológica.	
	Boletín 11520-07	Sustituye el numeral 8° del artículo 19 de la Carta Fundamental, con el propósito de incorporar la preservación de la biodiversidad genética.	2017*

Cambio climático	DS 87	Crea consejo asesor de cambio climático y agricultura.	2009
	Resolución Exenta 197	Crea comité asesor sobre cambio climático.	2013
	DS 145	Deroga decreto 466 de 1996 que crea Comité Nacional sobre Cambio Global.	2014
	Boletín 11689-12	Modifica la ley N°19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, para incorporar en ella el criterio de cambio climático y la participación ciudadana, en el procedimiento de evaluación de impacto ambiental.	2018*
	Boletín 12509-12	Modifica la ley N°19.300, que Aprueba ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente, para reemplazar la denominación del Ministerio del Medio Ambiente, por la de Ministerio del Medio Ambiente y Cambio Climático.	2019*
	Boletín 12634-12	Proyecto de ley que establece normas ambientales y de adaptación al cambio climático para la actividad de acuicultura.	2019*
	Boletín 12758-12	Proyecto de ley que establece normas medioambientales y de adaptación al cambio climático para la industria alguera.	2019*
	Ley N°21.157	Establece el financiamiento, regula la ejecución y dicta otras normas para la implementación de la Conferencia Internacional para el Cambio Climático denominada COP 25.	2019

*Año en que ingresa proyecto de Ley. Actualmente en primer trámite constitucional.

*Año en que ingresa proyecto de Ley. Actualmente en segundo trámite constitucional.

Artículo 127

1. La naturaleza tiene derechos. El Estado y la sociedad tienen el deber de protegerlos y respetarlos.
2. El Estado debe adoptar una administración ecológicamente responsable y promover la educación ambiental y científica mediante procesos de formación y aprendizaje permanentes.

Artículo 128

1. Son principios para la protección de la naturaleza y el medioambiente, a lo menos, los de progresividad, precautorio, preventivo, de justicia ambiental, de solidaridad intergeneracional, de responsabilidad y de acción climática justa.
2. Quien dañe el medioambiente tiene el deber de repararlo, sin perjuicio de las sanciones administrativas, penales y civiles que correspondan conforme a la Constitución y las leyes.

Artículo 129

1. Es deber del Estado adoptar acciones de prevención, adaptación y mitigación de los riesgos, las vulnerabilidades y los efectos provocados por la crisis climática y ecológica.
2. El Estado debe promover el diálogo, la cooperación y la solidaridad internacional para adaptarse, mitigar y afrontar la crisis climática y ecológica y proteger la naturaleza.

Artículo 130
El Estado protege la biodiversidad, debiendo preservar, conservar y restaurar el hábitat de las especies nativas silvestres en la cantidad y distribución adecuada para sostener la viabilidad de sus poblaciones y asegurar las condiciones para su supervivencia y no extinción.

Artículo 131
1. Los animales son sujetos de especial protección. El Estado los protegerá, reconociendo su sintiencia y el derecho a vivir una vida libre de maltrato.
2. El Estado y sus órganos promoverán una educación basada en la empatía y en el respeto hacia los animales.

Artículo 132
El Estado, a través de un sistema nacional de áreas protegidas, único, integral y de carácter técnico, debe garantizar la preservación, restauración y conservación de espacios naturales. Asimismo, debe monitorear y mantener información actualizada relativa a los atributos de dichas áreas y garantizar la participación de las comunidades locales y entidades territoriales.

Artículo 133
Es deber del Estado regular y fomentar la gestión, reducción y valorización de residuos.

InformePaís2025

ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE
Y DEL PATRIMONIO NATURAL



La desertificación y la degradación de las tierras

SEGUNDA PARTE CAPÍTULO V

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

SEGUNDA PARTE

CAPÍTULO V.
LA DESERTIFICACIÓN Y LA DEGRADACIÓN DE LAS TIERRAS

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

Autores:
Cesar Morales (1)

Edición:
Héctor Anabalón Zurita (2)
Ángela María Larenas Libreros (3)

SANTIAGO DE CHILE 2025

(1)investigador, Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.
(2) Secretario ejecutivo e investigador, Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.
(3) Estudiante de Administración Pública, Semillerista Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.

INTRODUCCIÓN



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

Hay distintas versiones acerca de cuanta es la superficie de la tierra afectada por procesos de degradación y desertificación y cuanta es la población que vive en ellas. No obstante lo anterior, todas las fuentes coinciden que se trata de procesos que afectan a una proporción muy elevada de tierras y de personas que viven en ellas.

En los últimos años las agencias e instituciones nacionales e internacionales que se ocupan del tema han enfatizado en los procesos de degradación de las tierras por sobre el de desertificación. Cabe señalar también que tanto la degradación de las tierras y desde luego la desertificación obedecen a factores humanos, procesos naturales, factores físicos, químicos, biológicos y climatológicos y por cierto, a factores económicos y sociales.

Originalmente la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULCD, o UNCCD por su sigla en inglés) acordó una definición al momento de su constitución, que delimitaba la desertificación a la degradación de las tierras en las tierras secas (Áridas, Semiáridas y Subhúmedas secas). La FAO por su parte, maneja una definición muy similar a la de CNULCD, pero desde una óptica más centrada en la degradación que ocurre en las tierras donde se desarrolla la agricultura ya que este sector ocupa la mayor proporción de la tierra del planeta y ahí ocurren la mayor parte de los procesos de degradación. Por su parte la Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES), engloba la degradación que ocurre en todos los ecosistemas que afectan los servicios ambientales que ellos proveen.

Concretamente la CNULCD, define la degradación de las tierras como como la reducción o la pérdida de la productividad biológica o económica y la complejidad de las tierras agrícolas de secano, las tierras de cultivo de regadío o las dehesas, los pastizales, los bosques y las tierras arboladas, ocasionada por los sistemas de utilización de la tierra o por un proceso o una combinación de procesos, incluidos los resultantes de actividades humanas y pautas de poblamiento, tales como:

- la erosión del suelo causada por el viento o el agua,
- el deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas o de las propiedades económicas del suelo
- la pérdida duradera de vegetación natural; la deforestación, la tala indiscriminada de árboles y arbustos para obtener combustible, tierra cultivable o recursos madereros provoca la desaparición de la cubierta vegetal que mantiene la capa fértil del suelo, lo cual conlleva a la erosión y pérdida del suelo.
- El sobrepastoreo: el pastoreo intensivo impide que las plantas tengan tiempo suficiente para regenerarse, destruyendo, por lo tanto, la capa superior del suelo.
- La agricultura intensiva: la agricultura centrada en forzar la tierra para producir el máximo beneficio agota rápidamente los nutrientes del suelo.
- La sobreexplotación de acuíferos: el descenso del nivel freático puede favorecer la erosión del suelo.
- La sobre irrigación: en regiones de gran aridez, el regadío con aguas de elevado contenido salino causa salinización de las tierras y falta de agua.
- El Crecimiento urbano desordenado, sobre todo en zonas costeras.
- El Cambio Climático, factor cada vez más importante en el aumento la desertificación mediante la reducción o las alteraciones en los patrones de las precipitaciones, lo cual provoca un mayor estrés hídrico y largos periodos de sequía

Por “desertificación” a su vez se entiende la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas (llamadas genéricamente como las tierras secas), resultantes de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas;
Zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas son aquellas en las que la proporción entre la precipitación anual y la evapotranspiración potencial (Índice de Aridez) está comprendida entre 0,05 y 0,65, excluidas las regiones polares y subpolares;

Por “zonas afectadas” se entiende zonas áridas, semiáridas o subhúmedas secas afectadas o amenazadas por la desertificación;

Para la FAO, la degradación de las tierras es impulsada por actividades humanas como la deforestación, el pastoreo excesivo y la agricultura insostenible, se refiere a una disminución persistente de la capacidad de la tierra para mantener las funciones y los servicios de los ecosistemas. Sus impactos van desde sutiles pérdidas de productividad hasta el abandono agrícola completo, lo que refuerza la necesidad urgente de una gestión o restauración sostenible de la tierra.

La CNULCD por su parte, en un documento de la Interfase Science – Policy, la CNUCD, señala que …”la degradación de la tierra es el resultado de interacciones complejas entre las actividades humanas, los procesos físicos, químicos y biológicos (Olsson et al., 2019) y ocurre en todas las latitudes y climas donde los humanos utilizan la tierra como recurso”. Como se puede notar, esta vez se hace mención explícita a los procesos y factores físicos, químico y biológicos.

También ocurre que en la medida que se avanza en el conocimiento y en la medición de estos procesos, se van ajustando también las cifras. Así por ejemplo, la CNULCD, presenta cifras y tasas de crecimiento ligeramente diferentes en distintos informes, tratándose en todos los casos cifras elevadas.

En el reporte de la Interfase Science – Policies antes mencionado, se señala que entre los años 1961 – 1990 y 1991 – 2020, las tierras secas afectadas por procesos de degradación (esto es por desertificación según las definiciones adoptadas), pasaron de representar a nivel mundial, del 37,5% al 40,6%. En América Latina y el Caribe, el aumento para el período fue de 7,3% a un 12.1% del total de tierras. Como se puede apreciar en el cuadro 1, todas las grandes regiones aumentaron la proporción de tierras secas.

La disminución del Índice de Aridez (IA = Ppt/ET) da cuenta de tendencias a la sequía. El porcentaje de tierras (a escala macrorregional y mundial) que muestran tendencias a la sequía (disminución de la IA) de 1961-1990 a 1991-2020, y el porcentaje considerado como tierras secas para cada uno de los dos períodos. La columna de la derecha muestra la población que vivía en tierras secas en 1990 y 2020. Las estadísticas globales no incluyen la Antártida.

Cuadro 2 Proporción (porcentajes) de tierras a escala macrorregional y mundial, que muestran una tendencia a la disminución del IA en período 1961-1990 y el período 1991-2020, y proporción de tierras secas para cada uno de los dos períodos. La columna de la derecha muestra la población que vivía en tierras secas en 1990 y 2020. Las estadísticas globales no incluyen la Antártida.

%	Áreas con IA decreciente 1961–1990 y 1991–2020	Tierras Secas		Población en Tierras Secas	
Región		1961 - 1990	1991–2020	1990	2020
Norte América	68.9	21	21.3	25.7	26.4
A. Latina y Caribe	82.1	14.3	18.6	14.9	16.2
Europa	95.9	7.3	12.1	5.7	10.7
África	88.4	66.2	70.5	47.2	49.6
Asia	84	33.2	36.1	21.8	30.9
Oceanía	74.5	86.3	87.9	20.7	45.8
Mundo	77.6	37.5	40.6	22.5	30.9

Fuente: The Global Threat of Drying Lands: Regional and global aridity trends and future projections, 2024.

En términos globales, la CNULD estima que la degradación de las tierras es un fenómeno global que afecta a casi la mitad de las tierras del mundo, hogar de alrededor de al menos 1.700 millones de personas, la mayor parte de ellos, pequeños productores de bajos recursos. Se trata de una situación con indubitables consecuencias sobre la producción agropecuaria y la seguridad alimentaria, la cantidad y calidad de los recursos hídricos disponibles, la biodiversidad, las migraciones rural – urbanas, e incluso sobre el cambio climático.

Los países de ingresos medios y bajos son los más afectados, con casi 1.000 millones de personas. En los países de ingresos altos, el uso intensivo de insumos mantiene los rendimientos, pero enmascaran la degradación y aumenta el daño ambiental.

La expansión agrícola sigue siendo el principal impulsor de la deforestación mundial, representando casi el 90 por ciento de la pérdida de bosques. Cabe considerar además que cada año se abandonan 3,6 millones de hectáreas de tierras de cultivo debido a la pérdida de productividad causada por la degradación y el crecimiento urbano.

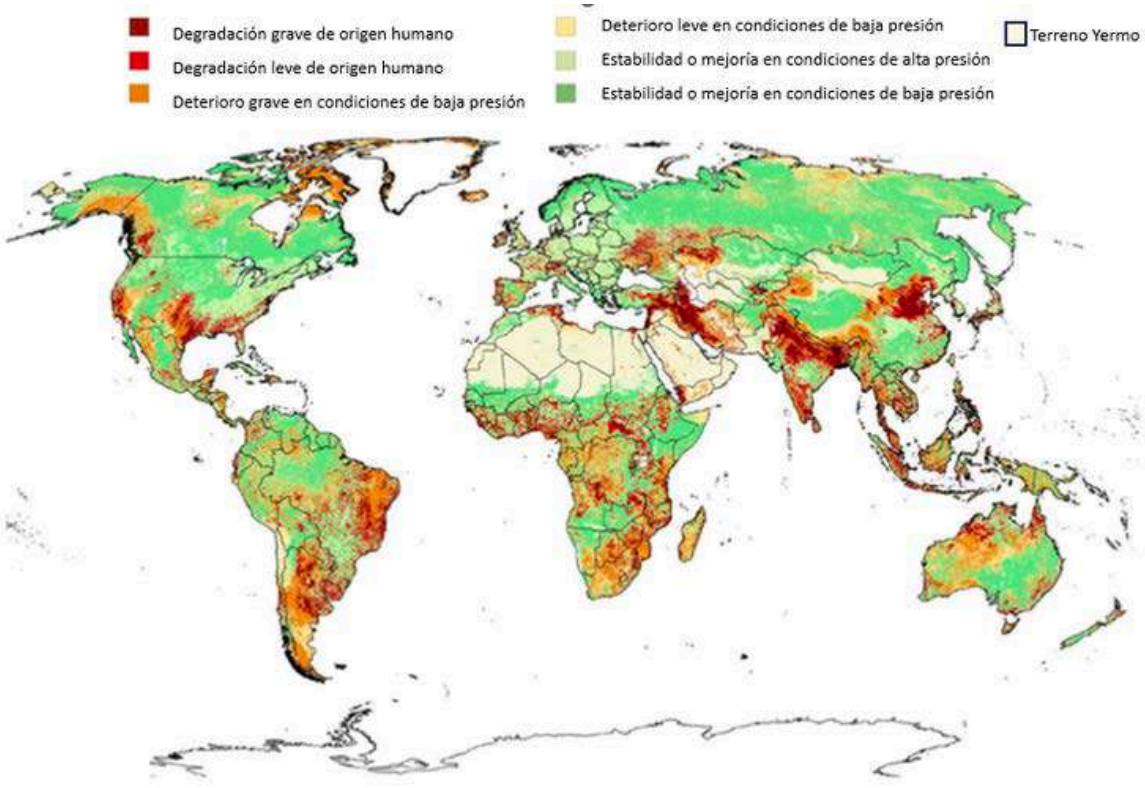
A nivel mundial, las tierras agrícolas, que abarcan tanto tierras de cultivo como prados y pastizales permanentes, abarcan casi 4.800 millones de hectáreas, lo que representa más de un tercio de la superficie terrestre mundial. Solo el 12 % de ellas (es decir, tierras cultivables y cultivos permanentes) sostiene la producción mundial de cultivos. Las praderas y pastos permanentes constituyen una cuarta parte de la tierra total, mientras que los bosques cubren un tercio (Ver gráfico 1).

Entre 2001 y 2023, la superficie agrícola mundial experimentó una disminución neta de 75 millones de hectáreas (-2 %), con un aumento de la superficie de tierras de cultivo de 78 millones de hectáreas y una disminución de otros 151 millones de hectáreas adicionales de praderas y pastos permanentes. Sin embargo, los cambios en el uso de la tierra no fueron geográficamente uniformes.

La figura 1 muestra el mapa de la degradación de las tierras por tipo de degradación preparado por la FAO el 2021. A continuación se presenta un gráfico que ilustra acerca de los cambios netos producidos a nivel global, entre los años 2001 y 2023 en las tierras de cultivo (tierras cultivables y cultivos permanentes), respecto de los cambios en las tierras forestales.

Esto es relevante ya que en aquellas regiones donde se registró una expansión de las tierras de cultivo, también se observó simultáneamente aumentos en la deforestación. En particular, en el África subsahariana, las tierras de cultivo se expandieron en 69 millones de hectáreas, mientras que se perdieron 72 Millones de hectáreas de bosques; de manera similar, en América Latina y el Caribe, una expansión de 25 millones de hectáreas de tierras de cultivo coincidió con una deforestación que abarca 85 Millones de hectáreas. A nivel mundial, la superficie forestal disminuyó en 109 millones de hectáreas, lo cual resalta la importancia de las pérdidas de bosques de América Latina y el Caribe.

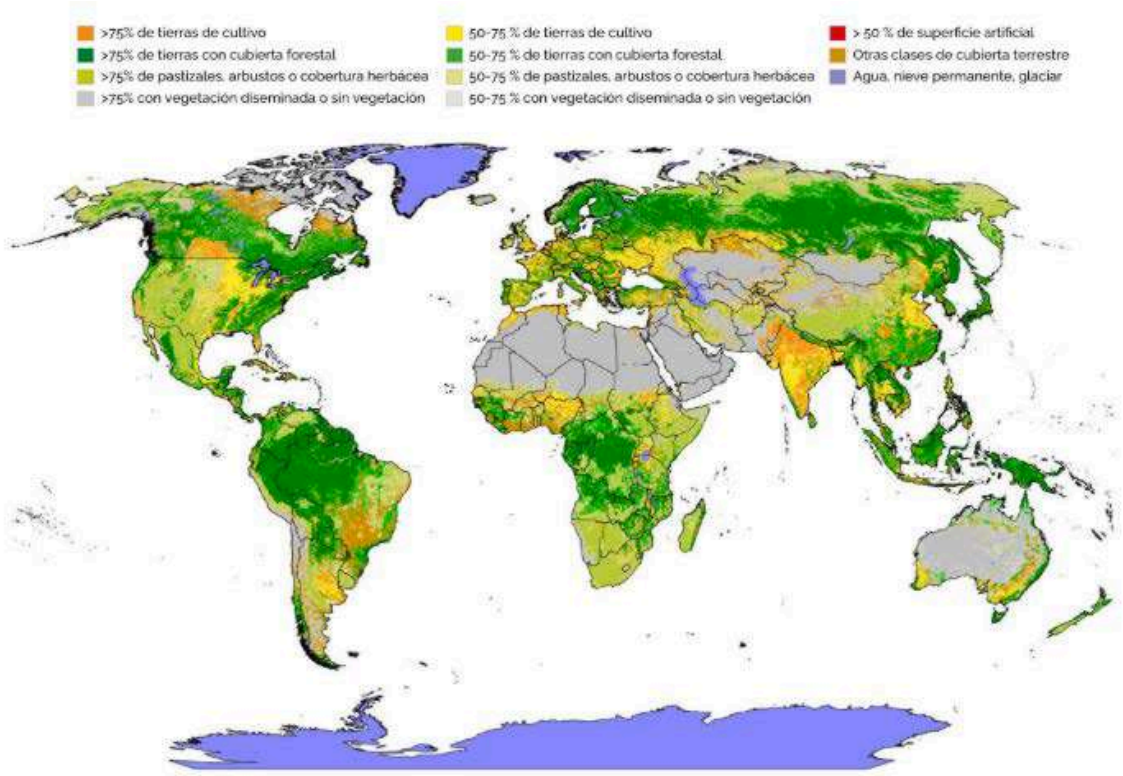
Figura 1 Tipos de la degradación de la tierra según la gravedad de las presiones ejercidas por el ser humano y las tendencias de deterioro



Nota: Distribución global de la degradación de la tierra expresada como tendencia general combinada con las presiones acumuladas causadas directamente por los humanos. La degradación inducida por humanos se refiere a una tendencia negativa causada por la actividad humana. Deterioro se refiere a la tendencia negativa causada por fenómenos naturales o por la acción humana donde el estado es ya malo

Fuente: FAO en https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/bc8810ae-2a13-4cfe-b019-339158c7e608/content/src/html/chapter-1-2.html

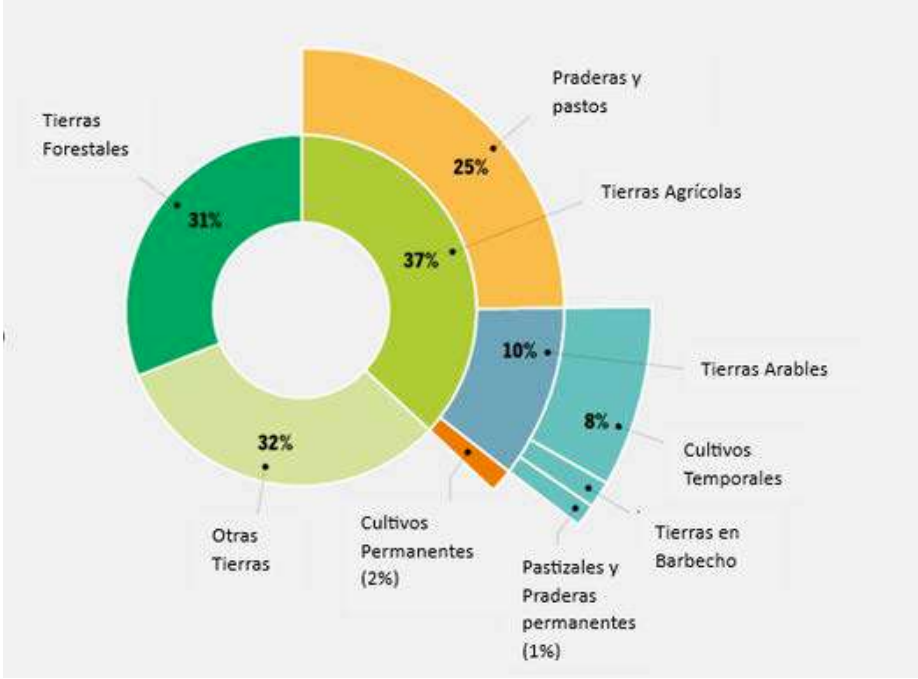
Figura 2. Categorías predominantes de cubiertas terrestres



Nota: Tierras de cultivo incluye cultivos herbáceos y leñosos.
Fuente: FAO y IIASA, 2021 modificado conforme UN, 2021.

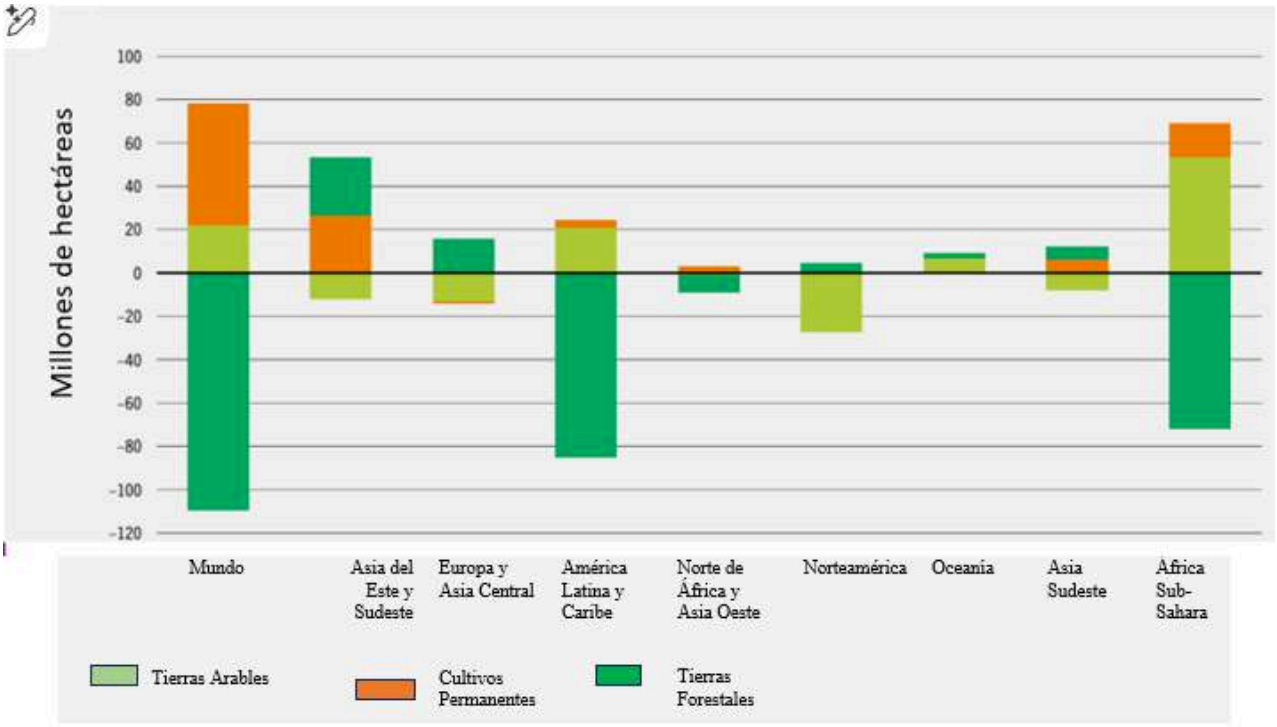
Fuente: FAO en https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/bc8810ae-2a13-4cfe-b019-339158c7e608/content/src/html/chapter-1-2.html

Gráfico 1 Mundo. Superficie de las tierras agrícolas por categorías principales. Año 2003



Fuente: FAO 2025. El Estado de la Agricultura y la alimentación. Midiendo la degradación de las tierras a través de las escalas de productores

Gráfico 2 Cambios del Uso de las tierras de cultivo y forestales, por regiones y subregiones años 2001 a 2023



Fuente: El Estado de la Agricultura y la alimentación 2025.

En los países de altos ingresos con sistemas agrícolas intensivos, las pérdidas de producción por hectárea debido a la degradación son particularmente graves, aunque a menudo están enmascaradas por la aplicación intensiva de fertilizantes sintéticos y otros insumos. Esta estrategia compensatoria: si bien mantiene altos rendimientos a corto plazo, genera rendimientos decrecientes, aumenta los costos de producción y, a menudo, exacerba la degradación subyacente a través de la acidificación del suelo, los desequilibrios de nutrientes y la contaminación (FAO, 2025). Además, los efectos umbral asociados con la degradación de la tierra pueden conducir al abandono de la tierra en áreas con una larga historia de sistemas agrícolas intensivos

La tierra es la base de los sistemas agroalimentarios mundiales y sustenta más del 95 % de la producción de alimentos, al tiempo que proporciona servicios ecosistémicos esenciales que sostienen la vida en la Tierra. Dado que se trata de un recurso finito, enfrenta presiones sin precedentes debido a demandas contrapuestas, que incluyen la expansión urbana, la producción de biocombustibles y los cambios en las modalidades de consumo impulsados por el aumento de los ingresos y la modificación de las dietas. Este recurso crítico sustenta no solo la seguridad alimentaria, sino también la conservación de la biodiversidad, la regulación del clima y los medios de vida de 892 millones de trabajadores agrícolas en todo el mundo.

La complejidad de los procesos de degradación de las tierras y de la desertificación, tanto respecto de causas y factores desencadenantes como de sus impactos, ha dificultado arribar a una definición de consenso y por tanto, a definir las áreas afectadas y la elaboración de mapas de la degradación y desertificación basados en un indicador común como por ejemplo el Índice de Aridez. Para la CNULD, este índice permite definir las Tierras Secas y por tanto el espacio geográfico afectado por la desertificación.

En todo caso, las dificultades de llegar a definiciones de consenso son de larga data. La constitución en 1994 de la Convención de La Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación, CNULD o UNCCD por su sigla en inglés y su entrada en vigor en diciembre de 1996, creó las condiciones para que los países y organizaciones miembros acordaran algunas definiciones básicas compartidas por todos los miembros, tanto los países signatarios como las organizaciones vinculadas. Estos avances, importantes sin duda, han ido mutando en la medida que existen más antecedentes, instrumentos y avances científicos, y también en función de los intereses de las agencias internacionales que están vinculadas a estos temas.



LAS VISIONES DE ALGUNAS DE LAS PRINCIPALES AGENCIAS E INSTITUCIONES



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

Para la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación, la degradación de la tierra en las tierras secas es una realidad que afecta a millones de personas, y es el resultado de una combinación de causas de origen local, regional y mundial. La disminución de la capacidad de los sistemas de las tierras secas para sustentar las necesidades de las poblaciones humanas y de otros organismos que viven allí es generalizada y está demostrada. El punto de vista creciente acerca de la degradación de las tierras áridas –ocasionada principalmente por el ser humano y es consecuencia de procesos a escala local, regional y mundial– difiere sustancialmente de conceptos previos sobre la desertificación, como el avance inexorable de los desiertos en tierras anteriormente productivas. Eso implica que la responsabilidad de hacer frente a las causas subyacentes a la degradación de las tierras secas debe compartirse a nivel local, regional y mundial. Para lograr neutralizar la degradación de la tierra para 2030 será necesario desviarse sustancialmente de las tendencias y las visiones del mundo actuales.

La Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), señala que si bien no existe un consenso mundial sobre cómo debe definirse o medirse la degradación de la tierra, ésta consiste en una reducción de la capacidad de la tierra para proporcionar bienes y servicios ecosistémicos a sus beneficiarios durante un período de tiempo. Concretamente la degradación de la tierra, impulsada por actividades humanas como la deforestación, el pastoreo excesivo y la agricultura insostenible, se refiere a una disminución persistente de la capacidad de la tierra para mantener las funciones y los servicios de los ecosistemas. Sus impactos van desde sutiles pérdidas de productividad hasta el abandono agrícola completo, lo que refuerza la necesidad urgente de una gestión o restauración sostenible de la tierra. La FAO estima en alrededor de 1.700 millones de personas viven en áreas que experimentan pérdidas considerables en el rendimiento de los cultivos inducidas por la degradación. Los países de ingresos medios son los más afectados, con casi 1.000 millones de personas. En los países de ingresos altos, el uso intensivo de insumos mantiene los rendimientos, pero enmascaran la degradación y aumenta el daño ambiental. Para la FAO la expansión agrícola sigue siendo el principal motor de la deforestación mundial, ya que provoca casi el 90 % de la pérdida de bosques. En este siglo, otro aspecto importante que debe considerarse es que cada año se abandonan aproximadamente 3,6 millones de ha de tierras de cultivo, y es probable que la degradación de las tierras desempeñe un papel importante en estas pérdidas.

La degradación de las tierras provocada por el ser humano representa una amenaza creciente para la productividad agrícola y la seguridad alimentaria. Esta disminución a largo plazo de la capacidad de la tierra para proporcionar funciones ecosistémicas esenciales es el resultado de complejas interacciones entre las presiones ambientales y las actividades humanas, como la deforestación, el pastoreo excesivo y las prácticas agrícolas no sostenibles que conducen al agotamiento de los nutrientes y a la salinización. Actualmente, esta degradación se manifiesta en todos los territorios agrícolas, creando un espectro de efectos que van desde ligeras disminuciones de la productividad hasta el abandono total de la agricultura.
Para el IPEBS (Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services) o Plataforma Intergubernamental de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos), organismo independiente vinculado a Naciones Unidas (como es el caso del IPCC, vinculado a la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático), La definición de degradación de la tierra incluye plenamente la definición más estricta adoptada en 1994 por la Convención de la CNULD y es la base de esta Evaluación de la Degradación y Restauración de la Tierra. La degradación sensu IPBES está restringida a los procesos antropogénicos. La evaluación también reconoce que la degradación de la tierra, incluidos sus impulsores y procesos, puede variar en gravedad dentro de las regiones y los países tanto como entre ellos.

Para el IPBES la "tierra degradada" adopta muchas formas: en algunos casos, toda la biodiversidad, las funciones y los servicios de los ecosistemas se ven afectados negativamente; en otros, solo algunos aspectos se ven afectados negativamente mientras que otros se han incrementado. La transformación de los ecosistemas naturales en ecosistemas de producción orientados al hombre, por ejemplo, la agricultura o los bosques gestionados, a menudo genera beneficios para la sociedad, pero al mismo tiempo puede resultar en pérdidas de biodiversidad y algunos servicios ecosistémicos. De acuerdo con sus estimaciones el IPBES señala que la desertificación afecta actualmente a más de 2.700 millones de personas que bien en las tierras secas. Estas cubren el 24% de la superficie terrestre y albergan al 38% de la población mundial concretamente pastores y pequeños agricultores, generalmente pobres y vulnerables a los cambios en la base de recursos naturales. El IPBES suscribe la definición de la CNULD, esto es que la desertificación es la degradación de la tierra en las zonas áridas, semiáridas o subhúmedas secas (denominadas colectivamente tierras secas) afecta las actividades del ser humano e incide sobre las variaciones climáticas.

Para el **Convenio sobre la Diversidad Biológica** conocida como la Convención sobre la Biodiversidad, la degradación de la tierra va acompañada, en casi todos los casos, por la reducción de las poblaciones de organismos silvestres, y con frecuencia por la pérdida de especies. Las pérdidas se producen no solo a nivel de especies, sino también en la diversidad genética de las especies individuales. La distribución de las disminuciones no es geográficamente uniforme; las pérdidas son mayores en algunos tipos de cubierta vegetal y usos de la tierra que en otros: las tierras de cultivo, los pastizales y las zonas urbanas sufren las mayores pérdidas. Las causas principales de la pérdida de diversidad biológica son la pérdida y la fragmentación de los hábitats, la sobreexplotación de las especies por los seres humanos, la contaminación, y el impacto de las especies invasoras y las enfermedades de los organismos silvestres. El tipo y la intensidad de los factores de degradación determinan la magnitud de la pérdida de diversidad biológica, así como las opciones de restauración. La restauración de la cubierta vegetal tras la degradación es posible y a menudo eficaz, pero rara vez alcanza, en décadas, los niveles de funciones de los ecosistemas o la diversidad de la composición.

Para la **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático** y acuerdos relacionados, el cambio climático ya ha contribuido a la degradación de la tierra y será un factor cada vez más importante en ella a lo largo de todo el siglo XXI. Además, la fuerza de los sumideros de carbono basados en los ecosistemas terrestres se ve debilitada por la degradación. Evitar la degradación de la tierra y restaurar las tierras degradadas contribuye normalmente a mitigar el cambio climático, aunque no siempre. Para aprovechar el potencial de mitigación y adaptación del cambio climático que ofrece la tierra es necesario aplicar fuertes medidas de protección y gestión sostenible y desarrollar sistemas agrícolas y de producción natural que combinen un rendimiento alto con niveles de carbono orgánico en el suelo cercanos a los niveles naturales, tal como promueve, entre otros, la Alianza Mundial sobre los Suelos para la Seguridad Alimentaria y la Adaptación al Cambio Climático así como la Mitigación de sus Efectos y la Iniciativa 4 per 1000. Esos sistemas agrícolas pueden tener efectos positivos o negativos sobre la degradación de la tierra, según el lugar y la forma en que se realicen. La aplicación de medidas de mitigación del cambio climático basadas en la tierra que requieran más tierra de la que se dispone para su restauración, agravaría la degradación de la tierra, al desplazar los cultivos alimentarios, los cultivos textiles o los ecosistemas naturales.

En el caso de **la Convención de Ramsar**, a pesar de que los humedales ocupan una pequeña parte de la superficie terrestre mundial, éstos proporcionan una gran cantidad de servicios esenciales de los ecosistemas, en particular los relacionados con la filtración y el abastecimiento de agua dulce y la protección de las costas. Los humedales también tienen una gran importancia para la diversidad biológica, entre otras cosas porque son un hábitat fundamental para muchas especies migratorias. Tratar a los humedales como infraestructuras naturales puede ayudar a cumplir toda una serie de objetivos de política, como la seguridad hídrica y alimentaria, así como la mitigación del cambio climático y la adaptación a él. Los humedales restaurados recuperan la mayoría de sus funciones y servicios de los ecosistemas en un plazo de entre 50 y 100 años, y aportan una gran variedad de beneficios para la diversidad biológica y el bienestar humano. Teniendo en cuenta la función de los humedales en las áreas de captación de agua dulce, las cuencas fluviales y las zonas costeras, las futuras medidas de restauración de los humedales podrían mejorarse considerablemente mediante la elaboración de indicadores y metas de restauración para evaluar y recuperar el conjunto de interacciones entre los organismos y su entorno abiótico.

Las causas de ello obedecen a la diversidad de indicadores que surgen de un fenómeno como la desertificación que es el resultado de múltiples factores y que genera efectos en los territorios donde se produce.

En 1977 con motivo de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desertificación el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA, presentó el primer mapa global de la desertificación el que fue construido sobre la base de las definiciones acordadas sobre las tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas. Para delimitar estas categorías de tierras áridas se utilizó el Índice de Aridez, que es el cociente entre las Precipitaciones y la evapotranspiración.

A este primer Mapa de la Desertificación, se sumaron luego otros esfuerzos similares, buscando lograr mapas que representaran de la mejor forma este fenómeno a nivel global y nacional, sin embargo ha sido difícil llegar a criterios e indicadores comunes que vayan más allá de índice de Aridez.

El problema radica en que la desertificación no es solo un problema de precipitaciones y de evapotranspiración, o en otras palabras del índice de aridez da cuenta de la incidencia de solo dos variables. Esto a pesar de que los avances alcanzados en las definiciones de desertificación y degradación de las tierras establecen que ésta corresponde a un sistema bioproductivo que además del suelo, comprende a la vegetación, otros componentes de la biota, y también a los procesos ecológicos e hídricos que se desarrollan dentro del sistema. Esta definición permite por ejemplo, diferenciar la erosión del suelo de la degradación de las tierras.

En el año 2018 y como fruto de un trabajo de más de diez años y en el que participó un importante número de especialistas destacados de diferentes países del mundo en el marco del Joint Research Centre la Comisión Económica de la Unión Europea, una nueva versión del Atlas Mundial de la Desertificación. Por primera vez se asume en este trabajo que la desertificación y degradación de las tierras son la consecuencia de la conjunción de variables biofísicas, socioeconómicas y climáticas y se adopta una nueva e innovadora metodología, llamada “Convergencia de Evidencias” que conjuga el tipo de variables antes indicadas, para definir en el territorio las áreas más afectadas en cada lugar específico.

Siguiendo el camino abierto por este último Atlas Mundial de la Desertificación, se preparó también un trabajo sobre la desertificación y la degradación de las tierras en América Latina y el Caribe dirigido a identificar los territorios más críticos o Hotspots, trabajo se realizó a territorialmente a nivel de la totalidad de los municipios de cada país de la región. En este documento se presenta en más detalle la metodología concreta aplicada a este caso y los principales hallazgos a nivel regional y a nivel de Chile.
Por su parte la Convención de Lucha contra la Desertificación, desarrolló e implementó un sistema de indicadores para dar seguimiento efectivo a la evolución de este proceso en cada uno de los países signatarios, y además una estrategia para avanzar soluciones con la meta de alcanzar la neutralidad en la degradación de las tierras, (Land Degradation Neutrality), lo cual es parte del sistema de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Como parte de la «Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible», el ODS 15 es: “Proteger, restaurar y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de manera sostenible, combatir la desertificación, detener y revertir la degradación de la tierra y detener la pérdida de biodiversidad”.

Cada ODS tiene objetivos específicos que abordan diferentes componentes, en este caso, de la vida en la tierra. La meta 15.3 tiene como objetivo, el siguiente:

“Para 2030, combatir la desertificación, restaurar la tierra y el suelo degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y luchar por lograr un mundo neutral en la degradación de la tierra”

En el caso del ODS 15.3, el progreso hacia un mundo neutral para la degradación de la tierra se evaluará utilizando el indicador 15.3.1: “Proporción de tierra que se degrada sobre la superficie total”



DEFINICIONES BÁSICAS

La CNULCD o (UNCCD por su sigla en inglés), definió la degradación de las tierras como la reducción o la pérdida de la productividad biológica o económica y la complejidad de las tierras agrícolas de secano, las tierras de cultivo de regadío o las dehesas, los pastizales, los bosques y las tierras arboladas, ocasionada por los sistemas de utilización de la tierra o por un proceso o una combinación de procesos, incluidos los resultantes de actividades humanas y pautas de poblamiento, tales como:

- la erosión del suelo causada por el viento o el agua,
- el deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas o de las propiedades económicas del suelo
- la pérdida duradera de vegetación natural; la deforestación, la tala indiscriminada de árboles y arbustos para obtener combustible, tierra cultivable o recursos madereros provoca la desaparición de la cubierta vegetal que mantiene la capa fértil del suelo, lo cual conlleva a la erosión y pérdida del suelo.
- El sobrepastoreo: el pastoreo intensivo impide que las plantas tengan tiempo suficiente para regenerarse, destruyendo, por lo tanto, la capa superior del suelo.
- La agricultura intensiva: la agricultura centrada en forzar la tierra para producir el máximo beneficio agota rápidamente los nutrientes del suelo.
- La sobreexplotación de acuíferos: el descenso del nivel freático puede favorecer la erosión del suelo.
- La sobre irrigación: en regiones de gran aridez, el regadío con aguas de elevado contenido salino causa salinización de las tierras y falta de agua.
- El Crecimiento urbano desordenado, sobre todo en zonas costeras.
- El Cambio Climático, factor cada vez más importante en el aumento la desertificación mediante la reducción o las alteraciones en los patrones de las precipitaciones, lo cual provoca un mayor estrés hídrico y largos periodos de sequía

Por “desertificación” a su vez se entiende la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas (llamadas genéricamente como las tierras secas), resultantes de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas;

Zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas son aquellas en las que la proporción entre la precipitación anual y la evapotranspiración potencial está comprendida entre 0,05 y 0,65, excluidas las regiones polares y subpolares;

Por “zonas afectadas” se entiende zonas áridas, semiáridas o subhúmedas secas afectadas o amenazadas por la desertificación;

Cuadro 3 .Categorías de tierras áridas según FAO/PNUMA

Clasificación	Precipitaciones/Evapotranspiración (P/ETP)	Área a nivel mundial (%)
Hiperáridas	< 0.05	75
Áridas	0.05 < 0.20	121
Semiáridas	0.20 < 0.50	177
Sub Húmedas secas	0.50 < 0.65	99
Total		472

Fuente: UNCCD tomado de PNUMA 1993 y FAO 1994

La evapotranspiración constituye un importante componente del ciclo y balance del agua. Se estima que alrededor de un 80% del total de agua recibida por una zona por concepto de las precipitaciones, es devuelta a la atmósfera, mientras que el 20% restante constituye la escorrentía superficial y subterránea. Esto significa que generalmente solo un 20% de las precipitaciones pueden ser aprovechadas para uso agropecuario, industrial, minero, consumo humano y otros posibles usos, además de la necesaria recarga de los acuíferos.

En las zonas en que prevalece el déficit de agua a lo largo de todo el año, las tierras áridas se clasifican como extremadamente áridas o hiperáridas, mientras que cuando ocurre durante la mayoría del año se catalogan como regiones áridas, o, semiáridas.

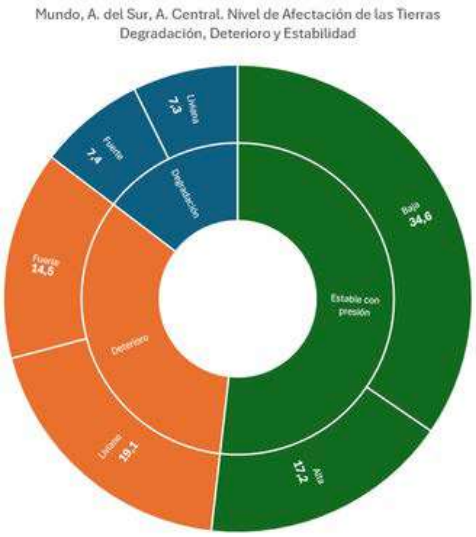
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

De acuerdo con la última información disponible (FAO, El Estado de la Agricultura y la Alimentación 2025), América Latina y el Caribe contribuyen con alrededor del 14% de las tierras afectadas por la degradación intensa y ligera. Al agregar parte de las tierras fuertemente deterioradas, el total degradado alcanza al 24% de total de las tierras de la región.

De éstas, la mayor parte corresponde a tierras en las que se realiza agricultura bajo riego, seguido por las tierras en las que se practica agricultura de secano. Gran parte de estas tierras degradadas son resultado de proceso de deforestación, los que han sido particularmente intensos en la región.
Se estima que el 29 % de todas las áreas degradadas corresponde a tierras de cultivo, de las que casi un tercio de las tierras de cultivo de secano y casi la mitad de las tierras de regadío están sujetas a procesos de degradación de la tierra inducidos por la actividad humana.

El Gráfico y cuadros que siguen muestran las cifras de la superficie afectada por la degradación, el deterioro y la que está en condición estable, a nivel mundial, de América del Sur y América Central y Caribe.

Gráfico 3 Mundo. Nivel de afectación de las tierras según estados de degradación, deterioro o estabilidad



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4 Mundo, América del Sur y América Central y Caribe. Superficie afectada por degradación y deterioro y las tierras estables. Cifras en porcentajes

Región	Área Total	Degradación		Deterioro		Estable con presión	
		Fuerte	Ligera	Fuerte	Ligera	Alta	Baja
A. del Sur	100	8,9	7,5	21,2	23,6	12,2	26,6
A. Central y Caribe	100	7,4	7,4	20,6	11,8	30,9	23,5
Total	100	7,6	7,3	15,4	19,7	16,6	33,4

Al analizar el tipo de cobertura de las tierras tanto afectadas como no afectadas, se puede apreciar que tal como señaló anteriormente, las actividades agrícolas de riego y de secano, son las que más inciden sobre los procesos de degradación. Los cuadros que siguen dan cuenta de esta situación.

Cuadro 5 América del Sur. Superficie afectada por degradación y deterioro y las tierras estables. Cifras en millones de hectáreas

Cobertura	Área Total	Degradación		Deterioro		Estable
		Fuerte	Ligera	Fuerte	Ligero	
Agricultura de secano	129	25	21	18	12	54
Riego	16	3	2,4	2,3	1,7	7
Praderas	201	23	23	40	32	83
Arbustos	259	36	23	83	40	78
Arboles	992	60	54	190	283	404
Hierbas	21	0,6	0,95	4	6	10,18
Vegetación escasa	41	0,3	0,28	15	18	7,17
Suma de la cobertura	1659	148	124	352	392	643
Áreas Protegidas	125	3	3	27	39	52

Fuente: Coppus, R. 2023. The global distribution of human-induced land degradation and areas at risk. SOLAW21 Technical background report. Rome, FAO. https://doi.org/10.4060/cc2843en

Cuadro 6 América Central y Caribe. Superficie afectada por degradación y deterioro y las tierras estables. Cifras en millones de hectáreas

Cobertura	Área Total	Degradación		Deterioro		Estable
		Fuerte	Ligera	Fuerte	Ligero	
Agricultura de secano	1,1	1,3	1,1	0,8	6	20,3
Riego	2	0,12	0,18	0,1	0,1	1,49
Praderas	11	0,74	0,92	1,5	1,1	7
Arbustos	4	0,32	0,36	0,73	0,39	2,32
Arboles	38	3	2,3	11	6	17
Hierbas	0,3	0,0009	0,007	0,05	0,04	0,27
Vegetación escasa	0,03	0,0004	0,001	0,008	0,002	0,018
Suma de la cobertura	68	5	5	14	8	37
Áreas Protegidas	10	0,17	0,16	3	2,3	3,71

Fuente: Coppus, R. 2023. The global distribution of human-induced land degradation and areas at risk. SOLAW21 Technical background report. Rome, FAO. https://doi.org/10.4060/cc2843en

La degradación de la tierra inducida por el hombre se refiere a una tendencia negativa, que probablemente sea causada por la actividad humana.

El deterioro se refiere a una tendencia negativa presumiblemente causada por fenómenos naturales, pero que también puede tener orígenes antropogénicos donde el estatus es bajo.

Desde otra perspectiva y siguiendo la metodología de la Convergencia de Evidencias aplicada para el Atlas Mundial de la Desertificación de 2018, se estimaron las áreas afectadas por distintos factores impulsores de la degradación de las tierras, tanto biofísicos, como socioeconómicos y climatológicos. Estos factores son la pérdida de carbono orgánico del suelo, el estrés hídrico, la aridez, la pérdida de productividad de la tierra, el cambio en el uso de la tierra y la deforestación. Estos factores fueron analizados tanto individualmente como en sus combinaciones, esto es que en una unidad territorial coexistan simultáneamente la deforestación y el estrés hídrico. A ello se agregó información sobre pobreza y en desigualdad cuando estaba disponible a nivel de municipios. Finalmente se agregaron también las variables climáticas de precipitaciones y temperaturas actuales y sus proyecciones a los años 2050 y 2070.

Siguiendo la metodología aplicada se estableció un ranking de acuerdo con el grado de presencia de cada uno de los factores antes mencionados en el territorio, los municipios en este caso, tanto individualmente como combinados.

El decil 10 corresponde las situaciones extremadamente críticas y los deciles 7, 8 y 9 corresponden a los tramos de superficie más afectados por los factores de degradación. Los resultados obtenidos para América Latina y el Caribe se muestran en el cuadro que sigue.

Cuadro 7 América Latina y el Caribe. Incidencia de los factores biofísicos, socioeconómicos y climatológicos en los municipales de la región. Resultados número de habitantes viviendo en las áreas afectadas y la superficie degradada en hectáreas

	América Central		México		Caribe		América del Sur	
Score	Población	Superficie	Población	Superficie	Población	Superficie	Población	Superficie
0			316.170	19.676			1.581.693	275.369
9			3.482.235	91.004	236.320	1.308	10.121.626	687.601
8	905.459	11.108	23.200.422	360.008	3.109.642	14.649	36.093.100	1.318.966
7	4.152.535	65.032	36.926.317	744.697	6.850.861	19.816	80.768.147	2.281.937
6	9.345.459	107.512	30.471.051	558.377	10.422.232	56.123	123.084.376	4.385.643
5	12.600.589	121.959	16.317.287	131.564	7.518.599	42.509	99.309.859	5.694.555
4	9.795.061	48.678	1.900.450	7.900	3.276.904	52.687	43.574.146	4.100.459
3	5.061.707	14.878			2.095.441	11.861	7.501.152	983.643
2							181.460	5.760
Total	41.860.810	369.167	112.613.932	1.913.225	33.509.998	198.952	402.215.559	19.733.933

Fuente: Elaboración propia

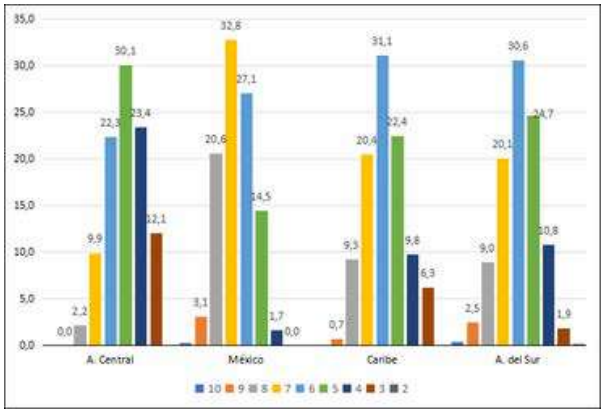
El cuadro que sigue muestra el detalle por países para los tramos 7 a 10 que se estima, corresponden a situaciones de degradación importantes. Como se puede ver, las situaciones más extremas como ya se señaló a los tramos 10 y 9.

Los países destacados en rojo son aquellos más afectados por la degradación de las tierras de acuerdo con la suma de la población y las superficies de los tramos 7 a 10. Como se puede ver, el 26.4% de la superficie donde además vive el 31,5% de la población, aparece como seriamente afectado.

Las cifras expuestas guardan similitud con las anteriores estimadas por FAO en el Estado de la Agricultura y la Alimentación 2025. Agregando las cifras de degradación fuerte y ligera, más una parte de lo consignado para deterioro ligero, y sumando México, para el cual no se dispone de datos en el estudio FAO antes mencionado, se llega a un panorama similar.

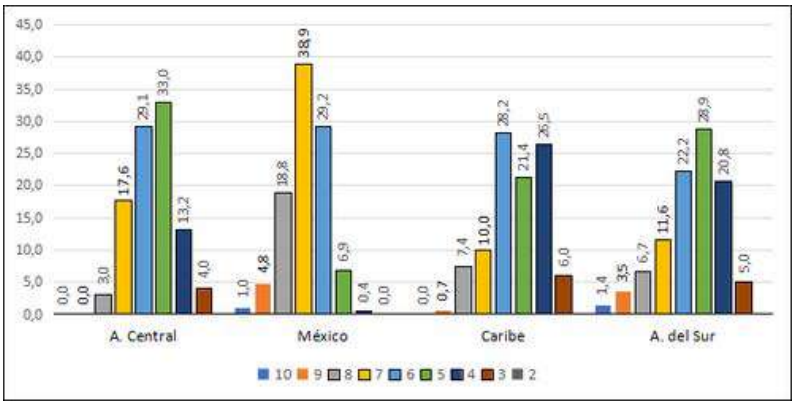
A continuación en los gráficos que siguen, se presentan las proporciones de población y de superficie afectada por cada tramo de intensidad de la degradación en las subregiones, esto es América del Sur, Centroamérica, Caribe y México.

Gráfico 4 Proporción de población afectada por cada tramo de intensidad de la degradación



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5 Proporción del área para cada tramo de afectación por degradación



Fuente: Elaboración propia

A nivel de los países, el cuadro y gráfico que sigue, dan cuenta del grado de afectación en términos de proporción de municipios, población y área afectada por la degradación.

En rojo se destacan los países que presentan las situaciones más problemáticas como son los casos de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México, Perú y Venezuela .

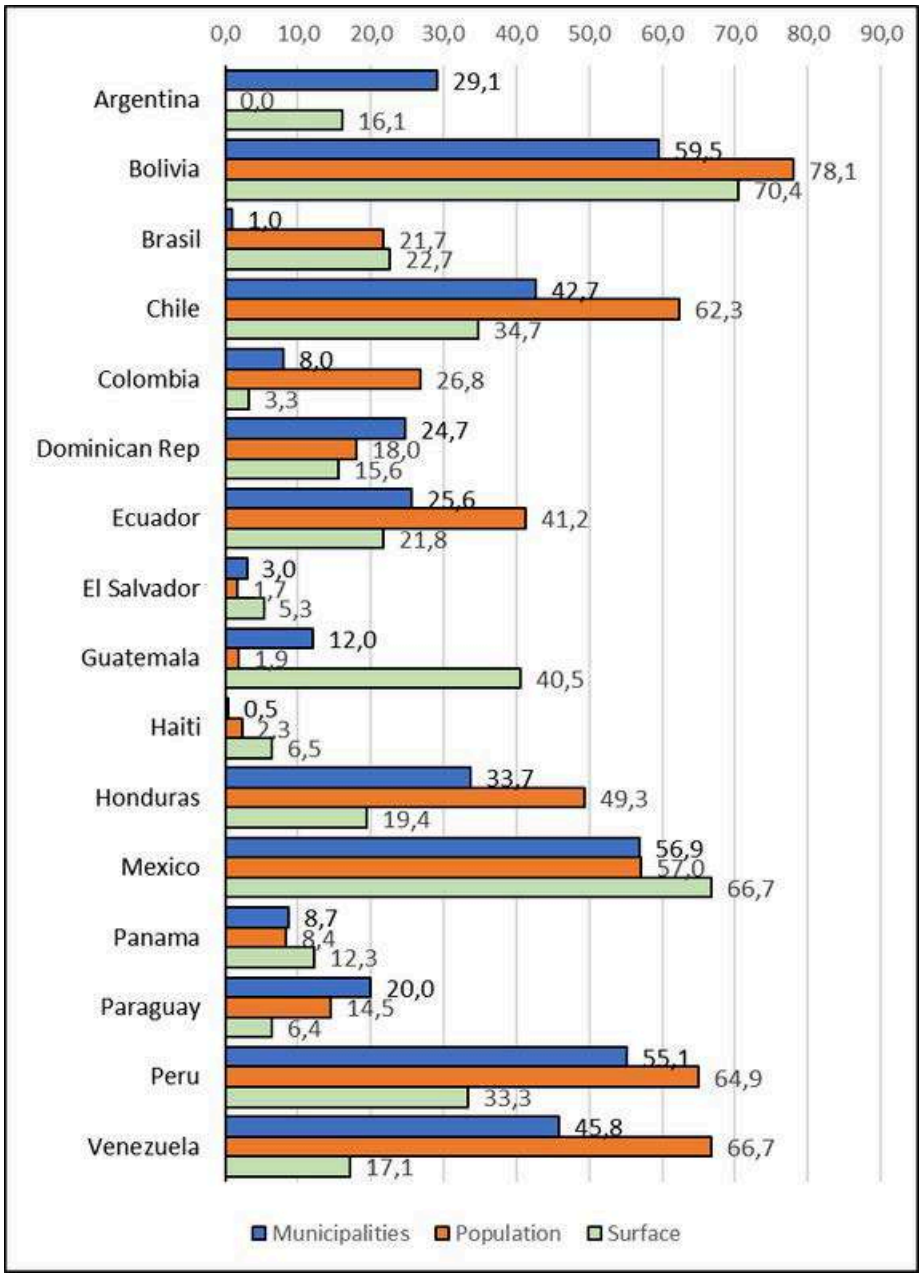
La última columna muestra la agregación de los tramos o deciles de 7 a 10. En términos globales el 26,3% del área afectada es consistente con cifras mostradas por diferentes agencias en sus informes sobre la degradación de las tierras.

Cuadro 8 Países seleccionados de A. Latina y Caribe, municipios, población y área afectadas en tramo de intensidad de 7 a 10.

	Score 10 + 9			Score 8 +7			Total 10 a 7		
	Municipi	Población	Área	Municipi	Población	Área	Municipios	Población	Área
Argentina	10	780.150	31.514	136	16.084.004	440.303	146	16.864.154	471.817
Bolivia				201	8.948.679	15.724	201	8.948.679	15.724
Brasil	28	1.025.710	38.255	1208	39.579.131	1.836.495	1.236	40.604.841	1.874.750
Chile	17	1.023.819	72.686	138	11.053.247	742.504	155	12.077.066	815.190
Colombia	15	1.663.104	3.385	71	10.667.558	33.792	86	12.330.662	37.177
R. Dominicana				38	1.771.815	8.761	38	1.771.815	8.761
Ecuador	47	935.587	19.380	221	5.938.672	47.654	268	6.874.260	67.034
El Salvador				20	109.459	1.005	20	109.459	1.005
Guatemala				40	2.640.330	50.789	40	2.640.330	50.789
Haití				56	1.707	2.215	56	1.707	2.215
Honduras				100	4.431.123	22.232	100	4.431.123	22.232
México	113	3.149.869	86.435	1285	61.080.788	1.184.759	1.398	64.230.657	1.271.194
Panamá				54	355.348	8.360	54	355.348	8.360
Paraguay				48	1.044.555	29.066	48	1.044.555	29.066
Perú	66	998.600	18.585	940	17.878.247	410.861	1.006	18.876.847	429.446
Venezuela	16	1.708.623	13.392	138	16.553.513	143.511	154	18.262.136	156.903
Total	312	11.285.462	283.633	4694	198.138.176	4.978.030	5.006	209.423.638	5.261.663
% del total	1,7	1,6	1,2	25,9	29,8	24,8	7,7	31,5	26,3

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6 Dieciséis Países, municipios, población y área afectadas en tramo de intensidad de 7 a 10



Fuente: Elaboración propia

CHILE



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

En Chile, la superficie calculada originalmente como afectada por la desertificación se estimó en 48.334.300 hectáreas equivalentes a casi dos tercios del territorio continental (Soto, 1999). El área que concentra principalmente los sistemas de producción agrícola ya está siendo afectado por los cambios significativos en el aumento de temperaturas y una reducción considerable de la precipitación, acelerando los procesos de desertificación. Hay suficiente evidencia para sostener que el cambio climático está aumentando en todo el mundo la frecuencia e intensidad de los fenómenos climáticos extremos, tales como lluvias torrenciales, sequías largas, heladas, entre otros.

Otras evaluaciones realizadas dan cuenta de cifras menores que la anterior, pero igualmente preocupantes. Se examinarán brevemente a continuación, las evaluaciones realizadas por la Corporación Nacional Forestal, CONAF, organismo encargado del tema a nivel y que preparó y ejecuta el Programa de Acción Nacional de Lucha contra la desertificación la degradación de las tierras y la sequía PANCD Chile 2016 – 2030.

En este contexto y alineado con la CNULD, desarrolló un modelo para estimar el riesgo de desertificación y degradación considerando factores relativos a régimen de aridez, principales variables de la erosión hídrica, incendios forestales y factores socioeconómicos.

Figura 3 Modelo de riesgo de desertificación.



Respecto al riesgo de degradación de la tierra el modelo propuesto considera las variables representadas en la Figura 7, reemplazando el factor de régimen de aridez por otro factor de erosión como es el contenido de carbono orgánico en el suelo

Figura 4. Modelo de riesgo a la degradación



Cuadro 9 Comunas, Población y Superficie con riesgo de desertificación a nivel nacional

Categorías	Comunas		Población		Superficie	
Riesgo de Desertificación	Número	%	Habitantes	%	Hectáreas	%
Desertificación Grave	19	5,5	2.777.604	12,6	2.708.606	3,6
Desertificación Moderada	5	24,6	2.915.621	16,2	88.517	11,7
Desertificación Leve	2	15,1	1.623.436	9	4.819.032	6,4
Sin Desertificación	7	2	61.218	0,3	3.649.475	4,8
No Aplica (Comunas fuera del área de Tierras secas)	150	43,5	5.621.054	31,2	55.411.347	73,3
Uso Urbano	32	9,3	5.507.282	30,6	203.064	0,3
Totales	345	100	18.006.215	100	75.643.227	100

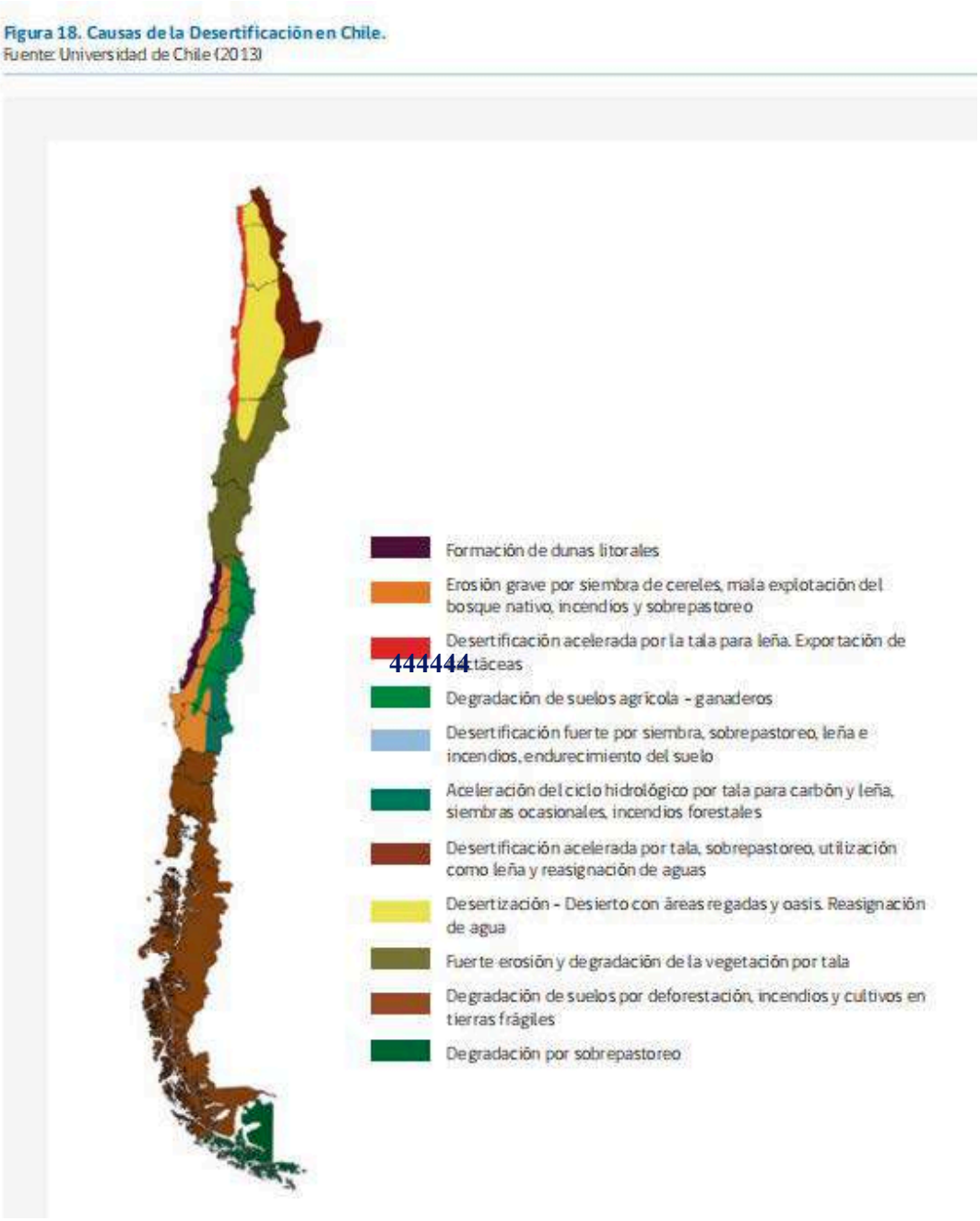
Fuente: CONAF. Programa de Acción Nacional de Lucha contra la desertificación la degradación de las tierras y la sequía

El cuadro anterior, revela que un 28,8% de la superficie del país está amenazada por riesgo de procesos de desertificación que van de graves a moderados. Por su parte el informe para el seguimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 3030, estima aquellas áreas en que en la cobertura de productividad de la tierra en estado estable sufrieron degradación, alcanzaron 189.418 km2, esto es el 25% de la superficie nacional y como resultado para el indicador ODS 15.3.1 un total de 196.411 km2 de tierras degradadas, equivalente aproximadamente a un 26% de la superficie total del país.

Las estimaciones realizadas aplicando la metodología de Convergencia de Evidencia, arroja resultados coherentes con los de riesgos de desertificación. En efecto, para las categorías de riesgo de desertificación grave y moderada, se alcanza un 15,3% de la superficie afectada y con la metodología de antes indicada de convergencia de evidencias, el área afectada por degradación severa y moderada alcanza al 14.3% del total.

La figura a continuación muestra un mapa ilustrado territorialmente con los factores de desertificación.

Figura 5 Chile. Factores de desertificación



Fuente: CONAF. Programa de Acción Nacional de Lucha contra la desertificación la degradación de las tierras y la sequía

Chile participa de manera voluntaria en el Proyecto Piloto sobre Degradación Neutral de la Tierra (LDN) que coordina la Secretaría Ejecutiva CNULD y en ese contexto , expresando así la prioridad política que asigna el país a este enfoque de la Convención de esta manera generar las condiciones para establecer protocolos de implementación y esquemas de financiamiento apropiados.

En ese contexto, Chile ha incluido en su Contribución Nacional (INDC) para el Acuerdo Climático realizada en París el 2015, la iniciativa de restaurar 100.000 hectáreas de bosque nativo y la forestación de 100.000 hectáreas preferentemente con especies nativas.



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro W. 2014. El estado de la sequía y la desertificación en Chile
- Barbier, E. B. & Hochard, J. P. Land degradation and poverty. Nat Sustain 1, 623–631 (2018).
- Barbosa, P. and Weynants, M., editor(s), Morales, C., Barbosa, H., Espejel, I., Leon, A., Penalba, O. and Perez, A., Vulnerabilidad de las tierras secas a la desertificación, degradación de las tierras e impactos económicos y sociales, EUR 29051 ES, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-79-77700-4, doi:10.2760/239732, JRC110316. 2018
- Barlow J. et al., Anthropogenic disturbance in tropical forests can double biodiversity loss from deforestation. Nature. 535, 144–147 (2016), DOI: 10.1038/nature18326.
- Behnke R., Mortimore M., The End of Desertification? Disputing Environmental Change in the drylands (Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2016), Springer Earth System
- Bloomberg Linea. Panamá. América Latina y el Caribe tiene el 22% de la tierra degradada: Naciones Unidas. Entrevista a Andrea Mesa Secretaria Ejecutiva Adjunta de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD
- Borrelli, P. & Panagos, P. An indicator to reflect the mitigating effect of Common Agricultural Policy on soil erosion. Land Use Policy 92, 104467 (2020).
- Chamberlin J., Jayne T. S., Headey D., Scarcity amidst abundance? Reassessing the potential for cropland expansion in Africa. Food Policy. 48, 51–65 (2014), DOI: 10.1016/j. foodpol.2014.05.002.
- Cherlet M. Land degradation in the European Union—Where does the evidence. converge?. Land Degradation & Development, Volume 34, Issue 8, pp. 2256-2275, 20 pp. Wiley, 2022
- Cherlet M. World atlas of desertification – Rethinking land degradation and sustainable land management, Publications Office, 2018, https://data.europa.eu/doi/10.2760/06292
- Cherlet, M., Hutchinson, C., Reynolds, J., Hill, J., Sommer, S., von Maltz , G. (Eds.), World Atlas of Desertification, Publication Office of the European Union, Luxembourg, 2018.
- CONAF. 1997. Programa de Acción Nacional Contra la Desertificación (PANCD). (CONAF-CONAMA) Edición y revisión Guido Soto, Oficina de coordinación del programa de Acción Nacional contra la desertificación (P.A.N.C.D). 119 p.
- CONAF. 1999. Mapa Preliminar de la Desertificación de Chile por comunas.

- CONAF. 2006. INFORME NACIONAL 2006. Implementación en Chile de la Convención de Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación en los países afectados por sequía grave o Desertificación, en Particular en África. Santiago de Chile, Chile. 47 p.

- CONAF. 2013a. Superficie potencial forestable de las Regiones de O´Higgins a Aisén. Informe Interno de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) preparado por Karen Beltrán Salazar. Santiago, Chile. 276 p.

- CONAF. 2013b. Propuesta de Preparación de Chile al Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF) elaborado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF). Santiago, Chile. 238 p. Disponible en: https://www.forestcarbonpartnership.org/sites/fcp/files/2013/Oct2013/R-PP%20Octubre%204-2013.pdf

- CONAF. Programa de Acción Nacional de Lucha contra la desertificación la degradación de las tierras y la sequía PANCD Chile 2016 – 2030

- FAO estado de la agricultura y la alimentación ABORDAR LA DEGRADACIÓN DE LAS TIERRAS EN TODAS LAS ESCALAS DE TENENCIA 2025

- FAO Ruben Coppus Independent consultant The global distribution of human-induced land degradation and areas at risk. SOLAW21 Technical background report 2023

- FAO, José Álvarez. Las Tierras Aridas del Mundo. Capítulo 2. 1993

- FAO. 2021. El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura - Sistemas al límite. Informe de síntesis 2021. Rome. https://doi.org/10.4060/cb7654es

- Hadi, H. & Wuepper, D. 2025. A global yield gap assessment to link land degradation to socioeconomic risks – Background paper for The State of Food and Agriculture 2025. FAO Agricultural Development Economics Working Paper 25-16. Rome, FAO. https://doi.org/10.4060/cd7317en

- Interferencia noviembre 2025. Día Mundial contra la Desertificación y la Sequía. 22 % de las tierras de América Latina están degradadas: incapaces de sostener cultivos o ecosistemas originales. Entrevista a Andrea Mesa secretaria ejecutiva adjunta de la UNCCD. https://interferencia.cl/articulos/22-de-las-tierras-de-america-latina-estan-degradadas-incapaces-de-sostener-cultivos-o

- IPBES. Assessment Report on Land Degradation and Restoration 2025

- Marengo j., Abraham H., Magaña V., Morales C. Vieira R., Cunha A. P., Albalá R. Lima J. R., Magalhaes A. Examinando el riesgo de sequía, aridificación, degradación y desertificación en las tierras secas de América Latina: una revisión. Documento en curso de publicación

- Matiasz, N. J., Wood, J., Doshi, P., Speier, W., Beckemeyer, B., Wang, W., … Silva, A. J. (2018). ResearchMaps.org for integrating and planning research. PLOS ONE, 13(5). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195271

- Morales C. Cherlet M. Los Hotspots de la degradación en América Latina y el Caribe. En Publicación. Morales C. y otros. Los costos de inacción de la desertificación en Chile. Resultados de un estudio. PNUD Chile 2015

- Morales C. Los Costos de la inacción ante la desertificación y degradación de las tierras en escenarios alternativos de cambio climático. CEPAL 2012

- Morales C., E., Francisco Brzovic , David Candia, Maria Elena Cruz, (2019). UNCCD The Global Land Outlook, Latin America and the Caribbean Thematic Report, Bonn, Germany. eISBN: 978-92-95110-86-1

- Morales C., Parada S, y otros Pobreza, desertificación y recursos naturales. CEPAL 2005

.

- Morales, C., Barbosa, H., Penalba, O., Espejel, I., León, A., & Pérez, A. (2018). Vulnerabilidad de las tierras secas a la desertificación, degradación de las tierras e impactos económicos y sociales. Editor; Paulo Barbosa Ferreira Marinho, Melanie Weynants. 10.2760/239732

- Noticias ONU. secretaria ejecutiva adjunta de la UNCCD. La desertificación y la degradación del suelo afectan a 3000 millones de personas en todo el mundo. Diciembre 2024. https://news.un.org/es/story/2024/12/1534741 Sciences, DOI: 10.1007/978-3- 642-16014-1.

- The IPBES assessment report on land degradation and restoration. Montanarella, L., Scholes, R., and Brainich, A. (eds.). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. 744 pages. https://doi.org/10.5281/zenodo.3237392

- UNNCD. The Global Mechanism. Pablo Munoz Coordinator Country Profile Chile Investing in Land Degradation Neutrality: Making the Case An Overview of Indicators and Assessments.

ANEXO METODOLÓGICO

La metodología de convergencia de evidencia implementada en el Atlas Mundial de la Desertificación (WAD) [Cherlet et al, 2018] es la base del análisis. Este método permite representar áreas donde coinciden los GCI u otros problemas locales y potencialmente ejercen presión sobre el recurso de la tierra. En el World Atlas of Desertification (WAD), se calcula un umbral del conjunto de datos GCI en función de la distribución por clase del conjunto de datos dentro de las clases de tierra. El WAD compiló un mapa global de cobertura del suelo para esto que estratificaba las clases amplias en función de su proporción de tierras de cultivo, pastizales y bosques.

Para la mayoría de los conjuntos de datos de GCI, se consideró el valor mediano por clase, excepto para los insumos agrícolas y la productividad de la tierra. Conformando la filosofía intrínseca del método para relacionar lo más posible con información contextual adaptada a la escala del análisis, aplicamos algunas modificaciones a los umbrales de los conjuntos de datos biofísicos que determinan los rangos de presencia de las variables biofísicas y climáticas, es decir, el umbral si un tema se considera o no una preocupación por la degradación de la tierra en esta región en particular. La escala reducida del análisis, la región de ALC en comparación con la cobertura global implementada en WAD y el conocimiento local impulsaron esta adaptación.

Todas las variables consideradas para el análisis fueron las siguientes;

1. Variables biofísicas y climáticas: Contenido de carbono orgánico en el suelo (COS) y sus combinaciones; Aridez (ARID) y sus combinaciones; Estrés hídrico (WS) y sus combinaciones; Disminución de la productividad de la tierra (LPD) y sus combinaciones; Cambio de la cobertura del suelo (VCT) y sus combinaciones, y Deforestación (TL) y sus combinaciones

1. Variables socioeconómicas: Pobreza y Desigualdad

1. Variables de cambio climático: temperaturas y precipitaciones medias que abarcan el periodo 1960-1990, como línea base y sus proyecciones al año 2050

El procedimiento seguido fue el siguiente:

1. Categorización del área en función de variables biofísicas y climáticas:

Asumimos que la coincidencia de variables biofísicas determina un cierto nivel o potencial de degradación de la tierra (Cherlet et al., 2018). Para facilitar la interpretación final y adaptarse a la escala local de formulación de políticas, agregamos las variables biofísicas y climáticas basadas en píxeles a nivel de condado y unidades administrativas superiores (municipios, parroquias, cantones, distritos, etc., según el país). A continuación, se asignaron puntajes a cada uno de acuerdo con la cobertura geográfica relativa dentro de las unidades administrativas:

Los puntajes aplicados a cada una de las variables de degradación según su cobertura geográfica en el territorio son los siguientes:

1. Puntuación 1 = hasta un 25% de cobertura del territorio
2. Puntuación 2 = de 25% a menos del 50% de cobertura del territorio
3. Puntuación 3 = de 50 a menos del 75% de cobertura del territorio
4. Puntuación 4 = 75% o más de cobertura del territorio

1. La importancia relativa para la degradación del suelo ejercida por las variables biofísicas y su co-ocurrencia dentro del territorio se calcula a partir del área afectada en cada municipio de una sola variable acumulada con su ocurrencia en combinación con otras variables. Un área puede verse afectada simultáneamente por, por ejemplo, deforestación, disminución de la productividad de la tierra, aridez u otras variables.

Los criterios utilizados para la categorización de las unidades territoriales, utilizando los puntajes de cobertura anteriores para las 6 variables y sus combinaciones, son los siguientes:

1. Categoría I 'baja': menos de 5 puntos
2. Categoría II: «Mediana»: entre 5 y menos de 10 puntos
3. Categoría III: «Alta»: entre 10 y menos de 15 puntos
4. Categoría IV: «Grave»: entre 15 y menos de 20 puntos
5. Categoría V 'Muy grave': entre 20 y 24 puntos

Dado que se integran seis variables de degradación, se analizan individualmente y se combinan entre sí y se califican en cuatro niveles de cobertura, la puntuación máxima posible que se debe lograr es 24 (6 x 4). Una coincidencia de las 6 variables con una cobertura máxima del 75%, arroja 24 puntos. Esto corresponde a la situación más negativa que afecta a la tierra y, por lo tanto, se le asigna la categoría «5» por ser «muy grave».
Llamamos "puntos críticos" a las áreas que se ven gravemente afectadas por la degradación de la tierra. Son los territorios que entran en las categorías de degradación de la tierra IV y V (cuando la cobertura de 6 variables biofísicas suma entre 15 y 20 y 20 y 24 puntos respectivamente).

1. Incorporación de variables socioeconómicas para identificar, entre los municipios más afectados por la degradación, aquellos con la situación socioeconómica más precaria, expresada por los valores más altos del índice de pobreza y/o desigualdad.

Para todos los municipios, se recopilaron variables de pobreza y desigualdad. Utilizamos la ocurrencia y distribución de estas variables socioeconómicas específicas como criterios para seleccionar "Hotspots". Dependiendo de la información disponible, la variable pobreza se expresa como pobreza de ingresos – bajos ingresos – o Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI). En dos casos, Brasil y Costa Rica, se utilizó el Índice de Desarrollo Humano (IDH) y el Índice de Desarrollo Social (IDS); en Colombia se utilizó el Índice de Pobreza Multidimensional para municipios (IPM). En algunos casos, se estimaron las variables de pobreza y otros se basaron en las Encuestas de Ingresos y Gastos de los Hogares que se realizan periódicamente en todos los países.

Cuando se dispuso de ello para los territorios investigados, se añadió el índice de GINI como otra variable socioeconómica para reflejar adicionalmente el rango y el grado de desigualdad de ingresos.

1. Añadiendo el aspecto del cambio climático.

Los cambios de precipitación y temperatura se clasificaron según el aumento o la disminución durante una ventana de tiempo futura. Utilizamos los datos del escenario IPCCC para las proyecciones de precipitación y temperatura 2050 y 2070. Los datos se agregaron utilizando la siguiente puntuación:
Para el escenario de temperaturas utilizamos las proyecciones del año 2050 menos el valor de la línea de base (promedio 1960 - 1990) para definir solo la magnitud del aumento. Los intervalos en grados Celsius corresponden a los establecidos por el IPCCC en el acuerdo de París en 2017.

1. 0 puntos: aumento de ≤ 1,5 ° C
2. 1 punto: aumento de > 1,5 °C ≤ 2 °C
3. 2 puntos: aumento de > 2 °C ≤ 2,5 °C
4. 3 puntos: aumento de >2,5 °C

Para el escenario de precipitación, se utilizó la desviación porcentual de la línea base, que es la precipitación media anual durante 1960 – 1990; se definieron sucesivamente los siguientes apartados según su disminución o aumento.

1. 1 punto: positivo moderado: > aumento del 10%
2. 1 punto: negativo moderado: < disminución del 10%
3. 2 puntos: severo: ≥ 10 y <20% de disminución
- 3 puntos: muy grave: ≥ disminución del 20%

La Tabla 1 proporciona una descripción general de los puntajes y la categorización. El puntaje máximo que se puede alcanzar combinando las variables biofísicas convergentes, que reflejan la situación de degradación de la tierra, y los posibles cambios climáticos, que suponemos pueden deteriorar la situación de degradación de la tierra, es de 11 puntos (5 para la degradación, más 3 para el aumento de las temperaturas y 3 para la disminución de las precipitaciones).

Cuadro 1: Agregación de los efectos combinados de la degradación, la temperatura y la precipitación

Degradación de la tierra +		Cambio climático =		Puntos totales
Variable biofísica individual	Coincidencia de variables biofísicas			
Puntuación según la cobertura (%) de un territorio considerado	Categorías de degradación de las tierras (por puntos)	Aumento de temperatura (por puntos)	Cambio de precipitación (por puntos)	Degradación (I a V) + Temperatura (0 a 3) + Precipitación (1 a 3) Máximo = 11 (V + 3 + 3) Mínimo = 2 (I +0+1)
< 25% = 1	I = < 5	< 1,5°C = 0	Aumento < 10% = 1 (+)	
25 < 50% = 2	II = 5 < 10	1,5 =< 2 ◦ C = 1	Disminución < 10% = 1(-)	
50 < 75% = 3	III = 10 < 15	2°=< 2,5°C = 2	Disminución 10 < 20 =2	
> de 75%= 4	IV = 15 < 20	2,5°C = 3	Disminución> 20% = 3	
	V = > 20 – 24			

Los resultados a nivel de país, tal como se utilizan en la descripción de la sección de resultados a continuación, se obtienen agregando los resultados para cada municipio (u otra unidad administrativa subnacional) dentro del país.

CONJUNTOS DE DATOS UTILIZADOS:

1. Para variables biofísicas
2. Bases de datos WAD (forma binaria) (períodos de tiempo y fuentes documentadas en Cherlet et al., 2018)
3. Agencia de Cooperación Holandesa, ICCO (Carbono, Suelo Orgánico, COS) (referencia)
4. Para variables socioeconómicas
5. Estadísticas oficiales de los países analizados (referencia)
6. CEPAL, FAO, CELADE (referencias)
7. Para las variables climáticas
8. WorldClim Versión 1.4 y sus proyecciones (referencia)
9. MIROC 5 (referencia)

Las variables biofísicas y climáticas corresponden a los conjuntos de datos utilizados para el WAD y proporcionados por la base de datos del Centro Común de Investigación de la UE. Aunque cubren diferentes ventanas de tiempo durante los últimos 20 años, se consideran los conjuntos de datos más actualizados y, por lo tanto, representan el tiempo "presente". Esto implica que no se considera la degradación histórica de la tierra o la degradación de la tierra que ocurrió antes del año 2000, sin embargo, tal situación sería el punto de partida de la ventana "actual". Es importante señalar esto ya que dentro de los 22 países analizados, ha habido una intensa degradación en los años y décadas anteriores al año 2000. Este es el caso de Haití, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua en América Central, México y regiones importantes de Perú, Bolivia y Ecuador y el noreste brasileño en América del Sur. (referencias). La excepción es la aridez, que es la desviación del período 1981-2010 del período 1951-1980.

Utilizamos el software ARCGIS 10.7 GIS para construir mapas globales, mapas regionales, subregionales y nacionales.
Se utilizó Excel 16.0 para el procesamiento de los datos estadísticos y otros datos numéricos.

InformePaís2025

ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE

Y DEL PATRIMONIO NATURAL



ecosistemas y zonas costeras

SEGUNDA PARTE CAPÍTULO VI

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

SEGUNDA PARTE
ECOSISTEMAS MARINOS Y ZONAS COSTERAS

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

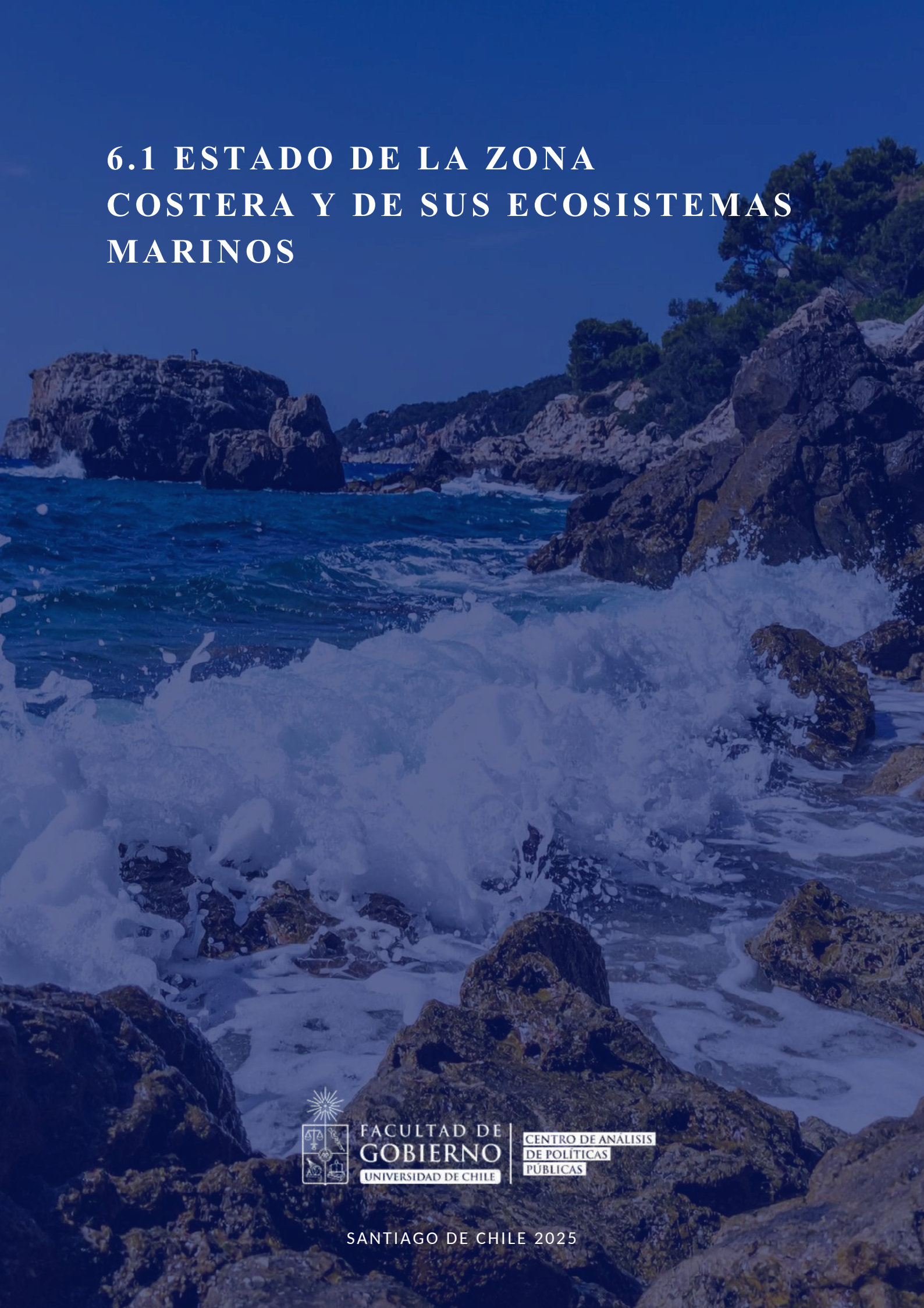
SANTIAGO DE CHILE 2025

Autores:
Ricardo Bravo Méndez (1)
Humberto Díaz Oviedo (2)
Mario Herrera Araya (3)
Karina Vega Arcos (4)

Edición:
Héctor Anabalón Zurita (5)
Ángela María Larenas Libreros (6)

((1) Decano, Facultad de Ciencias del Mar y de Recursos naturales, Universidad de Valparaíso.
(2) Profesor e investigador, Universidad de Valparaíso.
(3) Profesor e investigador, Universidad de Valparaíso.
(4) Investigadora Asociada, Universidad de Valparaíso.
(5) Secretario ejecutivo e investigador, Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.
(6) Estudiante de Administración Pública, Semillerista Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.

6.1 ESTADO DE LA ZONA COSTERA Y DE SUS ECOSISTEMAS MARINOS



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

1.1 ESTADO DE LA ZONA COSTERA Y DE SUS ECOSISTEMAS MARINOS

El presente capítulo da cuenta de un seguimiento del estado biológico reproductivo y de explotación de las especies que conforman los recursos biológicos pesqueros nacionales, entre los años 2022 y 2024. De la misma manera, presenta una revisión del estado de situación de la zona costera de Chile y las alteraciones que ha sufrido a causa de la acción antrópica y del cambio climático, además de los factores legales que inciden en la gestión ambiental de la zona costera.

6.1.1. DEL CONCEPTO DE BORDE COSTERO AL DE ZONA COSTERA

Para lograr abordar de manera adecuada la problemática que representa la gestión ambiental de las zonas costeras y de sus recursos, en primer lugar, se hace necesario precisar sobre qué se debe entender por "zonas costeras", puesto que es común tender asimilar este término con los de "borde costero", "litoral", o simplemente "costa", los cuales entrañan ciertas diferencias que se hace preciso destacar.
Durante el año 2025, y a través de la Comisión Nacional de uso del Borde Costero, liderada por el Ministerio de Defensa Nacional, Chile ha comenzado la elaboración de una nueva Política Nacional para la Zona Costera, donde el principal eje conceptual es el reconocimiento de una Zona Costera como área de interés para la política pública (Subsecretaría Fuerzas Armadas [SSFFAA], 2025).

Las particularidades de la zona costera desde el punto de vista físico-natural, de su gestión y ordenamiento, de los aspectos jurídicos y administrativos, ya han sido definidos en publicaciones de Informe País 2016 y 2022.

El término "Borde Costero" fue definido, en el año 1994, por la Política Nacional del Uso del Borde Costero, el cual fue promulgado por el D.S.(M) N°475 de 1994, como "*Aquella franja del territorio que comprende los terrenos de playa fiscales, la playa, las bahías, golfos, estrechos y canales interiores, y el mar territorial de la República*", ajustando sus alcances jurisdiccionales a lo que aparece establecido en D.F.L. N°340(3), denominada "Ley de Concesiones Marítimas", delimitando esta zona al espacio comprendido entre el terreno de playa fiscal, en tierra, hasta el límite de las 12 millas náuticas, que establece el mar territorial; en cambio, los términos "Costa" y "Litoral" han sido tratados más doctrinariamente, tal como lo ha expuesto el profesor español Juan Luis Suarez de Vivero (1999), para quien considera que el Litoral es "(…) *aquella franja de tierra que bordea el mar o la zona en donde convergen el medio terrestre y marino*", puesto que considera que, desde el campo de la ordenación territorial, se debiera enfatizar el carácter de interfase del espacio costero o litoral, así como su dimensión zonal que implica una consideración volumétrica resultado de la conjunción en ese ámbito de la litosfera, la hidrosfera y la atmósfera, por lo que dicha visión del litoral, para Suarez, aunque esquemática, permite apreciar la importancia de los hechos que se deriven tanto de su extensión espacial como de los fenómenos bióticos y abióticos que en él se encuentran.

Lo expuesto por el Profesor Suarez, se encuentra cercano a lo que doctrinariamente se ha conceptualizado como “Zona Costera”, en donde Andrade (2001)ha señalado que corresponde a “Una franja de ancho variable, donde interactúan el mar, la tierra y la atmósfera, determinando un ambiente de interfase en el que se establecen condiciones de equilibrio precario y ocurren procesos dinámicos intensos que le confieren características únicas de fragilidad ambiental”, lo que ha sido complementado por Castro & Morales (2006), quienes consideran que esta franja es el contacto interactivo entre la naturaleza y las actividades humanas.

Para el Profesor Eduardo Cordero(7), nuestra legislación común no sigue la antes señalada nomenclatura, puesto que clasifica estos bienes conforme a la categoría general de bienes nacionales, ya sean de uso público o fiscales (art. 589 del Código Civil).

Además, el mismo académico agrega que “los Instrumentos de Planificación Territorial (IPT) regulados por la LGUC no han seguido necesariamente esta terminología o concepto. Algunos de ellos, utilizan la expresión zona costera y extiende su alcance más allá de los límites indicados, acercándose a un concepto más cercano a lo que la geografía entiende por litoral, aun cuando tampoco existe consenso sobre su alcance dentro de esta disciplina”

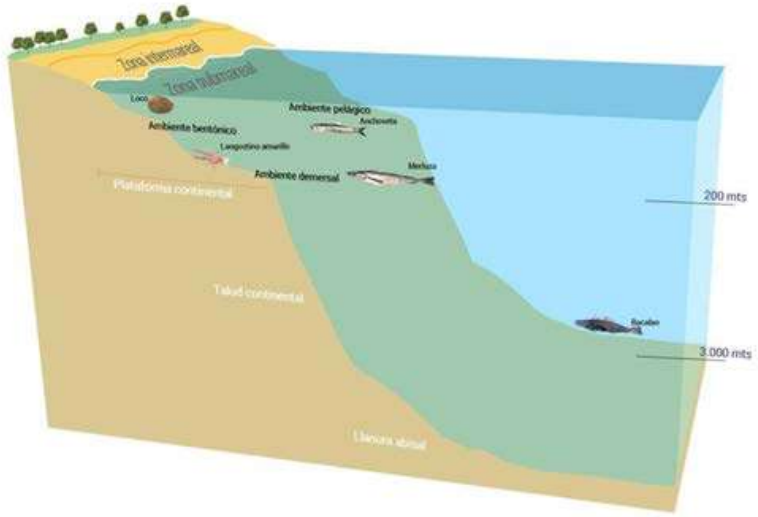
Sin perjuicio de lo expuesto precedentemente, ya sea que dicha zona territorial sea conceptualizada como “borde costero”, “litoral”, simplemente “costa”, o “zona costera”, es indudable que corresponde a uno de los ambientes más dinámicos del planeta, con una fuerte influencia de agentes meteorológicos, geológicos y oceánicos, los cuales interactúan entre sí. Se trata de un sistema natural, altamente complejo, caracterizado por múltiples recursos geográficos, muy relevantes para el ser humano, puesto que, como fue señalado en el Informe País, Estado del Medio Ambiente en Chile (Universidad de Chile, 2018), nuestro país es un territorio marítimo, con una gran extensión latitudinal que va desde los 17º 30' hasta 56º 30' Sur, su borde costero continental representa una gran extensión litoral, alcanzando los 4.200 km, el cual aumenta a 83.850 km, si se consideran los bordes de las innumerables islas ubicadas desde Chiloé al Sur (Castro y Alvarado 2009)(11), a lo cual necesariamente debe sumarse la zona costera insular de los Archipiélagos de Juan Fernández y de Isla de Pascua.

Entre los ecosistemas terrestres de la zona costera, los humedales destacan por su importancia. Son sitios que componen escenarios únicos, en los que se fusiona la tierra y el mar, dando lugar a la presencia de lagunas y humedales de un gran valor ecológico, donde se promueve la supervivencia y la reproducción de diversas especies (Walls 2022). Se caracterizan por estar entre las áreas más productivas del mundo, desde el punto de vista biológico, y también desde los servicios ecosistémicos que entregan, es decir, el bienestar y los recursos que otorgan estos ecosistemas a la especie humana (Marquet et al. 2012). Algunos de los servicios ecosistémicos que proveen son la capacidad de retener carbono (dos veces más que los bosques), de purificar el agua, de servir de fuente de alimento y de hábitat para una gran multiplicidad de especies. También son centros productores de oxígeno, de polinización, de formación de suelos, dentro de otros muchos servicios más, incluyendo la dimensión paisajística natural que aportan. Además, son espacios que concentran un alto nivel de endemismo (Figueroa et al. 2016). Existen variados tipos de humedales a lo largo del territorio nacional, hay andinos y altoandinos, turberas en la Patagonia, humedales costeros y boscosos, entre otros. Hasta el 2019, Chile tendría unos 40.000 humedales, siendo 13 de ellos catalogados de Importancia Internacional (Sitios Ramsar), los cuales comprenden una superficie total aproximada de unas 360.000 hectáreas aproximadamente (WCS Chile 2018)(.

6.1.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS DISTINTOS HÁBITATS DE LA ZONA COSTERA MARINA.

La zona costera se encuentra conformada por distintos hábitats, los cuales se encuentran representados en la Figura 6.1, distinguiéndose la zona que se ubica inmediatamente por sobre el nivel máximo de marea, la zona entre mareas y la submareal.

Figura 6.1. Esquema generalizado de hábitat en la zona costera de Chile (Fuente: Informe País, 2022).



También se grafican las estructuras geomorfológicas que se presentan progresivamente a medida que aumenta la profundidad de la columna de agua, y se ilustra el hábitat de algunas especies marinas presentes en Chile.

El Hábitat intermareal y submareal

El intermareal es aquella zona de transición entre el ambiente terrestre y marino, y se encuentra afectada por el régimen de mareas, quedando cubierta o descubierta por el agua en forma sucesiva de acuerdo sus ciclos (Fig. 6.1). Debido a esto, es un ambiente que presenta un enorme dinamismo y complejidad. Los organismos (animales y vegetales) que habitan este ambiente deben presentar condiciones biológicas que les permitan enfrentar situaciones extremas ante factores tales como la falta de oxígeno, aumento de las temperaturas, la exposición al oleaje y la intervención humana, entre otros. Es una zona muy importante, por cuanto es el hábitat y lugar de alimento de diversos organismos invertebrados y vertebrados, y presenta mayor diversidad animal que vegetal. Entre los principales organismos animales que viven en el intermareal se encuentran los crustáceos cirripedios, variados tipos de jaibas, caracoles, machas, choritos, estrellas y anémonas, entre otros. La extracción de algunos de estos recursos (machas, choritos, jaibas), como ha sido el caso de gran parte de los recursos naturales en general durante la época reciente, se ha realizado en forma desmesurada, sin tomar en consideración efectos a largo plazo ni la alteración del ecosistema involucrado.
Los ambientes submareales costeros se extienden entre 30 a 200 m de profundidad (Fig. 6.2). Se caracterizan por estar asociados a la influencia de aguas de surgencia en la zona norte y central de Chile y por presentar una alta heterogeneidad de hábitat en la zona sur. Entre Arica y Chiloé la taxonomía básica de grupos dominantes de macroinvertebrados es bien conocida, siendo el grupo de los invertebrados el foco de estudio al ser más difícil su identificación (Bustamante 2006). En esta zona se encuentran grandes comunidades de moluscos bivalvos que habitan sus fondos, tales como almejas y navajuelas, además de otros moluscos como el “loco” y algunos peces que se desarrollan en estrecha relación con el fondo, siendo uno de los más característicos el lenguado.

Actualmente, el molusco denominado “loco” (Concholepas concholepas) se extrae desde el submareal, principalmente a través de la producción controlada en Áreas de Manejo y Explotación de los Recursos Bentónicos (AMERB).

También se presentan en forma abundante dentro del hábitat submareal, variadas especies de algas que ofrecen alimento y abrigo a las otras especies residentes, siendo una parte importante dentro de la estructura de las comunidades bentónicas. En Chile, las algas pardas (Lessonia nigrescens, Lessonia trabeculata y Macrocystis pyrifera) conforman un recurso que se presenta a lo largo del país y su extracción conforma una actividad económica de importancia en la zona sur. Estas algas son utilizadas como alimento en el cultivo de abalones y en la producción de alginatos (Saavedra et al. 2019). Para proteger al recurso y favorecer la sustentabilidad de su extracción, esta actividad presenta varias medidas de regulación como vedas, la definición de una talla mínima de extracción y el establecimiento de cuotas extractivas (Subpesca 2025).

Hábitat demersal y bentónico

La zona demersal corresponde al área oceánica formada por la columna de agua que está cerca del fondo del mar y del bentos, o fondo marino (Fig. 6.1). Ejemplo de recursos demersales son las distintas especies de merluzas, de congrios, ciertos tiburones y rayas y algunos crustáceos. Todos ellos viven en o cerca del fondo, llegando hasta profundidades de más o menos 500 metros. La gran mayoría de las especies marinas vive sobre o bajo el fondo marino (arena, limo) (Valiela 1995), a estos organismos se les llama bentónicos. A los organismos que viven bajo arena o bajo otros fondos blandos se les denomina organismos de la infauna. Aquellos organismos que viven adheridos a fondos duros como rocas o corales, se les conoce como organismos de la epifauna. Dado que la energía luminosa no penetra muy profundamente en el océano, la fuente de energía para gran parte de los organismos bénticos es la materia orgánica que precipita desde la columna superior de agua. Alrededor de un 40% de las pesquerías globales y muchos de los ecosistemas costeros (peces, animales suspensívoros, detritívoros) son dependientes del acoplamiento existente entre al ambiente bentónico y el pelágico.

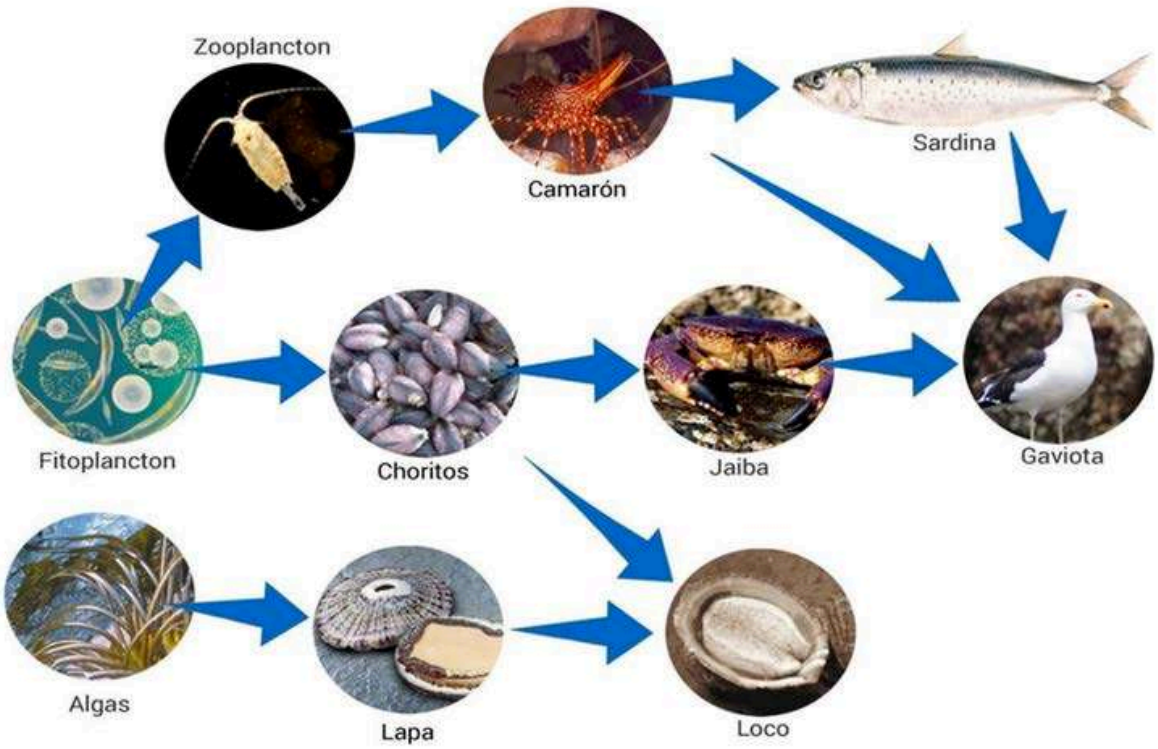
Plataforma continental

La plataforma continental corresponde al perímetro extendido de cada continente, está cubierto por mares con poca profundidad (unos 200 m) y posee un ancho variable, de decenas de metros a 90 km (Fig. 6.1). Generalmente es una de las áreas más productivas de los océanos, la que presenta mayor cantidad de vida animal y vegetal. En esta zona se encuentran además varios recursos no orgánicos, como depósitos petrolíferos, hidratos de gas y minerales. También se caracteriza por presentar una gran abundancia de materia orgánica proveniente de la zona terrestre, la que aporta nutrientes para el fitoplancton.

En conjunto, la plataforma continental y la zona submareal generan una importante trama trófica, que sostiene a varias pesquerías de vertebrados e invertebrados (Fig. 6.2). Así, la plataforma continental alberga gran parte de los recursos pesqueros, con una producción primaria que puede alcanzar hasta el 30% de todo el océano, aunque solo comprende alrededor de un 7% del área oceánica mundial (Yool & Fashman 2001). Dada la importancia productiva de estos hábitats, el manejo pesquero debe tomar en consideración el rol ecológico de las especies capturadas y la influencia ambiental que puede tener un recurso sobre otro, dentro del equilibrio de la trama trófica (Fig. 6.2).

Figura 6.2. Esquema generalizado de una trama trófica de la zona litoral marina de Chile. (Fuente: Informe País, 2022).

Figura 6.2. Esquema generalizado de una trama trófica de la zona litoral marina de Chile. (Fuente: Informe País, 2022).



Hábitat Pelágico (Nerítico y Oceánico)

El ambiente pelágico corresponde a la región oceánica ubicada fuera de la zona litoral. En este lugar habitan organismos que desarrollan su ciclo de vida sin relación con el fondo de los océanos. Esta zona se caracteriza por su dinamismo. Esto se manifiesta en la alternancia de especies que presentan marcadas fluctuaciones en su abundancia, las que son provocadas por efectos ambientales y por la intervención antropogénica.

Gran parte de este sistema forma parte del ecosistema marino de la Corriente de Humboldt, que se caracteriza por sus zonas de surgencia costera de agua fría, cuya alta concentración de nutrientes genera una alta productividad primaria y secundaria. Frente a Chile existen dos zonas diferenciadas de esta corriente: una entre Arica y Coquimbo, donde se dan condiciones de surgencia moderada y más susceptible a perturbaciones como el evento ENSO. La otra zona es frente a Chile Central (30ºS-42°S), donde existe un ciclo estacional de surgencia con convergencias costeras en invierno y surgencia moderada en la época estival. Al sur de estas dos zonas, separada por la Corriente de Deriva Oeste, se encuentra un ecosistema de canales y fiordos (Subpesca-MMA 2015 Op. cit.).

6.1.4 ESTADO DE LA BIOTA DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES Y MARINOS DE LA ZONA COSTERA

Estado de la biota del hábitat terrestre de la zona costera

Además de la rica heterogeneidad de hábitats que aportan los humedales, la riqueza de especies es muy alta, aportando valiosamente a la biodiversidad; desde una alta variedad de microorganismos, de invertebrados y de vertebrados, como de anfibios y aves. Habida cuenta de estos altos servicios ecosistémicos que brindan los humedales, se tornan aún más importantes en la actualidad, dada la existencia de un creciente déficit hídrico provocado por las prolongadas sequías que han afectado la zona centro sur del país, y por su aporte en la batalla contra el calentamiento global al secuestrar altos contenidos de carbono. También debido a la pérdida constante de especies en el planeta por destrucción y alteración de hábitat.

En la actualidad, estos valiosos ecosistemas se encuentran fuertemente amenazados por la acción antrópica y por variadas alteraciones ambientales debidas al cambio climático. Así, se ha reportado una disminución progresiva de humedales a escala mundial. La pérdida de humedales continentales naturales ha sido mayor y de modo más acelerado, en comparación con la de los humedales costeros naturales. La baja de los humedales continentales se estima entre un 69% y un 75 %, mientras que los humedales costeros se habrían reducido alrededor de un 62% (Morales *et al*. 2019).

No existe un catastro comparativo de pérdida de especies asociada a esta disminución, pero es evidente que los invertebrados y vertebrados presentes en los humedales se verán afectados en tanto el humedal disminuya en cantidad (área) y calidad (pérdida de hábitat). Asimismo, se han visto perjudicadas las aves migratorias que utilizan a los humedales costeros como estación de paso.

Para asegurar la protección y conservación de los humedales de nuestro país, por una parte, es necesario mantener y reforzar los lazos con las estrategias integradas a nivel mundial y, por otra, continuar fomentando políticas de educación, de gestión ambiental y de investigación científica a nivel nacional, éstas últimas basadas en inventarios que se actualicen periódicamente (Zedler & Kercher 2005)(, con un enfoque de sustentabilidad mediante sistemas integrados de protección.

Diversas iniciativas se han desarrollado, a nivel global, con el fin de promover medidas que velen por la conservación y el uso racional de los humedales (Convención Ramsar 2010)(. De acuerdo con la obtención de una cartografía general de humedales para el territorio nacional, se estima en cifras globales, que la superficie de humedales alcanza los 5.589.633 de ha (Edáfica-MMA 2020). El propósito de este tipo de iniciativas es contar con información actualizada y validada que permita generar instancias de protección como áreas protegidas para apoyar su conservación, el establecimiento de parques nacionales, de santuarios de la naturaleza o para acogerse a lo establecido por la Ley 21.202 en los términos que corresponda (MMA 2018, MMA – ONU 2022 op. cit.).

Estado de los recursos biológicos de los ecosistemas marinos

Es relevante destacar, que durante el año 2024 la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura elaboró la actualización del Plan Sectorial de Adaptación al Cambio Climático en Pesca y Acuicultura (PSACCPA), que tendrá una vigencia entre los años 2025 y 2029, documento que responde a las nuevas orientaciones establecidas por la Ley Marco de Cambio Climático (N° 21.455-2022), del mismo modo, se alinea a los compromisos sectoriales establecidos en la ECLP al año 2050, e incorpora los criterios para la aplicación del pilar social de transición justa y desarrollo sostenible establecidos en la NDC de Chile; del mismo modo contribuye con los lineamientos establecidos en el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (Sernapesca, 2025 Op. cit.).

Recursos del hábitat submareal
"Erizo rojo"

Con relación a los recursos del hábitat submareal, el erizo rojo, *Loxechinus albus* (Molina, 1782), se encuentra distribuido en todo el litoral chileno, desde Arica (18° LS) hasta el Cabo de Hornos (55° LS) (Castilla 1990), concentrándose principalmente en los primeros 30 m de profundidad, aunque existen reportes de grupos menores presentes hasta los 300 m (Larraín 1975).

Tiene preferencia por hábitats someros, ello se relaciona con su dieta, principalmente herbívora, la que es fuertemente dependiente de los cinturones de macroalgas (Vásquez *et al*. 1984), su principal periodo reproductivo es variable a lo largo del país y se encuentra influido por las diferencias latitudinales de temperatura y fotoperiodo (Zamora & Stotz 1992).

Con relación a su situación pesquera, esta se desarrolla en régimen de Plan de Manejo, de Libertad de Pesca y de AMERB, con una suspensión de 5 años para la inscripción en el Registro Pesquero Artesanal (R. Ex. Nº 162/2020 y R. Ex. Nº 57/2020) (Subpesca 2021).

Las medidas de administración de este recurso abarcan tres ámbitos. En primer lugar se ha establecido una veda reproductiva entre las Regiones de Arica y Parinacota y Aysén desde el 15 de octubre al 15 de enero (D. S. Nº 291/1987), entre el 16 de enero y el 01 de marzo para las Regiones Los Lagos y Aysén (D. Ex. Nº 439/2000) y para la zona de Magallanes desde el 01 de septiembre hasta el 15 de marzo (D. Ex. Nº275/1999 y D. Ex. Nº 742/2011) y una veda extractiva para los sectores de Carelmapu y la Bahía de Ancud vigente por 3 años a partir del 2020 (R. Ex. Nº 32/2020 y R. Ex. Nº 52/2020).

Un segundo aspecto regulatorio es la determinación de una talla mínima legal que considera la medida del diámetro de la testa sin púas, la que se ha fijado en los 7 cm a nivel nacional (D. S. Nº 291/1987) y en 6,5 cm como la talla de la cuota estival para la zona de Los Lagos y Aysén (R. Ex. Nº 917/2021).

En tercer lugar, se han definido cuotas de captura que se diferencian por zona y época del año. Así, se cuenta con una cuota global anual para la zona de Los Lagos y de Aysén de y con una cuota estival que se distribuye para Lagos y Aysén de forma igualitaria. Además, esta pesquería está regulada por los Planes de Manejo de Bahía Ancud, Región de Los Lagos y de Pesquerías Bentónicas de la Zona Contigua Los Lagos y de Aysén. Estos planes han permitido el establecimiento de las medidas de gestión ya descritas a través del trabajo realizado en conjunto con el Comité Científico Técnico Bentónico y los Comités de manejo para las regiones de Los Lagos, de Aysén y de Magallanes (Subpesca 2022 Op. cit.).

En cuanto a la evaluación del stock de este recurso, este análisis se basa en la utilización de un modelo que considera como base la información de los estudios hechos con anterioridad, evolucionando con diversas modificaciones que han permitido dar continuidad a los monitoreos que previamente han evaluado la condición del stock del erizo. Así, se ha aplicado un modelo de dinámica poblacional edad-estructurado que analiza datos de captura por unidad de esfuerzo y la composición de tallas y desembarques (Mardones *et al*. 2022a).

Al revisar los montos de desembarque total de *L. albus* (cuadro 6.1), *s*e pone de manifiesto una menor extracción para el año 2024, correspondiente a 21.952 toneladas, las cuales comparadas con la extracción del año 2021 (Informe País, 2023) significa una variación menor de -17,22%.

Actualmente, es importante considerar investigaciones que dan cuenta de una sobreexplotación que ha disminuido las poblaciones naturales (Antiqueo *et al*. 2021). También se ha descrito, para los últimos tres años, un aumento de las tasas de explotación y niveles de mortalidad por pesca mayores a los que permitirían acceder al rendimiento máximo sostenible. Adicionalmente, se menciona en varios reportes la transgresión de las medidas administrativas que buscan proteger al recurso, siendo vulneradas la talla mínima, las capturas y las vedas que se han establecido (Mardones *et al*. 2022 op. cit., IFOP 2022 op. cit.). Así, en el informe de Estado de Situación de las principales pesquerías Chilenas, publicado por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura en marzo de 2025, el estado de la pesquería del recurso erizo es de Plena Explotación (Subpesca, 2025).

“Loco”

Otro recurso muy importante del hábitat submareal es el recurso “Loco”, Concholepas concholepas, (Bruguière, 1789), el cual se encuentra distribuido latitudinalmente desde Isla Lobos Perú, hasta Cabo de Hornos Chile por el sur, presentándose en la zona intermareal hasta los 40 m de profundidad. Ecológicamente es un molusco considerado como depredador clave en la zona intermareal y submareal (Castilla 1981). Es de crecimiento lento, alta longevidad, con ciclo de vida pelágico en sus etapas larvales, y bentónico (sustrato rocoso) cuando es adulto. Son sexualmente gonocóricos (sexos separados), con fecundación interna, en donde la hembra ordena sus huevos en cápsulas, las que adhiere posteriormente al sustrato rocoso.

Alcanza la talla media de primera madurez sexual entre los 40 y los 60 mm. Con relación a su situación pesquera, este molusco constituye uno de los recursos invertebrados de mayor importancia para el consumo humano, su extracción data del neolítico y destaca hoy como la principal pesquería de gasterópodos desarrollada entre la zona central de Perú hasta la zona austral de Chile (Zúñiga & Soria 2018). Desde inicios de la década del 80 ha sufrido las consecuencias de una gran explotación debido al gran valor económico y comercial que representa (Bustos y Navarrete 2001, Gelcich et al. 2010).

La pesquería de C. concholepas ha estado sujeta a diferentes regímenes de administración. Actualmente, sus poblaciones naturales se regulan en dos regímenes, las áreas de libre acceso que están sometidas a una veda extractiva, y las áreas de manejo se rigen por el Régimen AMERB, el cual determina que la extracción se realice a través de un manejo conjunto entre la autoridad y la organización pesquera administradora del área, además de la asesoría de un agente consultor o profesional (Stotz et al. 2020).

El acceso a esta pesquería está reglamentado mediante el acceso restringido a nuevos operadores. En cuanto a la captura del recurso, la extracción es realizada mediante buceo semi autónomo y existe una regulación por zona geográfica que establece una talla mínima de extracción de 9 cm para las regiones de Arica y Parinacota a Antofagasta y de 10 cm entre las regiones de Atacama a Magallanes (Subpesca 2025 Op. cit.). En términos de los desembarques, según los datos publicados en el último Informe País, para el año 2021 se declara un desembarque de 2.353 toneladas, y según datos de Subpesca, para el año 2024, se registra un desembarque de 3.085 toneladas, lo que implica una tasa de variación mayor de captura de 31.1% (Cuadro 6.1), ubicando esta pesquería en un estado de Plena Explotación (Subpesca, 2025 Op. cit.).

“**Almeja**”

Por otra parte, la pesquería del recurso “Almeja”, es multiespecífica, lo que quiere decir que en las capturas se obtienen varias especies. Ameghinomya antiqua (anteriormente Venus antiqua) y Leukoma thaca, son las que presentan los mayores desembarques. A. antiqua se distribuye desde Callao (Perú) hasta el Estrecho de Magallanes (Chile), con presencia también en la costa Atlántica (Guzmán et al. 1998). En tanto que L. thaca se distribuye desde Ancón (Perú) hasta el Archipiélago de los Chonos (Chile) (Osorio et al. 1979, Osorio 2002). Todas las especies del grupo “almejas” son dioicas y con fecundación externa, con una larva planctónica de corta duración, y se distribuyen batimétricamente desde la zona intermareal, hasta los 40 m de profundidad, en fondos de arena o bolones.

La especie *A. antiqua* tiene un potencial de fecundidad alto, de hasta 11,5 millones promedio de ovocitos maduros en ejemplares de tallas de 6,7 cm y 7,5 cm, respectivamente (Campos *et al*. 1999). *L. thaca* presenta generalmente condición reproductiva durante todo el año (Guzmán *et al*. 1998 id.). En la Región de Arica y Parinacota, la talla de primera madurez sexual para *L. thaca* corresponde a 2,64 cm de longitud máxima para hembras y 3,19 cm para machos (Romero 2011). Entre las pesquerías nacionales, la extracción del recurso almeja constituye una de las de mayor antigüedad. Las faenas extractivas se realizan durante todo el año mediante buceo semi autónomo, en un régimen de Libertad de Pesca, un Plan de manejo y mediante la extracción desde AMERB. Otras regulaciones que administran a esta pesquería son la suspensión de la inscripción en el registro pesquero artesanal entre las regiones de Arica y Parinacota y la Región de Aysén (Res. Ex. Nº3115/2013) y el establecimiento de una talla mínima de extracción de 5,5 cm de longitud valvar (D. S. MINECON Nº683/1980) (Subpesca 2022 Op. cit.).

En los análisis presentados en las últimas ediciones del Informe País, se han observado tendencias fluctuantes de los valores de desembarque total del recurso almeja, a partir de los datos presentados en el cuadro 6.1, se observa una importante disminución con una tasa de variación de -23.55 % entre el desembarque de los años 2021 (12.759 t) y 2024 (9.754 t).

Durante los últimos años se ha recurrido a diversas estrategias con el fin de evaluar el estado del stock de almeja, considerando que históricamente ha sido una pesquería con escasez de datos. Así, se han realizado estudios basados en modelación de la estructura de edad, caracterizando la distribución espacial de la pesquería en las regiones de Los Lagos y de Aysén como parte de la construcción del plan de manejo de la Bahía de Ancud, zona que concentra un 80% de las capturas entre los años 1996 y 2024, de acuerdo con lo indicado por Sernapesca.

Los resultados obtenidos para la Bahía de Ancud dan cuenta de que en los últimos 30 años los niveles poblacionales han disminuido fuertemente, con una reducción de la biomasa desovante del 20%, destacando como el área con mayores índices de agotamiento del recurso (Subpesca 2018).

En cuanto a la Región de Aysén, al año 2017 se le caracterizaba como la mejor evaluada en términos de biomasa. A pesar de ello, se señalaba la necesidad de aplicar un principio precautorio respecto a estos resultados, debido a la incertidumbre asociada a la metodología aplicada y a la falta de datos históricos, que han caracterizado al recurso almeja en esta zona (Canales et al. 2019).

Los estudios biológico-pesqueros orientados a evaluar el estado de situación del recurso almeja, entre los años 2016 a 2024, presentaron estimados de biomasa por debajo de los niveles de referencia, una tendencia al aumento en la mortalidad por pesca, con algunas señales de una mejor condición para la Región de Aysén, pero que en la actualidad mantiene niveles de incertidumbre en sus análisis. A partir de estos antecedentes, en los últimos años se ha asimilado la pesquería de almejas a un estado de Plena Explotación (Subpesca 2025 Op. cit.), lo que significa que está siendo explotado al máximo de su nivel de captura sostenible.

“Macha”

Otro recurso intermareal de importancia, con relación a su pesquería, es la “Macha”, Mesodesma donacium (Lamarck 1818), la cual se distribuye en el Pacífico sur desde Bahía Sechura en Perú, hasta la Isla Kent, en la zona norte del Golfo de Penas (Rubilar et al. 2001). Con relación a su hábitat, se encuentra de preferencia enterrada en playas arenosas, entre el intermareal y los 20 m de profundidad, en zonas de litoral expuesto a oleaje fuerte (Guzmán et al. 1998). La macha se alimenta por filtración de partículas en suspensión. Reproductivamente es una especie dioica, con fecundación externa y con un ciclo reproductivo anual (Rubilar et al. 2001) en donde el proceso de desove ocurre en primavera (Tarifeño 1990). La evaluación del estado de situación de la macha Mesodesma donacium, se realiza mediante observaciones in situ en las que se utiliza como indicador el número y la extensión de los bancos productivos presentes en localidades de la Comuna de Maullín y de bancos ubicados en AMERB. A partir de dicha evaluación, y al igual que lo reportado en años anteriores para este recurso, se estima que se mantiene un patrón de bajas densidades y escasez de reclutas.

Se le ha catalogado como una especie sensible a los cambios bruscos de temperatura, lo que genera una disminución en el crecimiento y finalmente la muerte a las poblaciones afectadas. La actividad asociada a la pesquería del recurso macha se encuentra suscrita al régimen de Libertad de Pesca, mediante un Plan de Manejo, que actualmente se encuentra en elaboración, y a través de AMERB. Entre las medidas administrativas, se cuenta con la mantención del acceso cerrado a través de la suspensión de la inscripción en el Registro Pesquero Artesanal para todo el territorio nacional (R. Ex. Nº1138/2021). Además, permanece la definición de una talla mínima de extracción de 5 cm de longitud valvar para las regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos (D.S. Nº683/1980 y de 6 cm para el resto del país (D.S. Nº242/1983). La extracción del recurso macha se regula además mediante vedas, cuya duración se designa por área geográfica como se indica a continuación (Subpesca 2022 Op. cit.):

- Región de Los Lagos, Región de Coquimbo y Regiones de Arica y Parinacota a Atacama con una duración de 10 años
- Regiones de Valparaíso a Maule durante 5 años (D. Ex. Nº524/2017)
-

Quedan excluidas de esta última medida extractiva todas las AMERB y áreas marinas protegidas en general, que presenten a la macha como especie principal en su plan de manejo o administración. Este recurso se extrae en forma artesanal, mediante la técnica de taloneo y presenta registros de captura desde mediados de los años cincuenta. A partir del año 2010 y hasta el presente, el desembarque proviene exclusivamente de las regiones de Coquimbo y Los Lagos, pues en los bancos explotados en las otras regiones habría cesado la actividad extractiva (Subpesca 2024 Op. cit.).

En el Informe País anterior se reportó un importante baja en los desembarques el año 2020, llegando a las 855 t. Desde el año 2021 hasta la fecha se observa un leve repunte en el desembarque, aproximándose a las mil toneladas. Sin embargo, la tasa de variación entre los años 2021 y 2024 es negativa, con un valor de -21,37 % (Cuadro 6.1).

En años anteriores (2016-2018), una de las estrategias para evaluar el estado del recurso macha ha sido considerar los estimados de desembarque. De esta forma, se ha establecido que varios de los bancos ubicados en las Regiones de Arica y Parinacota y de Antofagasta estaban agotados o no presentaban la capacidad requerida para sostener a la pesquería, ya que sólo había registros de ejemplares juveniles. Esta situación de agotamiento fue relacionada tanto a condiciones ambientales, como a una extracción excesiva del recurso (CCTB 2018b). Actualmente, para evaluar la condición de este recurso, se ha recurrido a la información obtenida in situ, debido a que no se cuenta con información biológico-pesquera como consecuencia de la imposición del estado de veda desde el 2015 en la Región de Los Lagos, a partir del 2017 para las regiones de Valparaíso hasta el Maule y desde el 2020 entre las regiones de Arica y Parinacota y de Atacama (Subpesca 2022 Op. cit.). Así, al año 2025 la pesquería de la macha se encuentra con régimen de acceso cerrado y en estado de Plena Explotación (Subpesca 2025 Op. cit.).

“Pulpo del norte”

Otra pesquería importante es la del “Pulpo del norte” Octopus mimus (Gould 1852), el cual habita en la costa Sudamericana del Pacífico, desde el norte de Perú hasta Bahía San Vicente en Chile (36,7° Lat. Sur), y batimétricamente se encuentra distribuido desde cerca de la superficie hasta 30 m de profundidad, en zonas con fondo rocoso (Guerra et al. 1999). Ecológicamente Octopus mimus es un depredador oportunista, con un amplio espectro alimentario, aunque tendría preferencia por crustáceos y moluscos (Cortez et al. 1995). Desde el punto de vista reproductivo, O. mimus es una especie dioica, semélpara (se reproduce una sola vez), con un potencial reproductivo importante, de hasta 400.000 huevos por puesta. Los huevos son colocados en lugares protegidos en aguas someras, cuidados por la hembra hasta la eclosión (Cortés et al. 1999. Entre las medidas de administración a las que está sujeta la pesquería del pulpo del norte, se encuentran los regímenes de Libertad de Pesca y de AMERB. En cuanto al acceso a la pesquería, está suspendida la inscripción por disposición de la nómina de pesquerías artesanales (R. Ex. Nº3.115/2013). También se mantiene vigente una veda biológica entre las regiones de Arica y Parinacota y de Coquimbo entre el 01 de junio y el 31 de julio y desde el 01 de noviembre al 28 de febrero del siguiente año calendario (D. Ex. Nº254/2000). Además, debe extraerse respetando un peso mínimo legal establecido para todo el territorio nacional de 1 kg (D.S. Nº137/1985).

La actividad extractiva del pulpo del norte es multiespecífica, se realiza mediante buceo apnea y semi autónomo con el uso del “gancho” o “chope” y suele realizarse hasta los 30 m de profundidad. Aunque la distribución de este recurso se ha definido hasta la Región del Biobío, la extracción se realiza principalmente desde la Región de Arica y Parinacota hasta Atacama (Subpesca 2022 Op. cit).

En términos de su régimen de acceso, para el año 2025, la pesquería del pulpo del norte se encuentra con régimen de acceso cerrado y en estado de Plena Explotación (Subpesca 2025 Op. cit.). Con relación a sus desembarques, se observa una importante baja para los años 2022 y 2023 estableciéndose los desembarques registrados en cerca de mil toneladas. Entre los factores que habrían gatillado dicha disminución, los usuarios de la pesca mencionan un bajo valor de compra y malas condiciones del mar, en términos de visibilidad (IFOP 2023 Op. cit.). Sin embargo, para el año 2024 se reporta un aumento en las capturas, estableciéndose en 2.111 toneladas, y al comparar este año, con los datos de la última versión del Informe País, esto es con datos del año 2021, existe una tasa de variación positiva de 1.05 % (Cuadro 6.1).

Debido a lo anteriormente mencionado, se considera adecuado el uso de indicadores biológicos pesqueros para determinar el estado poblacional de las especies de pulpo, descartándose la metodología de evaluación directa debido a las particularidades biológicas que presentan. Además, aún hay brechas de conocimiento biológico y no se cuenta con indicadores del estado del stock como las tasas de mortalidad por pesca y los niveles de reclutamiento. Con relación al esfuerzo pesquero, al no poseer esta pesquería puntos biológicos de referencia, persiste la dificultad de obtener datos confiables sobre el esfuerzo pesquero.

“Pulpo del sur”

Otro recurso relevante es el “Pulpo del sur” Enteroctopus megalocyathus (Gould 1852) Este recurso se distribuye latitudinalmente en Chile desde Puerto Montt (41°LS) hasta el Estrecho de Magallanes (53° LS), y batimétricamente, habita desde el intermareal inferior, en cuevas o grietas, hasta los 140 m de profundidad (Vega et al. 2005). El “pulpo del sur” es un depredador oportunista de amplio espectro trófico, similar a lo reportado en otras especies de pulpos. Externamente se caracteriza por su color pardo rojizo a gris Chong et al. (2001). La temporada principal de postura va desde fines de invierno hasta inicios del verano (Chong et al. 2011 id.). Al igual que O. mimus, E. megalocyathus es una especie dioica, semélpara y con desarrollo directo. Las regulaciones decretadas para extraer pulpo del sur incluyen una veda biológica que rige entre el 15 de octubre al 15 de marzo del año siguiente (D. Ex. Nº791/2016) y el cierre del registro artesanal por 5 años en las regiones de Los Ríos, Los Lagos y Aysén (R. Ex. Nº3127/2018), en las otras regiones que incluyen la distribución geográfica del recurso, la inscripción en el RPA se encuentra suspendida (Res. Ex. N°3115/2013). Además, se decretó a partir del año 2016 (Res. Ex. N° 1239/2016 y N°1839/2017) la formación de un comité de manejo para la Pesquería del Pulpo del Sur de la Región de Los Lagos. El plan de manejo de esta pesquería se encuentra en construcción, considerándose como referencia para su estructura lo descrito en la bibliografía y casos de evaluación y monitoreo de pesquerías aplicados a nivel internacional (Techeira et al. 2018 Op. cit.).

Entre los problemas que presenta el manejo de esta pesquería, está la gran cantidad de puertos de desembarque existentes (236 procedencias registradas), lo que afecta la adecuada estimación de los desembarques. En el informe creado a partir de la realización del proyecto FIPA 2016-41, se señala que los usuarios perciben problemas en el estado de conservación de la especie. También se indica que existen niveles de incertidumbre asociados a la extracción del recurso como parte de la fauna acompañante de pesquerías de crustáceos, lo que estaría afectando el modelamiento de la especie. Actualmente este recurso ha sido asimilado a un estado de Plena Explotación y tiene un régimen de acceso cerrado para las regiones de Los Lagos y Aysén. Para el año 2025 sólo se reportan desembarques en la región de Los Lagos, correspondientes a 386 toneladas (Subpesca 2025 Op. cit.), lo que comparado con las 515 toneladas de desembarque informadas para el año 2021, última versión del Informe País representa una tasa de variación negativa de -25.05 % (Cuadro 6.1).

Recursos del hábitat bento-demersal
“Congrio dorado”

Uno de los recursos pesqueros importantes del hábitat bento-demersal de las costas chilenas es el “Congrio dorado” Genypterus blacodes (Schneider, 1801). Este congrio es un pez demersal que se distribuye sobre la plataforma continental de Chile, desde Coquimbo (30°S) hasta el Cabo de Hornos (57°S), manteniendo su mayor concentración poblacional entre las regiones de Los Lagos y de Magallanes (Paredes y Bravo 2005). Sin embargo, se encuentra también en el Atlántico frente a Argentina y Uruguay, en Oceanía frente a Nueva Zelanda y sur de Australia y en Tasmania (Young et al. 1984). Su rango principal de distribución batimétrica está entre los 50 y los 500 m. El congrio dorado es un depredador voraz, alimentándose principalmente, en la zona sur austral, de las especies de merluza y de eufáusidos. El desove ocurre desde

agosto a diciembre, realizándose principalmente en el área norte de la pesquería demersal austral (Aguayo *et al*. 2001). Los individuos de esta especie poseen mediana longevidad, baja fecundidad y hábitos sedentarios, con los ejemplares adultos viviendo enterrados en fondos blandos (Ward *et al*. 2001). La determinación del estado del recurso congrio dorado se realiza considerando un análisis individualizado de la información proveniente de las regiones de Los Lagos y de Aysén (41°28,6 al 47° LS) y de aquella que deriva de la Región de Magallanes (47° al 57° LS).

En términos administrativos, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, define dos unidades de pesquería, norte y sur, respecto de la ubicación geográfica de los desembarques, y al igual que en la última publicación del Informe País, para ambas unidades de pesquería, el congrio dorado (*Genypterus blacodes*) se encuentra en la categoría de Sobrexplotación. De la misma forma, ambas unidades de pesquería cuentan con una suspensión para el otorgamiento de nuevas autorizaciones de pesca industrial y artesanal. También, se encuentra restringida la extracción mediante especificaciones a los artes y aparejos de pesca y a la determinación de una cuota global de captura (Subpesca 2025 Op. cit). Otro aspecto que forma parte de la gestión pesquera es un plan de manejo, el que ha sido promulgado y se encuentra en funcionamiento y un plan de reducción del descarte y captura incidental para cada unidad de pesquería (Subpesca 2025 Op. cit.).
En cuanto a la obtención de información biológico-pesquera, el estudio de la pesquería artesanal se realiza considerando las diferencias que presenta la flota extractiva que actúa sobre las aguas exteriores y la que opera en aguas interiores, ya que poseen características operacionales y un poder de pesca muy diferenciados. Esto también se considera para la distribución de la cuota de extracción de acuerdo con el tamaño de la embarcación, tomando como referencia un tamaño de eslora menor o mayor a 12 m (Subpesca 2018a, 2018b).

Durante el año 2024, el registro oficial de desembarque del recurso congrio dorado fue de 1.611 toneladas de extracción. En comparación con el desembarque declarado en el año 2021 (1.293 toneladas), registrado en la última edición del Informe País, la tasa de variación de esta pesquería representa un aumento de un 24,59 %. Durante los años 2022 y 2023 el desembarque se registró alrededor de las 1.500 toneladas, valores similares que representan un alza sostenida desde el año 2021 (Subpesca 2025 Op. cit.), pero con información biológica pesquera reducida, lo que lo hace un recurso con claro riesgo de adecuada sostenibilidad en el tiempo. Así, el estado actual de este recurso se ha definido como la de un stock desmejorado, con niveles de reducción de biomasa desovante y, en consecuencia, con una extracción que se encuentra sostenida principalmente por ejemplares juveniles. Situación que, entre otras cosas, puede deberse a los problemas que conlleva la ausencia de un análisis adecuado de este recurso. Como ya se ha mencionado en años anteriores en este Informe, los estimados de desembarque artesanal de congrio dorado presentarían niveles importantes de subestimación al no considerar las capturas ilegales de pesca, ni las actividades de descarte o subreporte asociados a la extracción de ejemplares que no cumplen con los requerimientos del mercado (Chong *et al*. 2018, 2019).

A partir del análisis de la información biológico-pesquera de la pesquería demersal sur austral artesanal y, tomando en consideración la presencia de juveniles de congrio dorado, y los valores de talla media obtenidos en aguas interiores norte, se ratifica la complejidad de la pesquería de este recurso. Si se toma en cuenta que es una población caracterizada por su baja resiliencia frente a la explotación, que posee una baja tasa de crecimiento, que tiene una longevidad media y por presentar un estilo de vida sedentario, se puede situar al recurso en una peligrosa situación de sustentabilidad (Céspedes et al. 2018b).

Por otra parte, la escasa disposición a permitir la observación científica de la actividad de la flota que trabaja en aguas exteriores de la Región de Los Lagos impacta directamente en los datos que permiten construir la serie de indicadores basados en la captura y el esfuerzo de pesca. Por lo tanto, al no disponer de información suficiente, los indicadores biológicos y pesqueros que son considerados en el modelo de evaluación se traducen en fuente de incertidumbre. En la misma línea, la baja fiscalización en las regiones de Aysén y de Magallanes puede promover el aumento de la pesca ilegal, siendo esta una de las principales problemáticas registradas históricamente en esta actividad. Así, se añade otro factor al desafío de cumplir con las certezas necesarias en los datos que se ingresan a los modelos de evaluación de las especies (Chong et al. 2022).

Lo anterior influye en la actual situación desmejorada del stock de congrio dorado, el que presenta niveles de reducción de la biomasa desovante respecto de la biomasa virginal estimados en un 32% para el stock de la zona norte y en un 31% para el de la zona sur. Con ello, la extracción del recurso se encuentra sostenida principalmente por ejemplares juveniles, los que no han contribuido aún con su potencial reproductivo a la población. En consecuencia, la clasificación del recurso congrio dorado corresponde a un estado de Sobrexplotación sin sobrepesca y se advierte la posibilidad de llegar a un estado de colapso en un mediano plazo (Chong et al. 2022 id., Subpesca 2022 Op. cit.).

“Merluza del sur”

Otro pez demersal importante como recurso pesquero es la “Merluza del sur” Merluccius australis (Hutton 1872). Este pez se distribuye latitudinalmente en Chile entre los 35° S y los 57° S (Rubilar et al. 2002), principalmente desde el área de isla Guafo (al sur de Chiloé) hasta el Estrecho de Magallanes, con su centro de reproducción localizado en los 45°24’S, y batimétricamente, se distribuye de preferencia entre los 60 y los 500 m de profundidad. M. australis es principalmente ictiófaga, depreda sobre otras especies de merluza (Macruronus magellanicus, Micromesistius australis), peces nototénidos y crustáceos eufáusidos (Ojeda 1983). Su principal época de reproducción es entre invierno e inicios de primavera (julio-septiembre), con leves diferencias interanuales en la fecha de máxima actividad reproductiva (Balbontín y Bravo 1993). Su potencial de fecundidad es relativamente alto, determinándose en 2012 una fecundidad media poblacional de más de dos millones de ovocitos por temporada reproductiva (Lillo et al. 2012). En términos de su extracción pesquera, M. australis es una especie de gran importancia a nivel nacional. A partir de ello, hace varios años se han mantenido diversas medidas de administración pesqueras que buscan regular el estado de situación de la especie. Así, se ha establecido la suspensión del otorgamiento de nuevas autorizaciones de pesca para la ejecución de faenas artesanales e industriales. Además, el desarrollo de la pesquería está sujeto a medidas de conservación que regulan la flota operativa, como el establecimiento de una cuota global anual de captura a través de Licencias Transables de Pesca para la flota industrial, que debe operar sólo con palangre o con red de arrastre con un tamaño de luz de malla mínimo en el copo de 130 mm. En

cuanto a la flota artesanal, anualmente se fija una cuota que se distribuye por regiones a través del Régimen Artesanal de Extracción y sólo se permite el uso de espinel. También se ha establecido una talla mínima legal de 60 cm de longitud total y una veda biológica durante el mes de agosto de cada año para toda la unidad de pesquería, incluyendo la zona de aguas interiores (Subpesca 2025 Op. cit.).

Los estudios que buscan conocer el estado del recurso con base en la información biológica y a partir de los datos de la pesquería, muestran una tendencia decreciente en los estimados de biomasa desovante, con un stock que se ha mantenido reducido durante los últimos años. En la misma línea, las trayectorias de mortalidad por pesca y de la biomasa desovante son indicativas de un estado de sobreexplotación, el que ha estado presente por varios años y con la mayor mortalidad por pesca relacionada a la actividad de la flota arrastrera (CCT-RDZSA 2021).

Estos resultados concuerdan con los indicadores biológicos y pesqueros provenientes de los programas de monitoreo que se han realizado sobre el recurso en años anteriores y, en lo reportado en la última edición del Informe País.

Al 2020, se ha definido a la merluza del sur en un estado de Sobreexplotación, la que además se encuentra sometida a un elevado nivel de sobrepesca, la que supera en un 40% al estimado de mortalidad correspondiente al rendimiento máximo sostenible. En cuanto a la comparación con datos de 2021, resultados preliminares indican que se mantiene una baja densidad del recurso con niveles de biomasa total y desovante similares a lo encontrado a inicios del 2000 y la estructura del stock está conformada predominantemente por individuos adultos (CCT-RDZSA 2021 id.). En términos de los registros de desembarque, para el año 2021, en la última versión del Informe País, se informó un nivel de captura de 17.947 toneladas, la que bajó a 17.202 toneladas para el año 2022, luego en 2023 la captura fue de 16.627 toneladas, y en 2024 la captura fue de 17.784 toneladas, estableciéndose una tasa de variación entre 2021 y 2024 de -0.91 % (Cuadro 6.1).

“Merluza de cola”

Otro recurso demersal importante, asociado tróficamente a la merluza del sur, es la “Merluza de cola” Macruronus magellanicus (Lönnberg, 1907). La distribución de esta especie en el cono sur de América va desde la latitud 37°S en el Océano Atlántico, hasta los 27°03’S en el Océano Pacífico, en profundidades de 20 a 800 m en la costa argentina (Chesheva 1992), y desde los 20 a 700 m en la costa chilena (Arana 1970), con hábitos pelágicos en su etapa juvenil y demersal cuando alcanza la adultez, es otro recurso que se ha mantenido en un estado de deterioro importante en los últimos años.

La biología reproductiva de la merluza de cola se caracteriza por un corto período de maduración y desove que tendría lugar desde el invierno austral hasta el inicio de la primavera (Chong 2000). Estudios realizados por IFOP (Legua et al. 2021), revelan que la talla de primera madurez al 50% se encuentra en los 42 cm LT. El recurso merluza de cola corresponde a otra de las especies que, históricamente, han estado sujetas a una importante presión pesquera. Por ello se han determinado diferentes medidas que buscan proteger al recurso a través del ordenamiento de la pesquería. El análisis de la actividad extractiva se realiza considerando una división en dos unidades de pesquería, Centro-Sur desde la Región de Valparaíso a la Región de Los Lagos (D.S. Nº683/2000) y Sur-Austral entre las regiones de Aysén y Magallanes (D.S. Nº686/2000). Ambas

unidades se encuentran con acceso cerrado para el sector industrial y artesanal. En tanto que las faenas se han regulado a través de restricciones a los artes y aparejos de pesca por zona geográfica: al sur del paralelo 43° L.S, la red de arrastre debe tener un tamaño mínimo de malla de 130 mm y no se permite el uso del cubre copos (D. S. Nº144/1980 MINECON). Al norte del paralelo 43° L.S., rige un tamaño mínimo de malla para la red de arrastre de 120 mm o de 100 mm de abertura de mallas. Se excluye de esta norma a la Zona Económica Exclusiva de las islas oceánicas (R. Ex. Nº2808/2005). Además, se mantiene vigente una veda reproductiva durante agosto (D. Ex. Nº795/2013) (Subpesca 2025 op. cit.).

En la última versión del Informe País, se reportaron los desembarques correspondientes al año 2021, que indican una explotación de 13.305 toneladas, lo que comparado con el desembarque declarado para 2024, 13.119 toneladas, implica una leve tasa de variación de 1.4 %. Para los años 2022 y 2023 los desembarques se mantuvieron alrededor de las 11 mil toneladas, lo que implica una disminución negativa de -1,4% entre el año 2021 y el año 2024 (Cuadro 6.1).

El descenso de los registros de desembarques de merluza de cola de los últimos años es coincidente con la fase de sobrepesca y la consecuente disminución en la biomasa anteriormente descrita, lo que da cuenta del efecto de deterioro causado al stock en ambas unidades de pesquería. La composición de la estructura de edad del stock de los últimos 15 años ha estado compuesta mayoritariamente por individuos juveniles de edades que fluctúan entre los 4 y 5 años, con escasa presencia de ejemplares mayores a los 9 años. Esto se ha observado en los cruceros hidroacústicos y en los registros de las capturas comerciales. Tanto la captura por unidad de esfuerzo, como los estimados de biomasa son indicativos de una fuerte disminución del stock.

Por otra parte, la evaluación llevada a cabo por IFOP que recoge información biológica pesquera de la temporada 2021, muestra valores estimados de biomasa que se mantienen dentro de la media de los valores que se han obtenido en la última década. En cuanto a la estructura de tallas, se confirma la importante presencia de ejemplares juveniles y la escasez de adultos, manteniéndose esta tendencia que se ha observado desde el año 2008. En una línea similar, los registros de pesos de los ejemplares dan cuenta de una importante baja en el peso promedio, con un estimado muy por debajo de lo obtenido previo al 2008 (Legua et al. 2022 Op. cit.).

Se estima que esta especie no presenta señales de recuperación, pese a la reducción en las tasas de explotación y, en consecuencia, se le clasifica en un estado de agotamiento o colapso. Además, el estudio de la estructura de tallas y los registros de los pesos medios, son indicativos de una tendencia que se mantiene desde el 2008 y hasta el 2024, la que se caracteriza por la presencia dominante de ejemplares juveniles, escasez de adultos y una baja importante en el peso promedio de los individuos.
Se ha observado en muchas poblaciones de peces comerciales que el aumento en la intensidad de la pesca está altamente correlacionado con una desviación de la maduración sexual hacia longitudes más pequeñas. Esta relación ha sido comprobada en merluza de cola en un reciente estudio reproductivo hecho en Chile, en las especies de merluza del sur y merluza de cola publicado en 2023 (Balbontín, López, Bravo, et al. 2023). Este es el estudio reproductivo de más larga data realizado en estas dos especies de merluzas, el cual abarcó un seguimiento de 20 años (1989-2019). Si bien se ha comprobado que esta correlación de disminución de la talla de maduración, en función del incremento en la intensidad de pesca disminuye cuando se implementa una moratoria de pesca (Sharpe y Hendry 2009), estas medidas de manejo pesquero en el sur de

Chile no parecen tener el mismo efecto para la merluza de cola.

Este largo estudio revela que la biomasa de desove de merluza de cola continúa disminuyendo. La edad de madurez sexual de la merluza de cola no ha logrado recuperar su longitud media desde principios de 2001. El estudio de la estructura de tallas y los registros de los pesos medios de la merluza de cola son indicativos de una tendencia que se mantiene hasta el 2024, la que se caracteriza por la presencia dominante de ejemplares juveniles, escasez de adultos y una baja importante en el peso promedio de los individuos. Lamentablemente la merluza de cola no presenta señales de recuperación, pese a la reducción en las tasas de explotación y, en consecuencia, se le clasifica en un estado de Agotamiento o Colapso.

“Merluza común”

Un importante recurso íctico demersal de la zona costera centro norte y centro sur de Chile es la “Merluza común” o “pescada” (Merluccius gayi gayi) (Guichenot 1848). La merluza común se distribuye latitudinalmente en Chile desde los 23°39'S (Región de Tarapacá) hasta los 47°00'S (Región de Aysén) (Aguayo 1995) y cuya distribución batimétrica ocurre entre los 50 y 400 m de profundidad. Es un recurso cuyo espectro trófico es bastante amplio, y se encuentra formado por zooplancton (eufáusidos), necton (sardina y anchoveta), crustáceos decápodos, y también por canibalismo (Cubillos et al. 2007). Balbontín y Fisher (1981), estudiaron el ciclo reproductivo de merluza común, con ejemplares de Coquimbo, San Antonio y San Vicente, logrando determinar un extenso período de desove, con ciertas variaciones debidas a la latitud. Comprobaron que la actividad reproductiva se concentra principalmente entre julio y noviembre, con un período secundario entre diciembre y febrero.

La merluza común es uno de los recursos de mayor importancia para la industria pesquera de las costas de Chile, Perú y Ecuador (Varela & Pincay 2019, Naranjo et al. 2021). Considerando el gran interés extractivo que presenta esta especie, se han definido distintas medidas de administración y de gestión para regular su captura a nivel nacional. Es así como se ha definido una unidad de pesquería entre el límite norte de la Región de Coquimbo y el paralelo 41°28.6’ L.S. Además, cada año se establece una Cuota Global de Captura fragmentada por sector artesanal e industrial. Asimismo, se han establecido regulaciones a las artes y aparejos de pesca y está prohibida su extracción entre el 1° de septiembre y el 30 de septiembre de cada año (D. Ex. N° 464/2016) a través de una veda biológica (Subpesca 2022 Op. cit.).

Como se señaló en la última versión del Informe País, para el recurso merluza común se observa una continua declinación en la abundancia del stock a partir del año 2004, particularmente de la fracción adulta. Esta baja fue coincidente con el aumento en las poblaciones de jibia (Dosidicus gigas) en la costa chilena, cuya acción depredadora genera estragos en la actividad pesquera, afectando directamente a las poblaciones de merluza común (Informe Técnico N° 255 2018).

De acuerdo con lo discutido por el Comité Científico a cargo del estudio de los recursos demersales, se consideró que este recurso estaría sobreexplotado, con un nivel de reducción de la biomasa desovante entre un 24% y un 35% respecto de la biomasa virginal. En cuanto al estado de la merluza común, en su unidad de pesquería nacional, se evidencia un proceso de recuperación confirmado por una mejora relativa en las tallas medias de las capturas y en los rendimientos de pesca, aunque esto no implica que se pueda definir al stock en un estado saludable (CCT-RDZCS 2021). En la misma línea, el crucero de evaluación directa realizado en el 2021 dio cuenta de una tendencia positiva en los principales indicadores demográficos de la especie (Subpesca 2022 Op. cit.).

Así, desde el año 2021 a la fecha, los desembarques se encuentran alrededor de 30.000 toneladas. Al comparar los años 2021 y 2024, en términos de los desembarques, observamos una tasa de variación de un 5.21% (Cuadro 6.1), lo que es coincidente con la tendencia positiva al leve incremento sostenido que se ha observado en los desembarques desde el año 2017.

Sin embargo, aunque lo anterior constituye una señal positiva, la pesquería de merluza común se encuentra en estado de sobreexplotación desde 2012, lo cual se ha mantenido hasta la actualidad. La principal problemática que se señala de manera persistente dice relación con: la evaluación de la pesquería, los niveles históricos de descarte, subreporte y el no reporte de los desembarques (Bernal et al. 2021, Gálvez et al. 2020). Estos factores son determinantes en la generación de un alto nivel de incertidumbre que dificulta calificar certeramente el estatus del recurso. En el caso del subreporte, éste sería la principal fuente de distorsión de los datos de captura de merluza común, llegando a afectar también los estimados de mortalidad natural. Además, se señala que la ilegalidad existente afecta las recomendaciones y medidas impuestas para la gestión de la sustentabilidad de la pesquería ante la inexistencia de un control efectivo de las remociones, por lo que se destaca la urgencia de fortalecer las atribuciones del Servicio Nacional de Pesca a través de la aprobación por parte del Parlamento de medidas afines (Informe Técnico N° 255 2018 Op. cit.).

Al respecto, en 2021, se inicia el proceso de transición en el modelo de evaluación que busca conocer el efecto de las capturas no reportadas. Este enfoque permite comparar modelos con desembarques oficiales corregidos y estimar la mortalidad por pesca y por flota no reportada. A partir de ello se obtuvieron resultados indicativos de que la interpretación no tendría mayores discrepancias. Con todo, se recomienda continuar analizando este modelo de transición y continuar evaluando su funcionamiento en evaluaciones futuras (CCT-RDZCS 2021 Op. cit.).

“Raya volantín”

Otro recurso íctico de importancia es la “Raya volantín”, Zearaja chilensis (Guichenot, 1848). La raya volantín es una especie demersal que se distribuye tanto en el Océano Atlántico sur, como en el Pacífico centro sur, encontrándose en este último entre las regiones de Coquimbo y de Magallanes, y en profundidades que van desde los 30 a los 300 m. (Menni et al. 2009). Los ejemplares de esta raya son de gran tamaño, superando en ocasiones los 200 cm LT (Gili et al. 1999). Es una especie ictiófaga, y depreda principalmente a peces demersales y en segundo término, a crustáceos bénticos (Belleggia et al. 2016). Presenta una baja fecundidad y tardía madurez sexual, constituyéndose en un recurso de gran sensibilidad a

presiones de pesca moderadas (Lamilla 2012). El recurso raya volantín es una de las principales especies que conforman la pesquería de elasmobranquios del Pacífico Sudeste (Vargas-Caro et al. 2017). Se extrae a lo largo de toda la costa chilena, con una actividad que se focaliza principalmente entre Talcahuano y Cabo de Hornos. Esta es una pesquería de acceso cerrado y tiene en vigencia una veda biológica desde el 1 de Diciembre al 31 de Marzo del siguiente año calendario (D. Ex. Nª14/2016) (Subpesca, 2022 Op. cit.)

La raya volantín (Zearaja chilensis) es un recurso que presenta una gran escasez de información, con importantes factores asociados a dicha incertidumbre, como el grado de resiliencia de la especie, el subreporte, el descarte y la poca disposición por parte de los usuarios a permitir el embarque de observadores científicos, dificultando así la posibilidad de establecer el estado de situación de este recurso.
En la última versión del Informe País, se observa que desde el 2018 hasta el 2021 hubo una tendencia continua al aumento en los estimados de desembarque, que bordeó las 500 toneladas, lo que se ha mantenido hasta la actualidad (Sernapesca,2025 Op. cit.) (Cuadro 6.1).

Entre los principales problemas que presenta la modelación de este recurso, se menciona la incertidumbre asociada a los muestreos de longitud y a los estimados de captura, a causa del subreporte y descarte. Por ejemplo, se carece de información de ejemplares mayores a 20 y 25 kilogramos debido a que éstos son aleteados y comercializados de forma previa al muestreo (Pérez 2018).

Si bien los niveles de mortalidad por pesca de este recurso son bajos, biológicamente la raya volantín es de muy lenta recuperación, siendo especialmente sensible a la explotación pesquera, dado que presenta bajas tasas de crecimiento, tiene una baja fecundidad y alcanza la madurez sexual de forma tardía (Dulvy & Reynolds 2002, Vargas-Caro et al. 2015 Op. cit.). Además, en las tres zonas donde se desarrolla la pesquería, y como ha sido característico hace algunos años, el mayor porcentaje de las capturas observadas corresponden a ejemplares que se encuentran bajo la talla de primera madurez sexual. Se suma a esto, que en los últimos años la captura ha pasado de estar compuesta principalmente por machos a una predominancia de hembras, lo que está influyendo directamente las posibilidades de renovación del stock (Chong et al. 2022 id.)

“Bacalao de profundidad”
Este recurso corresponde a una especie demersal y también abisal (habitando bajo los 2.000 m) Al evaluar la pesquería del “Bacalao de profundidad” Dissostichus eleginoides (Smith, 1898) es importante señalar que está distribuida en el hemisferio sur, principalmente en aguas antárticas y subantárticas, en los océanos Pacífico Suroriental, Atlántico e Índico (Sancho et al. 2003).

El bacalao habita desde los 70 m hasta los 2.800 m de profundidad, aunque en Chile se le ha capturado hasta los 2.500 m (Young et al. 1998). El bacalao de profundidad es una especie muy longeva, llegando a vivir hasta los 50 años, alcanzando grandes tamaños, los que pueden sobrepasar los 2,20 m en hembras y 1,80 m en machos (Horn 2002). Reproductivamente, es una especie que presenta baja fecundidad, con valores numéricos de ovocitos que van desde los 260 a los 800 mil. Los estudios microscópicos de las gónadas sugieren que sería un desovador sincrónico por grupo, con un solo evento de desove anual (Young et al. 1999). Otros estudios sugieren que esta especie presenta un período amplio de desove y que este proceso se efectuaría únicamente en la región austral de Chile, destacándose que hasta ahora no se cuenta con evidencias de que este recurso se reproduzca en otra zona del océano Pacífico frente a la costa de

Sudamérica (Arana 2009). En Chile, la extracción del bacalao de profundidad cuenta con varias medidas de administración que buscan sostener la elevada demanda que el mercado tiene sobre este recurso y que se relacionan con sus características nutricionales y su tamaño, aspectos que lo convierten en un recurso de alto valor económico (Grilly et al. 2015). Se ha definido un régimen de Pesquería en Desarrollo Incipiente entre el paralelo 47° L.S. y la Región de Magallanes, comprendiendo toda la Zona Económica Exclusiva Nacional al oeste de las líneas de base rectas. Además, desde el año 1966 se establece una veda extractiva entre el 01 de junio y el 31 de agosto aplicada al área comprendida entre los paralelos 53° y 57° L.S. (D.S. 273-96 MINECON). También se ha regulado el arte de pesca, limitándose a captura con espinel con un máximo de 12 mil anzuelos por viaje de pesca. Asimismo, se establece una cuota global de captura de forma anual que es controlada por los agentes regionales de Sernapesca (Subpesca 2022 Op. cit.).

En 2020 se obtuvo un mínimo de capturas de bacalao de profundidad, con solo 2.876 toneladas, en tanto que en el año 2021 se alcanzaron las 4 mil toneladas. Desde esta fecha el aumento en las capturas ha continuado, registrándose en el año 2024 un desembarque de cerca de 5 mil toneladas, correspondiente a una variación de 18.71 % (Cuadro 6.1).

Si bien durante el año 2021, el estado del recurso bacalao era de sobreexplotación y con un estimado de mortalidad por pesca que lo situaba en sobrepesca (Subpesca 2022 Op. cit.), el año 2024 esta pesquería pasa de un estado de sobreexplotación a plena explotación. Para lo anterior, se consideró un estudio de análisis del estado y posibilidades de explotación que incluyó nuevos datos de entrada, como las composiciones de edad de las capturas industriales y artesanales, las estimaciones de los índices de abundancia relativa basados en datos de estas flotas y las capturas en aguas chilenas y argentinas. A partir de ello, se menciona que la biomasa del bacalao de profundidad ha exhibido un incremento en los últimos 7 años, que, si bien se trata de un aumento pequeño, ha sido constante en el tiempo. Asimismo, se señala que este recurso se encuentra entre un 25% a 27% de su potencial reproductivo máximo y de este modo, aunque se encuentra aún por debajo del objetivo de manejo, está alejado de una situación de agotamiento (Tascheri 2022 id.)

“Langostino colorado”

El recurso “Langostino colorado” Pleuroncodes monodon (Edwards 1837) ha sido muy relevante dentro de los crustáceos. Su distribución geográfica va desde la isla Lobos de Afuera, Perú hasta Ancud, Chile (Retamal 1981). Su área de extracción pesquera en Chile se encuentra entre Coquimbo y Talcahuano (Gallardo et al. 1993). Registra una distribución batimétrica entre 50 y 350 m de profundidad. Se la ha definido como una especie de hábitos bento-demersales en la zona centro sur de Chile, y su distribución batimétrica varía en función de su comportamiento reproductivo (Palma & Arana 1997). Sin embargo, en la zona norte, se ha reportado que la distribución del langostino colorado sería más bien de tipo pelágica, distribuyéndose en aguas relativamente superficiales, entre 0-100 m de profundidad (Gutiérrez & Zúñiga 1977).

La reproducción de P. monodon en la costa norte de Chile tiene una marcada estacionalidad, en donde el periodo de mayor actividad reproductiva sería a fines de agosto, con un segundo periodo en enero (Rivera & Santander 2005). P. monodon es una de las especies que da soporte a la pesquería de arrastre de los crustáceos demersales en Chile (Zilleruelo et al. 2015). La flota que lo extrae opera en dos unidades o áreas de pesquería, una unidad de pesquería norte (UP norte) entre las regiones de Arica y Parinacota y la Región de Coquimbo, que se administra bajo el régimen de Licencias Transables de pesca. Y una unidad sur (UP sur) que abarca las regiones de Valparaíso a Biobío y se encuentra en régimen de pesquería en recuperación (D. S. Nº787/1996, MINECON).

Para ambas unidades de pesquería existe una veda biológica entre los meses de enero, febrero y septiembre de cada año en todo el territorio nacional. Su establecimiento responde a la protección de procesos de crecimiento, de portación de huevos y de liberación larval. Debido a que el arte de pesca es altamente selectivo hacia ejemplares de mayor tamaño, no presenta vedas por reclutamiento ni talla mínima (Cavieres 2018). Sumado a lo anterior, y de acuerdo con los antecedentes presentados por el Comité Científico Técnico de Crustáceos Demersales, se estableció que hay señales de una tendencia ascendente estable en las variables biomasa total y desovante. Por otra parte, los parámetros mortalidad por pesca y reclutamiento se mantienen estables. Se señala, además, que la mortalidad por pesca en la UP sur es menor al punto de referencia límite para el rendimiento máximo sostenible. Con estos antecedentes, el recurso se encuentra declarado en estado y régimen de plena explotación en la unidad de pesquería entre la Región de Atacama y Coquimbo, y sin sobrepesca en la UP sur (Subpesca 2025 Op. cit.).

Por otra parte, en la última versión del Informe País se reportó un desembarque para 2021 de 6.176 toneladas, el cual comparado con el desembarque registrado en el año 2024 (5.769 toneladas), genera una tasa de variación negativa correspondiente a -6.59 % (Cuadro 6.1).

Así, es importante destacar, que, entre las problemáticas asociadas a esta pesquería, al igual que en otros recursos de importancia económica, los desembarques tienen un nivel de incertidumbre debido al subreporte y al descarte, prácticas que habrían ocurrido junto al momento en que se establecieron las cuotas de captura y que, en el caso de langostino colorado, ocurre en pesquerías orientadas a la extracción de otros recursos, como en la de merluza común. Otras fuentes de incertidumbre tienen su origen en supuestos en los parámetros de historia de vida (crecimiento, mortalidad y madurez) y a partir de sesgos en las evaluaciones directas (Bucarey et al. 2015).

“Langostino amarillo”

Otro crustáceo importante como recurso alimentario es el “Langostino amarillo” Cervimunida johni (Porter 1903). Se distribuye en forma agregada entre la Región de Tarapacá y la Región de Biobío (Acuña et al. 2008). Verticalmente se distribuye entre profundidades que van desde 50 a los 500 m. Es una especie de hábitos bentónicos, donde suele establecer densas agrupaciones sobre sustratos fangosos y duros (Canales & Arana 2012). Para el langostino amarillo se ha determinado que las hembras son portadoras de huevos entre mayo y noviembre, con moda en agosto y que la liberación larval ocurriría entre octubre y noviembre (Wolff & Aroca 1995). Los machos alcanzan un mayor tamaño y peso que las hembras, en la zona centro-norte, la talla media de madurez en las hembras es de 25 mm LC. La fecundidad varía entre aproximadamente 1.000 y 20.000 huevos.

Considerando los datos de captura de 2021 y los datos del año 2024, esta pesquería posee una tasa leve de variación de un 0.87 %. Para el año 2023, el desembarque se encuentra por debajo de las tres mil toneladas (Cuadro 6.1) (Sernapesca 2025 Op. cit.).

Considerando estos el Comité Científico Técnico estableció que el recurso langostino amarillo se encuentra en estado de Plena Explotación, con antecedentes de biomasa total y desovante que presentan una tendencia a la estabilidad y al aumento desde el año 2011. Además, se señala que la mortalidad por pesca es indicativa de que no habría riesgo de estar en sobrepesca en la UPS y se ha reportado que la composición de las capturas está conformada principalmente por machos (70,9%) (Subpesca 2022 Op. cit.).

“Camarón nailon”

Otro de los principales recursos que componen la pesquería de crustáceos es el “Camarón nailon” Heterocarpus reedi (Bahamonde 1955). Este recurso posee un área de distribución que se extiende frente a la costa chilena entre Taltal (25°19’ LS) y Puerto Saavedra (39° LS), distribuyéndose verticalmente entre 100 y 500 m de profundidad, de preferencia en sustrato de arcilla, aunque Acuña y Arancibia (1996) detectaron su presencia en los 23°48’ LS, al sur de Antofagasta. Heterocarpus reedi es una especie bentodemersal, habita de preferencia el borde externo de la plataforma continental (Canales et al. 2016). Las mayores concentraciones se encuentran mensualmente en diferentes profundidades, siguiendo un ciclo entre los 250 y 450 m, con migraciones hacia el norte en verano y hacia el sur en invierno. Su dieta en estado adulto es omnívora.

Arana y Tiffou (1970) determinaron una variación en la proporción sexual de H. reedi frente a Valparaíso, en donde predominaban las hembras en invierno y los machos en verano, aunque en tallas mayores las hembras fueron más abundantes. Estos autores determinaron que la longitud de primera madurez sexual del camarón nailon, calculada para esas zonas de pesca era de 2,5 cm LC (método 50%). El camarón nailon es uno de los principales recursos que componen la pesquería de crustáceos, siendo la de mayor antigüedad y de mayor importancia (Wehrtmann et al. 2012).

Su extracción se ha gestionado mediante el sometimiento a un régimen de plena explotación desde el año 1995, con el acceso restringido a nuevos operadores industriales y artesanales. Se estableció una veda biológica en su unidad de pesquería entre el 1º de julio y el 31 de agosto de cada año (D. Ex. Nº92/1998) y una veda extraordinaria en el mes de septiembre en las regiones de Valparaíso y el Maule (D. Ex. Nº126/2015). Además, se han establecido regulaciones para las dimensiones y características del arte de pesca (R. Ex. Nº762/2013). Esta pesquería es gestionada mediante un plan de manejo aprobado y en funcionamiento (R. Ex. Nº3423/2016) (Subpesca 2022 Op. cit.).

En los últimos 5 años se aprecia cierta estabilidad en los valores de desembarque del camarón nailon, los que bordean las 4.500 toneladas. Al calcular la tasa de variación, entre el último dato de captura de este recurso en 2021, señalado en el anterior Informe País, y el desembarque registrado para el año 2024, se observa solo una leve disminución de esta pesquería (Cuadro 6.1) (Sernapesca, 2025 Op. cit.).

La determinación del estado actual de este recurso cuenta con antecedentes tanto para la zona centro- norte, como la zona centro sur de niveles de biomasa total estable y de biomasa desovante que ha presentado un leve aumento durante los últimos cinco años. La mortalidad por pesca se ha mantenido en niveles reducidos, situándose por debajo del nivel de referencia que busca alcanzar el rendimiento máximo sostenible en ambas zonas estudiadas. En cuanto a los estimados de reclutamiento, estos han variado en torno al valor promedio. Conforme a lo anterior, el comité científico a cargo sitúa al recurso camarón nailon (Antofagasta al Biobío) en un estado de Plena Explotación (Subpesca 2025 Op. cit.).

Al igual que la evaluación de los recursos langostino colorado y amarillo, se incorporó un nuevo enfoque en la evaluación que contempla realizar la evaluación de manera dividida en tres zonas de acuerdo con la realización de lances con presencia/ausencia de la especie objetivo. Este trabajo forma parte del plan de mejoramiento de la evaluación de los crustáceos demersales y ha permitido llevar a cabo una revisión, depuración y estandarización de los datos de evaluaciones directas realizadas en años anteriores.

Recursos del hábitat Pelágico
“Anchoveta”

Con relación a los recursos del hábitat pelágico, la “Anchoveta” Engraulis ringens (Jenyns 1842), es uno de sus principales integrantes. Se trata de un pez pelágico pequeño, que forma grandes cardúmenes superficiales. Tiene una longevidad de unos 4 años, alcanzando la primera madurez sexual en el primer año de vida, aproximadamente a los 12 cm de longitud total (Braun et al. 2005). Esta se presenta en una amplia distribución geográfica en el Pacífico suroriental, distribuyéndose desde los 4°00' LS (Perú), hasta los 42°00' LS en el sur de Chile (Serra et al. 1979), y verticalmente encontrándose en profundidades que varían entre 10 y 40 metros, dependiendo de las condiciones del mar y de su ciclo biológico.

En la zona centro norte de Chile, E. ringens presentaría una mayor actividad reproductiva desde julio a diciembre, y se mantendría en reposo relativo de enero a junio (Canales y Leal 2009). El estudio de la pesquería nacional de la anchoveta define tres unidades de pesquería que incluyen las regiones de Arica y Parinacota a Antofagasta o zona norte, a la unidad centro-norte correspondiente a las regiones de Atacama y Coquimbo y desde Valparaíso a Los Lagos que componen la unidad centro-sur. Cada unidad se gestiona mediante un estado y régimen de sobreexplotación, con acceso cerrado a la pesquería y la aplicación de una veda reproductiva y otra de reclutamiento, establecidas según unidad de pesquería, al igual que el estado del recurso y el establecimiento de la cuota de captura anual (Subpesca 2025 Op. cit.).

El valor máximo de capturas de esta especie se presentó en 1999 con un estimado cercano a 2 millones de toneladas, en tanto que el menor valor corresponde al registro de 2016, con una cifra de 337.436 toneladas. La baja generalizada ha sido relacionada a disminuciones en los reclutamientos, que habrían provocado una baja en la disponibilidad del recurso. Durante los últimos dos años, los registros de desembarque han disminuido, fluctuando entre las 300 mil toneladas. Al comparar los desembarques de los años 2021 y 2024, la tasa de variación presenta una fuerte disminución de un -49.66 % (Cuadro 6.1) (Subpesca, 2025 Op. cit.). Se ha señalado que esta pesquería presenta una alta variabilidad, asociada principalmente a factores ambientales (Böhm et al. 2018 Op. cit.).

Los últimos estudios que se han realizado para evaluar la zona centro-sur, dan cuenta de estimados de biomasa y de abundancia totales que para el 2022, mantienen la tendencia histórica observada en años anteriores, con sustento en ejemplares adultos. Además, se observa una co-habitabilidad entre la anchoveta y la sardina común, en la que predominaría la abundancia de la anchoveta en la época otoñal (Saavedra et al. 2022). Ello sería producto de una mayor sobrevivencia de las cohortes de verano de la anchoveta (Cerna et al. 2015).

Para el presente año 2025, y tomando en cuenta los antecedentes mencionados, el Comité Científico Técnico ha definido que el estado del recurso anchoveta en su unidad de pesquería norte se encuentra Sobreexplotado. En tanto que las unidades centro-norte y centro-sur se califican también en el mismo régimen de Sobreexplotación (Subpesca 2025 Op. cit.).

“Sardina española”

La “sardina española” Sardinops sagax (Jenyns, 1842), se distribuye en casi toda la costa occidental de Sudamérica, desde el Golfo de Guayaquil, pasando por las Islas Galápagos en Ecuador y en las costas de Perú y Chile. En el territorio nacional, se distribuye desde Arica (18°20’ LS) hasta el sur de Chiloé (44°00' LS) (Serra & Tsukayama 1988). Es una especie pelágica que forma grandes cardúmenes, asociada en ocasiones con los recursos caballa, jurel y bonito. A diferencia de la anchoveta, es un pez de mayor tamaño y de vida más larga, con una longevidad de 10 a 12 años y una talla de primera madurez sexual equivalente a 26 cm (Serra & Tsukayama id.). El periodo principal de actividad reproductiva ocurre entre junio y octubre, con un pulso secundario entre enero y marzo (Tascheri & Claramunt 1996). La actividad pesquera orientada al recurso sardina española se administra mediante el establecimiento de dos unidades de pesquería. Una que incluye las regiones de Arica y Parinacota y Antofagasta y otra unidad que abarca las regiones de Atacama y Coquimbo. Ambas se encuentran cerradas a nuevos operadores. Se ha establecido, entre sus medidas de administración, una talla mínima de extracción para todo el territorio nacional de 20 cm de longitud total (D.S. Nº458/1981), con un margen de tolerancia de 30% de las capturas medidas en número (R. Ex. Nº1633/1999). Cada unidad de pesquería cuenta con un plan de manejo en funcionamiento (Subpesca 2022 Op. cit.).

La presencia de esta especie ha sido catalogada como prácticamente nula en los registros de los últimos años, sin embargo, se observan capturas incipientes el 2017 (513 toneladas) y un valor 1.675 toneladas el 2018, con los mayores aportes relativos relacionados a los puertos de Iquique y Mejillones (Böhm et al. 2018 Op. cit.). Respecto al estado actual del recurso, y tal como se ha reportado en años anteriores, el comité científico de pesquerías de pequeños pelágicos no cuenta con los antecedentes necesarios para poder estimar un marco biológico de referencia, debido a que la condición de la sardina española no permite efectuar una evaluación del stock (Bucarey et al. 2022 Op. cit.). En 2021 la captura de sardina española fue también muy mínima, con 1.310 toneladas, y ya en 2024 se logró capturar en promedio 5.756 toneladas. Si bien este valor es alrededor de 4 veces más respecto a lo capturado en 2021, está muy lejos de los millones de toneladas que se capturaban en la década de los 80 del siglo pasado.

Por lo tanto, considerando lo señalado previamente, la autoridad competente ha establecido un estado de Agotamiento o Colapso para la sardina española, definido tras considerar los mínimos niveles de captura obtenidos durante los últimos veinte años, los que difieren en varios órdenes de magnitud respecto de los valores históricos obtenidos en el desarrollo histórico de esta pesquería. Entre las causas del estado actual del recurso, se ha considerado la influencia de condiciones ambientales, físicas y biológicas que no habrían sido favorables para su desarrollo (Subpesca 2025 Op. cit.).

“Sardina común”

La “Sardina común”, Strangomera bentincki (Norman, 1936) es otro pez pelágico con requerimientos de hábitat similar al de la anchoveta. Es también un pez pequeño, de distribución costera, desde Coquimbo (30°30'LS) hasta Chiloé (43°00'LS), se desplaza hasta 30 m de la costa, y batimétricamente se ubica desde los 0 a los 70 metros de profundidad (Cañón 1985, Aranis 1989). Este pequeño pelágico se caracteriza por presentar un ciclo de vida corto, con tres a cuatro años de longevidad, es de crecimiento rápido, tiene una tasa de mortalidad natural elevada, y suele formar densos cardúmenes. Parte de estos rasgos lo constituye en un recurso pesquero fuertemente influenciado por diversos factores ambientales en todas las etapas de su ciclo vital (Cubillos & Arancibia 1993, Cubillos & Arcos 2002). La sardina común es extraída por la flota pesquera entre las regiones de Valparaíso y Los Lagos. Entre sus medidas administrativas, se cuenta con el acceso cerrado a nuevos operadores para los sectores industrial y artesanal. Complementariamente, se han establecido vedas reproductivas y de reclutamiento, cuya duración ha sido definida por zona geográfica (Aranis et al. 2016).

La pesquería de sardina común se desarrolla en forma conjunta con la extracción de la anchoveta, alternándose la operatividad entre ambas especies de acuerdo con los pulsos de reclutamiento intra-anuales. Esta pesquería presenta gran sensibilidad, pues su sustentabilidad está ligada al éxito del proceso de reclutamiento, el que puede verse fácilmente afectado por las alteraciones del medio (Zúñiga y Canales 2015).

El desembarque de sardina común presenta un comportamiento estacional, obteniéndose la mayor parte de las capturas durante el primer semestre de cada año. Esta estacionalidad también es influenciada por el proceso de reclutamiento, lo que incide en aumentos de abundancia y disponibilidad del recurso, con agregaciones de alta densidad en zonas costeras. Producto de esto, la pesquería se ha sustentado mayoritariamente por ejemplares juveniles y reclutas.

Al realizar la comparación entre los desembarques de sardina común de los años 2021 y 2024, la tasa de variación presenta una fuerte disminución de un -62 % (Cuadro 6.1) (Subpesca, 2025 Op. cit.). De acuerdo con estos antecedentes mencionados, se establece que el recurso sardina común se encuentra en un estado de Sobreexplotación, principalmente debido a los bajos niveles de reclutamiento y a la captura de juveniles, lo que compromete la sostenibilidad del recurso.

“Jurel”

El recurso “Jurel” *Trachurus murphyi* (Nichols, 1920) posee una amplia distribución geográfica en el Pacífico Sur Oriental, abarcando desde el Sur de Ecuador hasta el extremo sur de Chile. Además, cruza el Pacífico a lo largo de la Corriente de Deriva del Oeste hasta Nueva Zelandia y Tasmania (Serra 1991). En las costas de Chile, el jurel inicia su migración reproductiva en agosto desde la zona nerítica hacia sectores oceánicos para desovar en los meses de noviembre y diciembre. Este proceso se produce en una amplia zona del Pacífico desde la costa, superando las 1000 millas náuticas de recorrido (Serra 1991). Por medio de la migración, el jurel tiene acceso a ambientes neríticos y oceánicos para alimentarse en el norte de Chile (Medina y Arancibia 1992). La pesquería nacional de jurel se desarrolla entre las regiones de Arica y Parinacota y de Los Lagos, dentro y fuera de la Zona Económica Exclusiva. Está declarada en estado y régimen de Plena Explotación en todas sus unidades de pesquería. Tiene el acceso cerrado a nuevos operadores y presenta una talla mínima de extracción legal para el territorio nacional de 26 cm de longitud de horquilla, con un porcentaje de tolerancia que no debe superar un 25%, medido en número de cada desembarque por embarcación o de existencia en planta de elaboración o medios de transporte (Subpesca 2022 Op. cit.).

Al tratarse de una especie transzonal, presente en todo el Pacífico Sur, esta pesquería se administra en forma conjunta con otros países en el marco de la Organización Regional de Pesca SPRFMO, por sus siglas en inglés. Esta instancia gubernamental tiene por objetivo alcanzar la conservación a largo plazo y el uso sustentable de los recursos del Océano Pacífico Sur. La incorporación voluntaria de Chile de su zona económica exclusiva (ZEE) al área de la Convención, ha incidido en la conservación y recuperación del recurso. Es así que la cuota de captura anual establecida por la Comisión es aplicable directamente a la asignación nacional de cuota de jurel, la que puede ser extraída tanto dentro como fuera de la ZEE (Subpesca 2017b Op. cit.).

Las capturas en la zona Arica - Coquimbo presentaron una tendencia positiva entre 2020 y 2021, con 78 mil toneladas en promedio. Ello representa un incremento de 170% con respecto al año 2019 marcado por una mayor operación fuera de las 40 millas (Informe Técnico N°304 2018). Los antecedentes biológico-pesqueros históricos del jurel refuerzan el patrón de distribución espacial observado en el estudio realizado el 2021, donde se registran cambios inter e intra anual que se relacionan con que la especie presenta un uso diferencial de la costa y el hábitat oceánico.

Al realizar la comparación entre los desembarques de jurel entre los años 2021 y 2024, la tasa de variación presenta un aumento importante en los niveles de captura en 2024, alcanzando a un 69 % (Cuadro 6.1) (Subpesca, 2025 Op. cit.). Considerando los antecedentes presentados, que dan cuenta de una recuperación continua del recurso jurel desde el año 2010, involucrando una tendencia creciente en la biomasa, altos niveles de reclutamiento y una baja mortalidad por pesca, se define que el jurel se encuentra en un estado de Plena Explotación y sin riesgo de sobrepesca (Subpesca 2022 Op. cit.).

“Pez espada”

El pez espada *Xiphias gladius* (Linnaeus, 1758) es una especie epipelágica y mesopelágica, que se distribuye geográficamente entre los 45° LN a los 45° LS, por tanto, está presente en todos los mares tropicales, subtropicales y templados, tolerando un amplio rango de temperaturas (> 18°C y < 30°C) (Palko et al. 1981). Su abundancia y distribución están asociadas más bien con aguas superficiales, aunque en ocasiones puede descender hasta 1000 m de profundidad (Takahashi et al. 2003). El pez espada es un importante depredador y su alimentación está compuesta principalmente de cefalópodos, peces y crustáceos, siendo los cefalópodos componentes principales de su dieta (Castillo et al. 2007). *X. gladius* tiene la capacidad de recorrer largas distancias, ya que es una especie de gran tamaño (>500 kg).

La reproducción del pez espada presenta diferencias de temporalidad, dependiendo del área oceanográfica en que se encuentre, como lo señala Nakamura (1985). Este autor afirma que el desove del pez espada o albacora ocurre de marzo a julio en el Pacífico central, de septiembre a diciembre en el Pacífico suroeste y durante todo el año en el Pacífico ecuatorial. El pez espada se extrae como recurso objetivo por las flotas palangrera y redera. También es capturado como fauna acompañante en operaciones de la flota espinelera. Desde el año 2001, el programa de seguimiento de recursos migratorios ha recopilado datos biológicos y pesqueros de las flotas palangrera, redera artesanal y redera espinelera, obteniéndose un análisis de la evolución que presentan indicadores de captura, de rendimiento, de esfuerzo y la estructura de tallas, entre otros (Barría *et al*. 2018).

Tanto la flota redera, como la espinelera presentan regulaciones en sus artes y aparejos de pesca desde 1990 (D.S. N°293), operan principalmente fuera de la ZEE, donde también actúa la flota extranjera, que desde el año 2010 cuenta con autorización para recalar en los puertos nacionales (D.S. N°329) (Subpesca 2022 Op. cit.).

El diagnóstico del estado del recurso *X. gladius* se define considerando información independiente de la evaluación de stock del Océano Pacífico Sur Oriental, la estructura de longitudes de la captura y la captura por unidad de esfuerzo.

Al comparar los desembarques de pez espada los años 2021 y 2024, la tasa de variación presenta un importante incremento de un 111 % (Cuadro 6.1) (Subpesca, 2025 Op. cit.). Dada esta tendencia positiva en las capturas en los últimos años, se concluye que la especie se encuentra saludable por lo que se le mantiene la clasificación de Plena Explotación (Subpesca 2025 Op. cit.).

La pesquería del pez espada se mantiene con acceso restringido a nuevos operadores, con talla mínima de captura de 1,06 m. Además, está sujeta a regulaciones de las áreas de operación de naves, del número de anzuelos por espinel y superficie de la red según eslora del barco.

"Reineta"

La "Reineta" *Brama australis* (Valenciennes 1836) es un recurso íctico muy apetecido, de hábitat pelágico (epipelágica y mesopelágica), de amplia distribución en el océano Pacífico sur, presente en aguas chilenas desde Coquimbo (29°57' LS) a Magallanes (53°09' LS). La reineta es un importante recurso para la flota artesanal de Chile central (Pavez *et al*. 1998, Watanabe *et al.* 2006). Su tamaño promedio en los desembarques está entre los 35 a 40 cm. Se ha señalado que los ejemplares adultos se acercan a la costa como parte de su comportamiento reproductivo. Ello podría explicar el bajo número de juveniles presente en las capturas. El desove ocurre en primavera - verano y la talla de primera madurez sexual en hembras es de alrededor de 37 cm de longitud horquilla. La extracción de reineta se desarrolla en un régimen general de acceso, asimilado a un estado de recurso Sobreexplotado.

El análisis de la pesquería de la zona centro – sur da cuenta de que la pesquería de arrastre sobre el recurso reineta se ha consolidado como una actividad relevante para la industria de la Región de Aysén, la que ha fortalecido su portafolio de recursos, en función de la buena disponibilidad local de esta especie en los caladeros tradicionales de la flota. Sin embargo, el aumento en la intensidad pesquera en los últimos años ha presentado una importante disminución en los registros de desembarque de reineta, bordeando las 30 mil toneladas.

La trayectoria de esta pesquería en la flota artesanal se ha caracterizado por tener constantes ciclos de crecimiento y decaimiento, lo cual se refleja en la fluctuación constante de los indicadores. Si a esto se suma la incertidumbre sobre el estado de situación del stock, la perspectiva de la actividad extractiva es impredecible y por ello se requiere actuar con un enfoque precautorio.

Cuadro 6.1. Desembarque total por tipo de recurso, 2021, 2022, 2023,2024

Recurso	Desembarque 2021 (t) último Informe País	Desembarque 2022 (t)	Desembarque 2023 (t)	Desembarque 2024 (t)	Tasa de variación (%) entre años 2021 y 2024
Recursos ícticos pelágicos					
Anchoveta	606.924	741.344	353.267	305.498	-50
Jurel	658.726	784.800	924.874	1.113	69
Sardina común	344.115	223.935	410.376	129.619	-62
Sardina española	1.310	2.678	4.195	5.756	439
Reineta	43.513	38.011	32.438	27.625	-37
Pez espada	3.436	3.482	4.852	7.263	111
Total pelágicos	**1.658.024**	**1.794.250**	**1.730.002**	**1.593.079**	-4

Recursos ícticos demersales					
Merluza de cola	13.305	11.624	10.936	13.119	-1
Merluza austral	17.947	17.202	16.627	17.784	-1
Congrio dorado	1.293	1.496	1.566	1.611	25
Bacalao profund.	4.056	4.357	4.941	4.815	19
Merluza tres aletas	4.494	3.296	2.680	3.780	-16
Raya Volantín	586	675	569	537	-8
Merluza común	29.823	32.475	30.336	31.376	5
Total demersales	**71.504**	**71.125**	**67.655**	**73.022**	2
Recursos crustáceos					
Langost. Amarillo	3.114	3.522	2.722	3.087	-9
Camarón Nailon	4.462	4.305	5.029	4.389	-16
Langost. Colorado	6.176	7.258	7.778	5.769	-66
Total crustáceos	**13.752**	**15.085**	**15.529**	**13.245**	-37
Recursos moluscos					
Loco	2.353	2.123	2.337	3.085	31
Almeja	12.759	9.664	9.414	9.754	-24
Macha	1.273	1.157	1.123	1.001	-21
Pulpo del norte	2.089	1.182	905	2.111	11
Pulpo del sur	515	571	571	386	-25
Total moluscos	**18.989**	**14.697**	**14.350**	**16.337**	-14
Otros recursos					
Erizo	26.517	26.622	24.527	21.952	-17

Fuente: Anuarios estadísticos 2021, 2022, 2023 y 2024 (Sernapesca), Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura - Departamento Gestión de la Información, Atención de usuarios y Estadísticas Sectoriales.

Al comparar los datos de captura de reineta entre los años 2021 y 2024, se observa una tasa de variación que disminuyó fuertemente en un -37 % (Cuadro 6.1) (Subpesca, 2025 Op. cit.). A partir de estos últimos datos se concluye que el recurso reineta se encuentra en estado de Sobrexplotación y sometido a un alto nivel de sobrepesca.



6.1.5 ESTADO DE LA CONTAMINACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y DEL BORDE COSTERO

Normativa Nacional e Internacional Aplicable a la Realidad Nacional

En el marco de la normativa ambiental chilena, la **Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente**, modificada por la **Ley N.º 21.455 del 13 de junio de 2022**, establece que la *contaminación* corresponde a *la presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, en concentraciones o concentraciones y permanencia superiores o inferiores, según corresponda, a las establecidas en la legislación vigente*. A su vez, el **Decreto Supremo N.º 40/2013**, que regula el *Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental*, señala en su artículo 11 que, ante la inexistencia de normas de referencia nacionales, podrán considerarse como guía, normas de calidad ambiental y de emisión aplicadas en otros Estados, entre ellos Alemania, Argentina, Australia, Brasil, Canadá, España, Estados Unidos Mexicanos, Estados Unidos de América, Nueva Zelanda, Países Bajos, Italia, Japón, Suecia y Suiza. No obstante, dicho reglamento precisa que debe privilegiarse la utilización de normas provenientes de países cuyos componentes ambientales presenten similitud con la realidad nacional y/o local, debiendo el proponente justificar dicha elección de manera razonada. En específico señala: "*Para la utilización de las normas de referencia, se priorizará aquel Estado que posea* ***similitud en sus componentes ambientales****, con la situación nacional y/o local, lo que será justificado razonablemente por el proponente*".

De este modo, queda claro que la determinación de si una sustancia es considerada contaminante en Chile requiere la existencia de un marco legal vigente, ya sea de carácter nacional o internacional. Por ende, al evaluar la calidad de las matrices ambientales marinas respecto de metales pesados y otros parámetros, resulta necesario identificar qué normativas aplicables existen para aguas y sedimentos marinos, o bien acudir a los criterios definidos en países desarrollados mediante directrices técnicas o normas específicas de calidad ambiental.

En nuestro país, la calidad ambiental primaria o secundaria que poseen los cuerpos de agua marinos no se encuentra regulada en algún instrumento reglamentario oficial a nivel nacional. Sólo se cuenta con el D.S. Nº 144/2009 "Normas de Calidad Primaria para la Protección de las Aguas Marinas y Estuarinas Aptas para Actividades de Recreación con Contacto Directo", promulgado por el Ministerio Secretaría General de la Presidencia el 30 de diciembre del 2008 y publicado en el Diario Oficial el 07 de abril del 2009 (D.S. (MINSEGPRES) N° 144/2009). Éste dirige sus objetivos a establecer la calidad de un cuerpo de agua cuando **ha sido monitoreado en varias ocasiones**. Su propósito general es la protección de la calidad de las aguas marinas y estuarinas, de manera de salvaguardar la salud de las personas. Las normas primarias "anuales" de calidad ambiental para cada uno de los compuestos o elementos presentes en aguas marinas y estuarinas que se utilicen para actividades de recreación con contacto directo se indican en el **Cuadro 6.2**.

Cuadro 6.2. Valores anuales de calidad primaria para aguas destinada a uso recreativo con contacto directo.

Indicador	Unidad	Percentil	Estándar
Color	Escala Pt-Co	80	100
pH	Unidad de pH	95	6,0 – 8,5 (1)
Cianuro	mg/L	95	0,77
Arsénico	mg/L	95	0,11
Cadmio	mg/L	95	0,033
Cromo	mg/L	95	0,55
Mercurio	mg/L	95	0,011
Plomo	mg/L	95	0,11
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	100	1.000

Fuente: D.S. (SEGPRES) Nº 144/2009. El pH está expresado en términos de valor mínimo y máximo**.**

Es necesario aclarar que, en muchas ocasiones, estudios de línea de base ambiental marina o programas de vigilancia ambiental, comparan los resultados obtenidos en las aguas con el NCh1333. Of78 modificada en 1987 “Requisitos de calidad del agua para diferentes usos”; no obstante, esta aplica, tal cual se indica en capítulo 8. Requisitos para aguas destinadas a vida acuática, acápite 8.1, **solo para aguas dulces**.

Algunos esfuerzos a niveles locales se han comenzado a proponer para algunas bahías en específico. Así, en octubre de 2024 se publicó el D.S. N° 43/2024 que **Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental (NSCA) para la Protección de las Aguas Marinas y Sedimentos de la Bahía de Quintero-Puchuncaví**. Esta norma es pionera para aguas marinas costeras con regulación local específica en Chile. Su objetivo es conservar y preservar los ecosistemas acuáticos y sus servicios ecosistémicos, regulando parámetros de calidad en seis áreas de vigilancia específicas dentro de la bahía. Define criterios técnicos, como el percentil 85 en un periodo de dos años para determinar excedencias, y establece la obligación de un programa de medición y control con monitoreos estacionales, ensayos ecotoxicológicos y uso de bioindicadores. Asimismo, dispone la elaboración anual de un **Informe de Calidad** por parte del Ministerio del Medio Ambiente, de carácter público y con reporte a los municipios de Quintero y Puchuncaví. El decreto fija responsabilidades compartidas entre la Superintendencia del Medio Ambiente, la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR) y el Ministerio del Medio Ambiente, tanto en monitoreo como en fiscalización. Se reconoce, además, la relevancia ecosistémica y productiva de la bahía, que combina actividades industriales, pesqueras, turísticas y recreativas. El análisis económico y social (AGIES) que acompaña la norma proyecta beneficios ambientales valorados en más de **US$ 4.800**

millones anuales, frente a costos de monitoreo y descontaminación cercanos a US$ 1.678 millones, concluyendo que la normativa es **socialmente rentable** y clave para revertir los impactos acumulados en una de las zonas más afectadas ambientalmente del país.

Asimismo, el 17 de abril de 2025 se publicó en el Diario Oficial el inicio de la elaboración del anteproyecto de **Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas y sedimento marino de la Bahía de Mejillones**. En esta se fijó un plazo de tres meses, contados desde la publicación de la resolución en el Diario Oficial, para la recepción de antecedentes sobre los contenidos a norma.

También están en catálogo del Ministerio del Medio Ambiente la NSCA Resolución 1594 Exenta del Ministerio del Medio Ambiente que **Da Inicio a la Elaboración del Anteproyecto de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas y Sedimentos del Golfo de Arauco, Región del Biobío.** Sin embargo, tal como se indica, esta se encuentra en elaboración.

Otro aspecto puntual que los últimos años ha tomado gran relevancia en Chile se relaciona con el funcionamiento de las plantas desalinizadoras. Debido a que la gran mayoría de las plantas desalinizadoras en Chile funcionan haciendo uso de la osmosis inversa, lo que se genera finalmente de dicho tratamiento de las aguas, es una salmuera, que contiene, aproximadamente el doble más de sales que las aguas captadas para desalinizar. En dicho contexto, el actual D.S. Nº 90/2001 “Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales” del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República, **no considera** dentro de los parámetros de descarga la salinidad. Cabe mencionar que el 30 de enero de 2021 se publicó el “Anteproyecto de la Revisión del Decreto Supremo N° 90, de 2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que Establece la Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales". En diciembre de 2020 ya se dictó la Resolución Exenta Nº 1.340/2020, que pone término al proceso previo de revisión y da nuevo inicio al trámite de revisión del D.S. 90. No obstante, hasta la fecha no existe evidencia de que ese anteproyecto se haya transformado en decreto vigente. Sin embargo, el anteproyecto ampliaría la lista de sustancias sujetas a límites de emisión, incluyendo compuestos orgánicos, hidrocarburos totales, cloruros, fenoles, trihalometanos, entre otros parámetros adicionales (más allá de los ya regulados en el D.S. 90 vigente). Se definiría, además, una categoría para estuarios, con una tabla de límites específica (Tabla 6 en el anteproyecto) y plazos de cumplimiento diferidos, lo que no estaba explicitado en el decreto original. También se explicitan competencias de la Superintendencia del Medio Ambiente para fiscalizar las descargas, y también se aclaran roles de otros organismos técnicos para casos específicos. Finalmente, en el documento de “Actualización de Costos y Beneficios para Proyecto Definitivo (A-PD)” aparecen tablas

comparativas con los límites actuales del D.S. 90 y los propuestos en revisión (por ejemplo, para metales, sólidos suspendidos, pH, etc.). No obstante lo anterior, el D.S. 90/2001 sigue figurando como la norma de emisión vigente para descargas de residuos líquidos a aguas marinas y superficiales.

A falta de normativa específica nacional, en noviembre de 2021 la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante de la Armada de Chile (DIRECTEMAR) elaboró una "Guía para la Evaluación Ambiental de Proyectos Industriales de Desalación en Jurisdicción de la Autoridad Marítima". Sin embargo, el 18 de abril de 2023, mediante Resolución D.G.T.M. y M.M. N° 12600/05/499 revocó esta guía.

Complementariamente, el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) ha publicado diversas guías que, si bien, no incorporan parámetros ni límites de cumplimiento para aguas o sedimentos marinos, si han direccionado sus estudios. En dicho contexto, el 29 de septiembre de 2022, mediante Resolución Exenta N°2022991041575, se publica la **Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Marinos**, cuya finalidad es presentar una diversidad de metodologías útiles en la descripción de ecosistemas marinos, tanto del medio físico como de los componentes ambientales que son objeto de protección (OP) en el SEIA: agua, biota y suelos. De acuerdo con el texto, esta descripción es útil al momento de delimitar y justificar la extensión de las áreas de influencia (AI), así como también para su adecuada descripción, ya sea esta una descripción general para el caso de las DIA, o detallada (línea de base), para el caso de los EIA. Asimismo, esta descripción resulta necesaria al momento de predecir impactos y diseñar medidas. En tanto, el 29 de marzo de 2023 el SEA publica la **Guía para la Descripción de Proyectos de Plantas Desalinizadoras en el SEIA** mediante Resolución Exenta N°202399101278. Esta guía tiene por finalidad uniformar los antecedentes, requisitos y, en general, la información necesaria para la evaluación ambiental de este tipo de proyectos, aplicable tanto a aquellos que se presenten al SEIA como una DIA o un EIA. El mismo año (30 de agosto de 2023), a través de la Resolución Exenta N°202399101691, la misma entidad publica la **Guía Áreas de Influencia en Ecosistemas Marinos**, con el fin de entregar los criterios para que titulares realicen una correcta delimitación y descripción del área de influencia (AI) sobre los Objetos de Protección (OP) presentes en estos ecosistemas marinos, tales como el suelo, agua, flora y fauna marina, según lo indicado en el artículo 18 y 19 del Reglamento del SEIA. El alcance del documento sería la delimitación y justificación del área de influencia para cada elemento del medio ambiente, considerando los impactos ambientales potencialmente significativos, mediante una descripción general (relacionada con impactos no significativos) o una descripción detallada (relacionada con impactos significativos). Cabe señalar que esta guía sí menciona algunos de los atributos que deben considerarse para la descripción detallada del área de influencia en el agua marina, entre los que menciona, la descripción de las corrientes marinas y costeras, la caracterización o determinación del tipo de marea existente en el sector, descripción del oleaje de mar de fondo y costero,

la modelación numérica de la hidrodinámica costera y transporte de material particulado. También hace mención a las comunidades de fauna marina que pueden sufrir impactos por la generación y ejecución de un proyecto, mencionando el plancton, bentos, necton y vertebrados marinos, y la flora marina, incluyendo el fitoplancton y las comunidades bentónicas.

Por su parte, el 28 de marzo de 2024, mediante Resolución Exenta N°202499101279, el SEA publica la **Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos en Ecosistemas Marinos**, teniendo como objetivo contribuir en entregar certezas técnicas y jurídicas para aquellos actores que participan en el proceso de evaluación ambiental, particularmente en proyectos cuyas tipologías establecidas en el Artículo 3 del Reglamento del SEIA (así como sus partes, obras y acciones) ocurren interactuando con el ecosistema marino. Para ello esta publicación entrega lineamientos que favorecen una adecuada predicción y evaluación de los impactos ambientales sobre los objetos de protección fondo marino, agua marina, flora y fauna marina. Relevante es que esta guía indica que, debido a que el funcionamiento de una planta desalinizadora puede alterar la calidad del agua de mar, especialmente la densidad de la pluma salina es relevante en la evaluación ambiental la información referida a la descripción.del sistema de captación de agua de mar, donde los criterios/indicadores aplicables a la evaluación señalados son la *Australian Water Quality Guidelines for Fresh and Marine Waters* (ANZECC 1992), de Australia, que establece como estándar ambiental aceptable un incremento no mayor al 5% de la salinidad base en el medio marino receptor. También hace mención al "Estándar calidad secundaria español, Real Decreto 927/1998", que considera como aceptable un incremento no mayor al 10% de la salinidad base en el medio marino. La aplicación de uno u otro instrumento quedará a criterio del titular de cada proyecto.

Finalmente, cabe mencionar que la Autoridad Marítima publicó el 09 de noviembre de 2021, la **Guía Metodológica de Revisión Técnica Sectorial de Lineamientos Oceanográficos para Estudio de Impacto Ambiental de Proyectos que contemplen Descargas de Residuos Líquidos Industriales en Jurisdicción de la autoridad Marítima**, mientras que en el mismo mes el Departamento de Protección del Medio Ambiente Acuático, Respuesta a la Contaminación y Cambio Climático de la Dirección de Intereses Marítimos y Medio Ambiente Acuático de DIRECTEMAR, sacó a la luz la **Guía para el Modelado de la Hidrodinámica y del Proceso de Mezcla de Descargas Salinas y Térmicas Asociadas a Proyectos de Plantas Termoeléctricas y Desalinizadoras**. La publicación casi simultánea de ambas guías por parte de la Autoridad Marítima y de la Dirección de Intereses Marítimos y Medio Ambiente Acuático (DIRECTEMAR) representa un avance significativo en la estandarización de los criterios técnicos aplicados a los estudios oceanográficos dentro del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Estas herramientas metodológicas permiten fortalecer la rigurosidad científica de las evaluaciones, promoviendo la aplicación de modelos hidrodinámicos más realistas, y la correcta caracterización de los procesos de mezcla y dispersión de efluentes salinos y térmicos. En consecuencia, su

implementación contribuye a una gestión ambiental más coherente con los principios de prevención y precaución, al proporcionar lineamientos claros que armonizan la práctica técnica con las exigencias regulatorias nacionales e internacionales.

Por otra parte, en la actualidad, Chile carece de una regulación ambiental específica que establezca límites mínimos o máximos de concentración para sustancias químicas presentes en los sedimentos marinos. De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 11 del Decreto Supremo N.º 40/2013, en ausencia de normas nacionales, pueden emplearse como referencia diversas directrices y regulaciones ambientales internacionales aplicables a la calidad de los sedimentos (y, en algunos casos, de las aguas), la mayoría de las cuales se basan en criterios de concentración de sustancias químicas. Paralelamente, se han desarrollado criterios de calidad derivados de estudios de ecotoxicidad mediante bioensayos con organismos marinos, enfocados en la exposición biológica y los potenciales efectos tóxicos. Estos criterios no constituyen normas primarias de carácter obligatorio, ni establecen valores máximos permitidos, sino que funcionan como herramientas orientadoras para las autoridades competentes al momento de evaluar la necesidad de remoción, dispersión o disposición de sedimentos, al proporcionar una referencia sobre su posible toxicidad para la biota bentónica.

Para esta revisión, se han considerado guías internacionales para los metales pesados y para los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) y los Bifenilos Policlorados (PCB). Los valores considerados han sido los TEL y PEL de la normativa de Canadá. El valor TEL (*Threshold Effect Level*) o Nivel de Efecto Umbral, representa la concentración por debajo de la cual no se espera que ocurran efectos biológicos adversos. También estos valores se conocen como valores ISQG (por sus siglas en inglés, *Interim Sediment Quality Guideline*) o Guía Provisional de Calidad del Sedimento de Canadá. En tanto, el Nivel de Efecto Probable (PEL, por sus siglas en inglés, *Probable Effect Level*), es la concentración sobre la cual aparecen con frecuencia efectos biológicos adversos. Buchman (2008) recopiló estas guías en el *Screening Quick Reference Tables* de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

En el **Cuadro 6.3** se indican los límites mínimos (TEL) y máximo (PEL) del criterio ambiental aplicado. Adicionalmente, de modo comparativo se han adicionado también los criterios para los contenidos de Fósforo Total, Nitrógeno Total y Materia Orgánica Total en sedimentos marinos, de acuerdo a Persaud *et al.* (1993).

Para los fines comparativos de la evolución de los niveles de metales traza en sedimentos, los cuales se discutirán en los siguientes párrafos, se considera el valor PEL dado que refleja la concentración sobre la cual aparecen frecuentemente efectos biológicos adversos.

Cuadro 6.3. Criterios utilizados para la evaluación de calidad ambiental de sedimentos marinos. Concentraciones en mg/kg.

Parámetros	TEL	PEL
Cadmio (1)	0,68	4,21
Cromo Total (1)	52,3	160
Cobre (1)	18,7	108
Mercurio (1)	0,13	0,7
Plomo (1)	30,24	112
Zinc (1)	124	271
HAP (1) (2)	1,684	16,77
PCB	0,0216	0,189
Fósforo Total (3)	600	
Nitrógeno Total (3)	550	
Materia Orgánica Total (MOT) (3) (4)	1,724	

(1) Buchman MF. 2008. NOAA Screening Quick Reference Tables, NOAA OR&R Report 08-1, Seattle WA, Office of Response and Restoriation Division, National Oceanic and Atmospheric Administration, 34 pp.
(2) Suma de HAP (Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos) de alto y bajo peso molecular.
(3) Persaud, D. Jaagumagi, R. & A. Hayton. 1993. Guidelines for the Protection and Management of Aquatic sediment quality in Ontario. Ontario ministry of Environment and Energy Report.
(4) El valor de MOT es expresado en la normativa canadiense en forma de Carbono Orgánico Total (%). Considerando la conversión de %MOT = %C*1,724 (Hernández et al., 2008), se obtuvo el valor referencial de MOT.

También, a modo comparativo, complementariamente en el **Cuadro X.3**, se entregan los valores referenciales de la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos de Norteamérica (USEPA, por sus siglas en inglés *United States Environmental Protection Agency*), para aguas marinas, actualizados al 2016, de acuerdo a la *National Recommended Water Quality Criteria - Aquatic Life Criteria Table* (https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-aquatic-life-criteria-table). La USEPA considera los valores CMC (*Criterion Maximum Concentration*) y CCC (*Criterion Continuous Concentration*. El primer valor correspondería a la toxicidad aguda (CMC) y el segundo a la crónica (CMC).

Cuadro 6.4. Criterios utilizados para la evaluación de calidad ambiental de aguas marinas. Concentraciones en µg/L (ppb) (1).

Parámetros	CMC	CCC
Cadmio	40	8,8
Cromo Total (Cr+3 + Cr+6)	11.400	77,4
Cobre	4,8	3,1
Mercurio	1,8	0,94
Plomo	210	8,1
Zinc	90	81
HAP (1)	300	-
PCB (1)	0,033	0,03

(1) Buchman MF. 2008. NOAA Screening Quick Reference Tables, NOAA OR&R Report 08-1, Seattle WA, Office of Response and Restoriation Division, National Oceanic and Atmospheric Administration, 34 pp.

Para los fines comparativos de la evolución de los niveles de metales traza en aguas en el litoral nacional, se utilizará el valor CMC, pues constituye un reflejo de la toxicidad crónica a la que se verían sometidos los organismos marinos. Debe recordarse que la toxicidad "crónica" se refiere a los efectos producidos por una exposición prolongada (semanas a meses) a una sustancia, generalmente a dosis inferiores a las necesarias para causar una intoxicación aguda.

Para los fines comparativos de la evolución de los niveles de metales traza en aguas en el litoral nacional, se utilizará el valor CMC, pues constituye un reflejo de la toxicidad crónica a la que se verían sometidos los organismos marinos. Debe recordarse que la toxicidad "crónica" se refiere a los efectos producidos por una exposición prolongada (semanas a meses) a una sustancia, generalmente a dosis inferiores a las necesarias para causar una intoxicación aguda.

Contaminación por metales traza

Los **metales pesados conforman** un grupo de elementos no muy bien definidos, que exhiben propiedades metálicas. Todos ellos, en general, exhiben características químicas semejantes: un mismo estado de oxidación (generalmente cationes bivalentes), igual distribución electrónica de las capas externas (metales de transición) y pesos atómicos comprendidos entre 63,55 y 200,59 g mol-1 (Ahumada 1994). Estos elementos son constituyentes naturales del agua de mar y se encuentran en bajas concentraciones por lo que son conocidos como oligoelementos o **elementos traza**, concentraciones de µg L-1, esto es 10–9 o partes

por billón en la nomenclatura anglosajona (Paredes, 1998; Harrison et al., 1980; Quilodrán, 2002). Como ocurre con muchos otros elementos químicos, se hallan presentes bajo formas químicas diversas, resultantes de los equilibrios entre los mismos iones metálicos y los aniones, los cationes y las moléculas orgánicas presentes en el agua de mar. De acuerdo con Ahumada et al. (2006), el ingreso de metales al mar se establece vía aguas fluviales, atmósfera o transporte advectivo de las aguas y alcanza un equilibrio entre los procesos de sedimentación, incorporación a los organismos y advección/difusión. La dinámica de los metales en las aguas, en términos de advección/difusión y transferencia de los metales disueltos o particulados a diferentes matrices es rápida, lo que hace difícil pesquisar problemas de contaminación en el agua y sólo es posible apreciar los cambios en pequeñas escalas espaciales con algún tipo de gradiente.

No obstante, dada la relación entre los metales traza y los sedimentos, estos últimos pueden usarse como registro de la evolución histórica de la contaminación de un sistema dado, ya que los sedimentos reflejan las condiciones químicas de las masas de agua sobre ellos (Ryan & Windom 1988, Valette-Silver 1993).

Muchas resultan ser las posibles fuentes de metales pesados que se incorporan a las aguas y sedimentos marinos, siendo una de ellas de origen litogénico o geoquímico a partir de los minerales que, por causas de erosión, lluvias, etc. son arrastradas al agua. No obstante, actualmente la mayor concentración es de origen antropogénico, es decir, debido a la actividad humana. La minería, los procesos industriales, los residuos domésticos son fuente importante de contaminación, que aportan metales al aire, a las aguas marinas y finalmente a los sedimentos marinos, que se constituyen en el depósito final de las sustancias introducidas al mar por procesos naturales y antrópicos.

Los metales pesados pueden dividirse, desde el punto de vista cualitativo, en **esenciales** y **no esenciales**. Los primeros comprenden el hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), cromo ®, manganeso (Mn), níquel (Ni) y cobalto (Co); los organismos los necesitan en cantidades mínimas y se hallan implicados en múltiples funciones biológicas como constituyentes esenciales de muchas enzimas. Existen valores de concentración intracelular óptimos por debajo de los cuales los organismos mueren; no obstante, una concentración excesiva de dichos iones puede llegar a ser tóxico (Cognetti *et al.* 2001). Elementos como Hg, Cd y Pb no presentan ninguna función biológica que hasta el presente se haya identificado y, por lo tanto, se definen como no esenciales. Pueden ser tolerados por los organismos en determinadas concentraciones, por encima de las cuales se tornan tóxicos.

En dicho contexto, resulta esencial determinar cómo ha evolucionado en el tiempo la condición de las aguas y sedimentos marinos respecto a los metales pesados a nivel nacional. Al respecto se ha considerado la información entregada por el Programa de Observación del Ambiente Litoral (POAL, https://www.directemar.cl/directemar/site/edic/base/port/datos_poal.html), que lleva a cabo la Dirección del Territorio y Marina Mercante (DIRECTEMAR). La información disponible en la actualidad considera hasta el año 2024. Debe hacerse notar que desde el año 2015, el POAL eliminó dentro de los parámetros de seguimiento en aguas y sedimentos marinos, el cromo y el zinc, por lo que han sido omitidos en esta recopilación. Por otra parte, para el caso de los sedimentos, no se reportan datos para los años 2018 y 2020, y para período 2017 a 2021, solo se cuenta con información para los años 2017 y 2021 (Arica), 2017 y 2019 (Iquique) y 2019 y 2021 (Valparaíso). Asimismo, no hay información disponible para los sedimentos de la Región de Aysén para el año 2023 ni para la Región de Magallanes para el año 2024. En el caso de la matriz agua marina, las Regiones del Biobío, Aysén y Magallanes, no cuentan con información para el año 2024.

El POAL fue elaborado para monitorear las fluctuaciones anuales de los niveles de concentración de los principales componentes de desechos domésticos, industriales, de hidrocarburos de petróleo y compuestos orgánicos persistentes (COP's) en las bahías, lagos y ríos sometidos a la jurisdicción de la DIRECTEMAR (Figura 6.3).

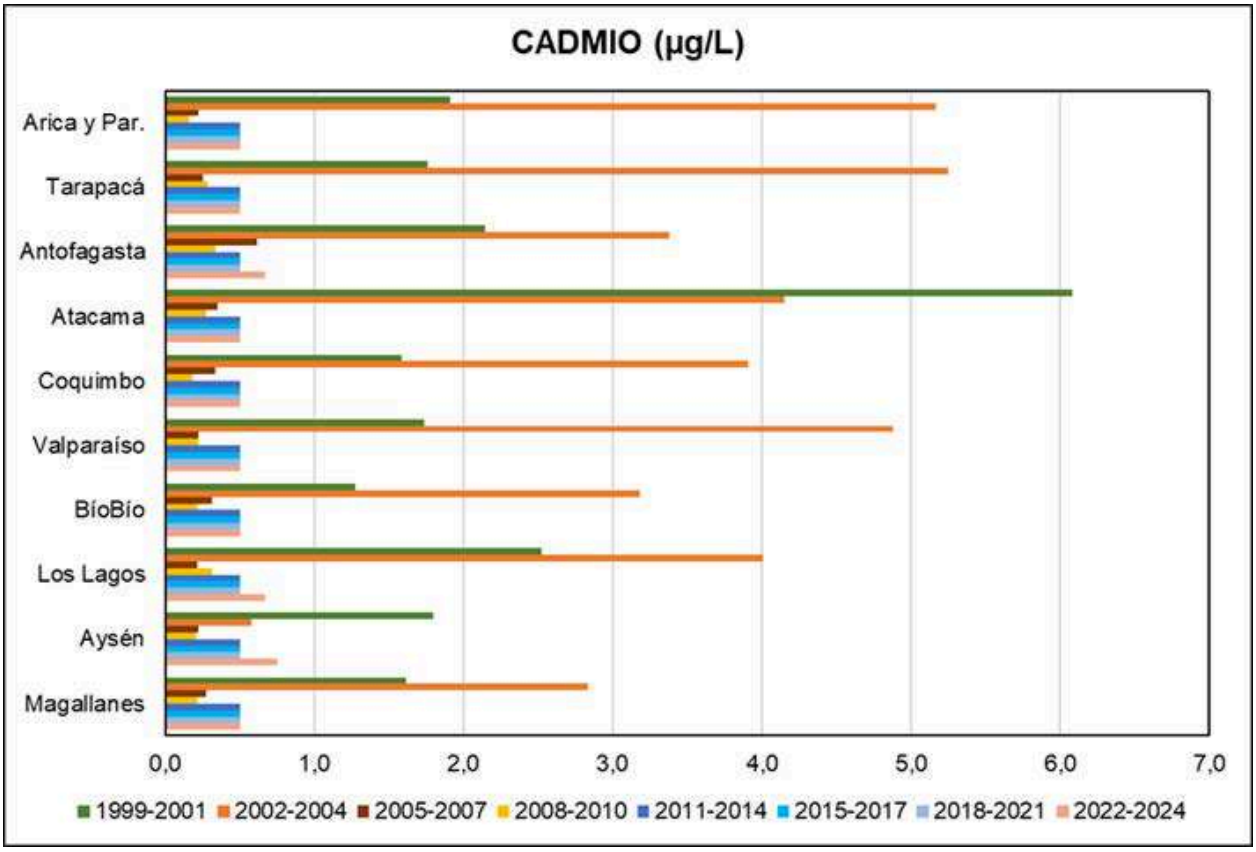
Figura 6.3. Cuerpos de agua monitoreados en POAL (DIRECTEMAR, https://www.directemar.cl/directemar/intereses-maritimos/p-o-a-l-programa-de-observacion-del-ambiente-litoral/programa-de-observacion-del-ambiente-litoral-p-o-a-l



Este programa se focaliza principalmente en aquellos cuerpos de agua más usados o intervenidos en Chile, considerando los efectos potenciales de dos grandes factores: las descargas de las actividades que se desarrollan en el entorno terrestre del cuerpo de agua (industrias, establecimientos de servicios sanitarios, etc.) y en los impactos producidos por las principales actividades que se llevan a cabo en el cuerpo de agua mismo (tales como pesca, acuicultura, balneario, navegación, etc.).

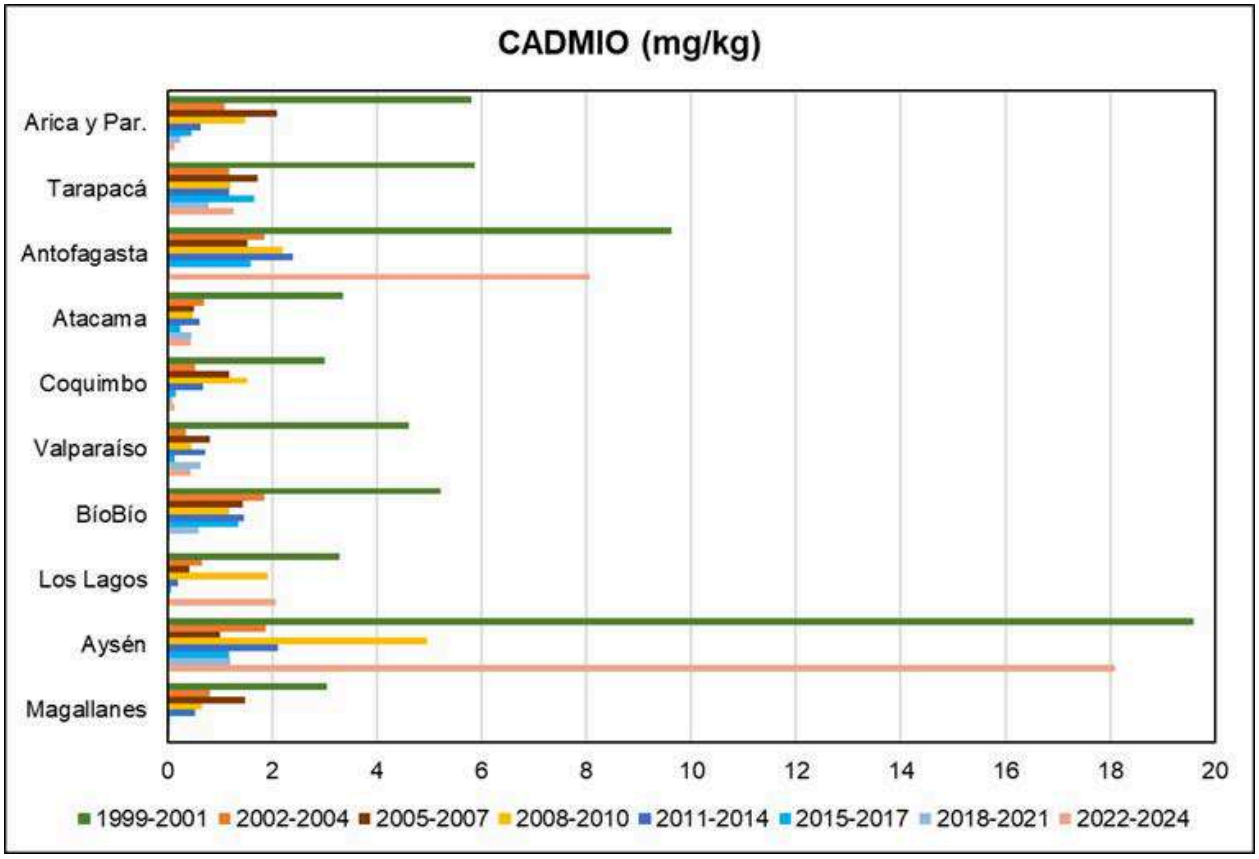
En las Figuras 6.4 y 6.5 se observa la evolución reciente de las concentraciones de cadmio en aguas y sedimentos marinos a nivel nacional. Durante el nuevo período analizado (2022-2024) la condición general del país se mantiene favorable. En las aguas marinas, las concentraciones continúan bajo el límite de detección analítico (0,5 µg/L), con un promedio nacional de 0,56 µg/L, valor muy inferior al límite de calidad ambiental crónico establecido en la Tabla X.2 (8,8 µg/L).

Figura 6.4. Concentraciones de cadmio en las aguas marinas.



En los sedimentos, si bien se aprecia un leve aumento respecto del período 2018-2021 (promedio nacional 0,42 mg/kg) alcanzando 3,07 mg/kg en 2022-2024, este incremento se explica principalmente por valores puntuales altos en Aysén (18,1 mg/kg). Aun así, el promedio nacional se mantiene por debajo del valor de umbral biológico PEL (4,21 mg/kg), reflejando una condición ambiental mayormente estable en el borde costero nacional.

Figura 6.5. Concentraciones de cadmio en los sedimentos marinos.



En síntesis, tanto en la columna de agua como en los sedimentos, las concentraciones de cadmio en el período 2022-2024 no representan riesgo ecológico significativo y continúan mostrando niveles bajos en comparación con los valores guía internacionales.

El cobre ha mantenido concentraciones detectables en la mayoría de las estaciones del país, tanto en aguas como en sedimentos (Figuras 6.6 y 6.7). En aguas marinas, los niveles promedio nacionales continúan disminuyendo: el valor del período 2018–2021 fue 1,43 µg/L, mientras que en 2022–2024 alcanzó 1,00 µg/L, el menor registrado desde que se realiza el programa POAL. Estos valores son inferiores al criterio de calidad ambiental sugerido (3,1 µg/L), lo que refleja el efecto positivo de las políticas de gestión ambiental y una menor carga difusa en descargas urbanas y portuarias.

En los sedimentos, en cambio, se observa una tendencia ascendente respecto del período anterior, pasando de 80,4 mg/kg (2018–2021) a 329,3 mg/kg (2022–2024). Este aumento responde principalmente a los aportes históricos y actuales de zonas mineras del norte, destacando las regiones de Antofagasta y Atacama, donde se concentran las principales operaciones cupríferas del país. Sin embargo, el promedio nacional se mantiene por debajo del valor guía de probable efecto biológico (PEL = 108 mg/kg) en la mayoría de las estaciones, y muy inferior a los niveles críticos (>500 mg/kg) asociados a efectos tóxicos en la biota bentónica.

En conjunto, la evolución del cobre muestra una mejora sostenida en la calidad del agua marina y una estabilidad relativa en los sedimentos, donde los aportes localizados continúan siendo el principal factor de variabilidad espacial.

Figura 6.6. Concentraciones de cobre en las aguas marinas.

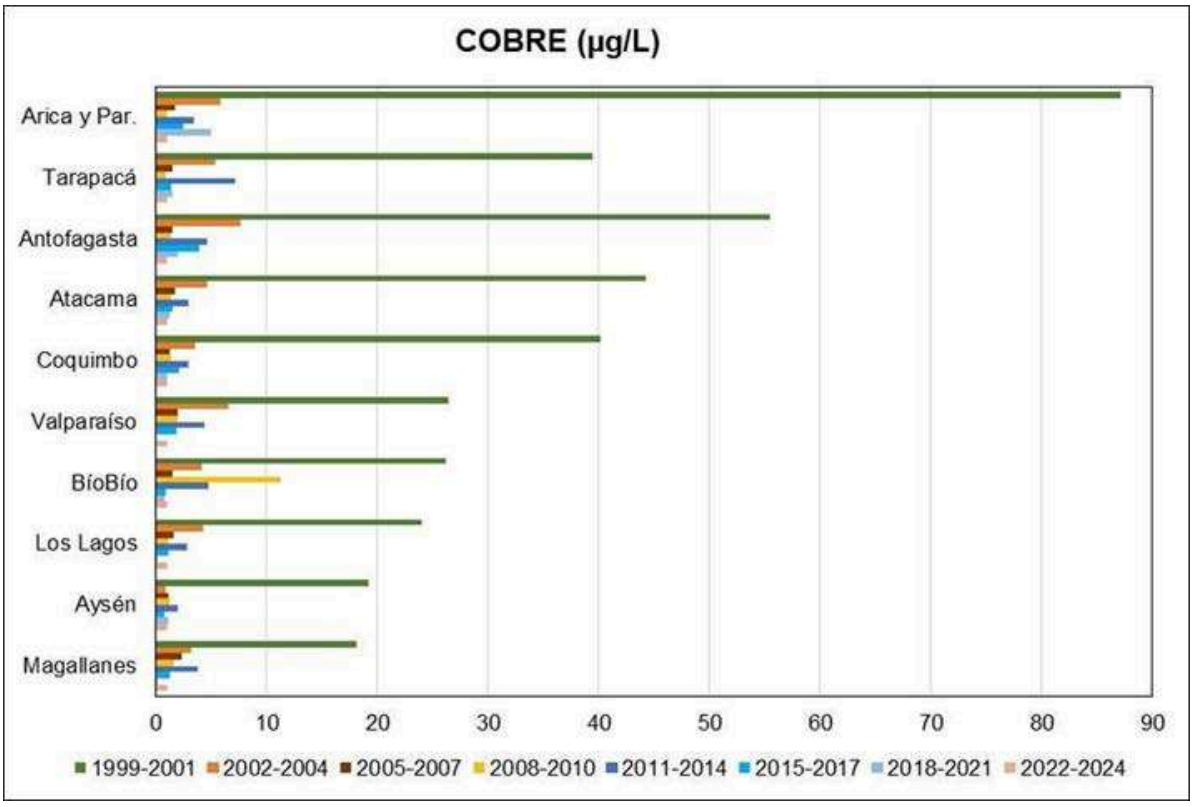
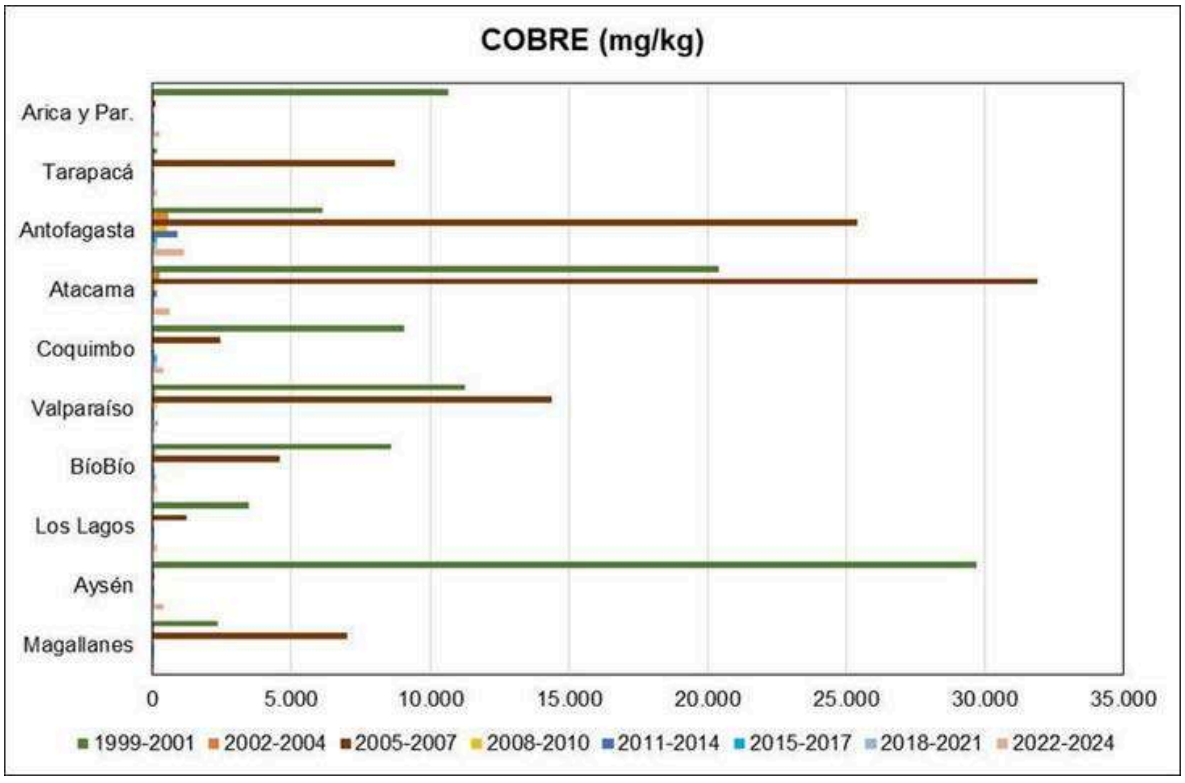


Figura 6.7. Concentraciones de cobre en los sedimentos marinos.



En relación con los contenidos de mercurio en las aguas marinas, las concentraciones se han mantenido bajas a lo largo del tiempo, permaneciendo en la mayoría de las estaciones bajo el límite de detección analítica (0,00025 µg/L). Durante el período 2018–2021, el valor promedio nacional fue de 0,000236 µg/L, mientras que en 2022–2024 se registró un leve aumento a 0,230 µg/L. No obstante, estas concentraciones continúan siendo considerablemente inferiores al criterio de calidad internacional de 0,94 µg/L, por lo que no representan riesgo ambiental significativo (Figura 6.8).

En los sedimentos marinos, los contenidos de mercurio muestran una ligera tendencia al alza en comparación con el período anterior, pasando de 0,269 mg/kg (2018–2021) a 0,347 mg/kg (2022–2024). Este incremento moderado podría asociarse a procesos locales de deposición o actividades antropogénicas puntuales en el norte del país; sin embargo, los valores promedio nacionales se mantienen dentro del rango de referencia ambiental (criterio internacional 0,94 mg/kg), reflejando la estabilidad de la calidad de los sedimentos marinos en Chile (Figura 6.9).

En conjunto, los resultados recientes confirman que el mercurio continúa presentando **niveles bajos tanto en la columna de agua como en los sedimentos**, consolidando una **tendencia positiva de conservación y estabilidad ambiental** en los ecosistemas marinos nacionales.

Figura 6.8. Concentraciones de mercurio en las aguas marinas.

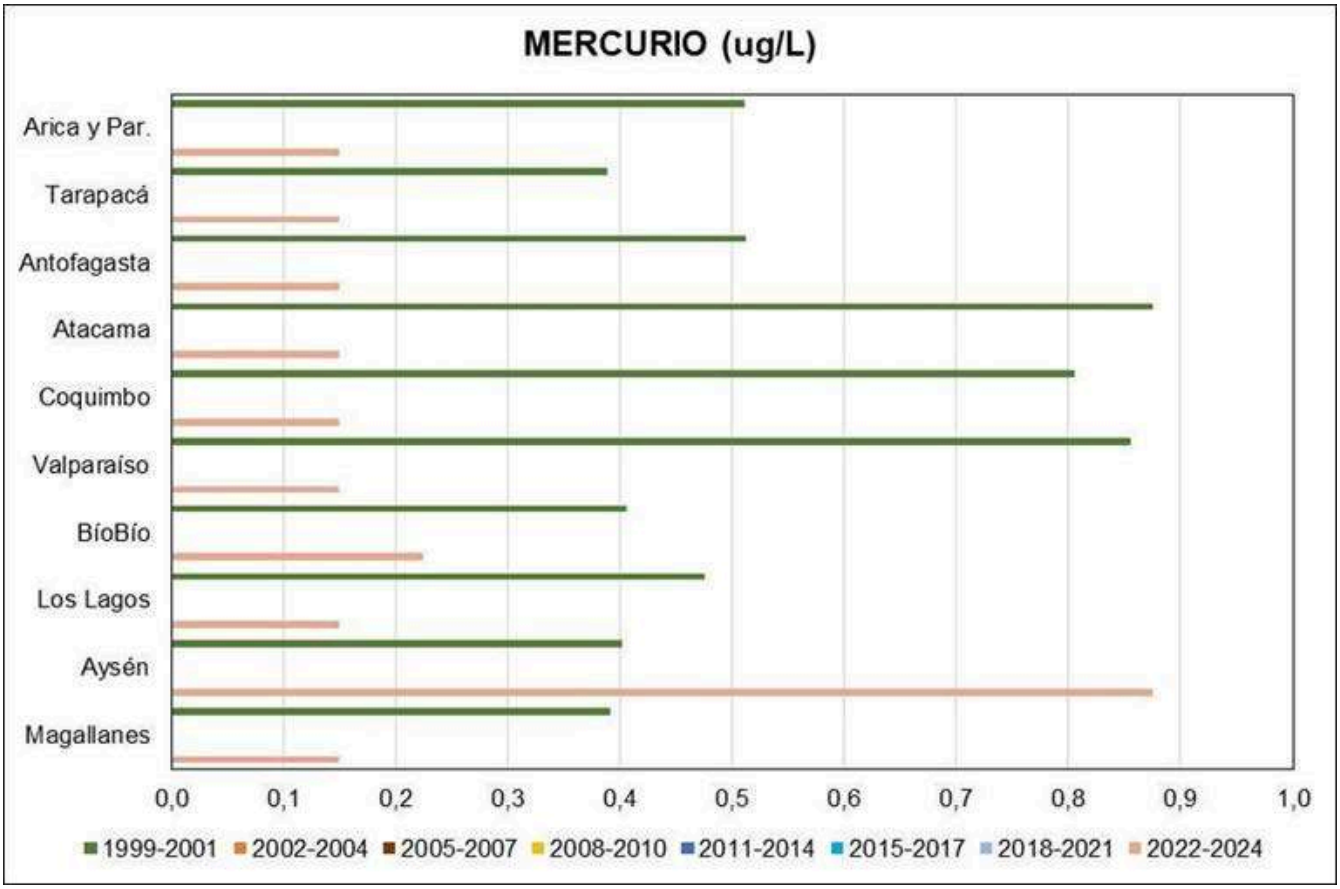
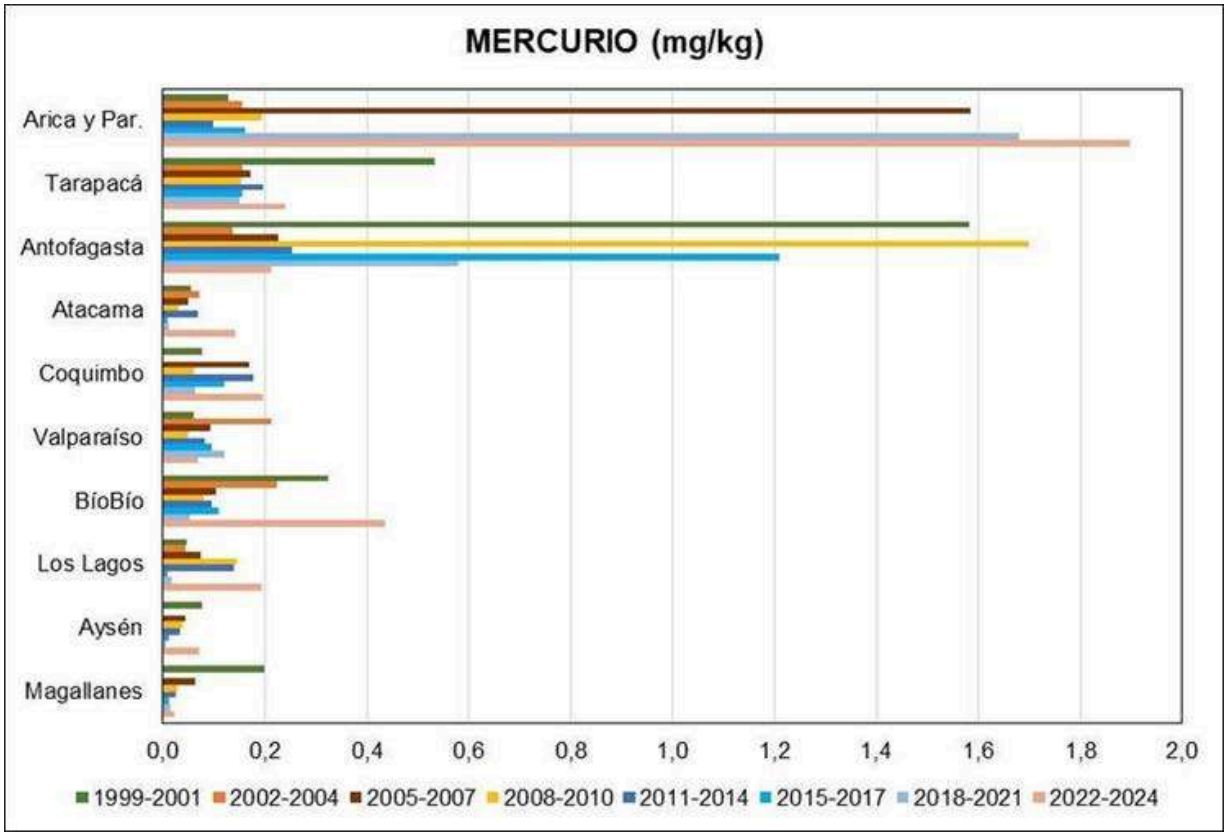


Figura 6.9. Concentraciones de mercurio en los sedimentos marinos.



Los contenidos de plomo en las aguas marinas continúan mostrand una tendencia descendente sostenida a lo largo del tiempo (Figura 6.10). El valor promedio nacional para el período 2018–2021 fue de 0,566 µg/L, manteniéndose bajo el límite de detección analítico (1,25 µg/L). En el nuevo período 2022–2024 se registró un promedio de 0,600 µg/L, lo que representa un leve incremento (≈6 %), pero aún muy por debajo del criterio ambiental internacional de calidad para aguas marinas. Estos resultados reflejan la eficacia de las medidas de control ambiental y la reducción progresiva de fuentes difusas asociadas a descargas urbanas, portuarias e industriales.

En los sedimentos marinos (Figura 6.11), la situación evidencia un cambio respecto de períodos anteriores. Si bien entre 2018–2021 el promedio nacional fue de 19,6 mg/kg —un 12,4 % menor que en 2015–2017 (22,4 mg/kg)—, los valores del período 2022–2024 alcanzaron 125,4 mg/kg, superando levemente el criterio de calidad internacional (PEL = 112 mg/kg). Este aumento se explica principalmente por concentraciones más altas en regiones del norte y centro del país, donde existe mayor influencia minera y portuaria.

Aun así, los niveles observados no representan un riesgo generalizado para la biota marina, ya que la mayoría de las estaciones muestreadas mantienen concentraciones bajo el umbral de efectos biológicos adversos. En conjunto, los resultados confirman una buena calidad ambiental de las aguas marinas y una condición moderada de los sedimentos, con focos localizados que ameritan seguimiento en los próximos ciclos de monitoreo.

Figura 6.10. Concentraciones de plomo en las aguas marinas.

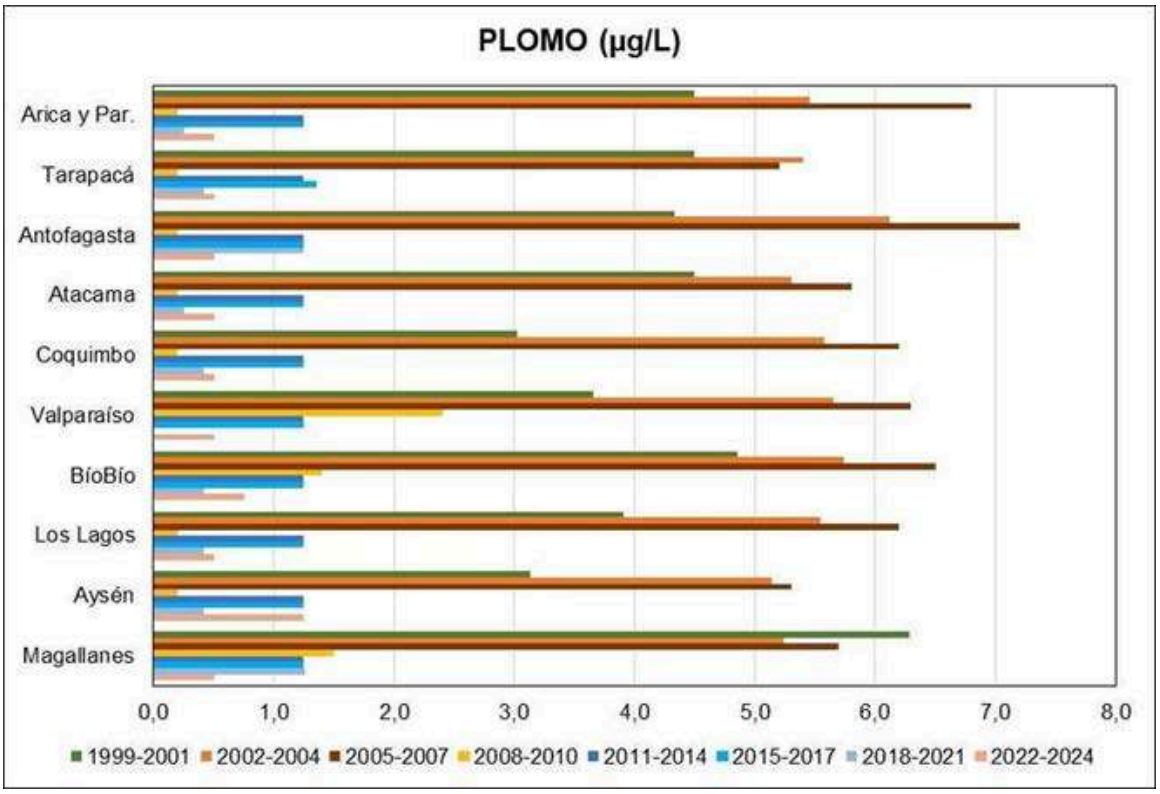
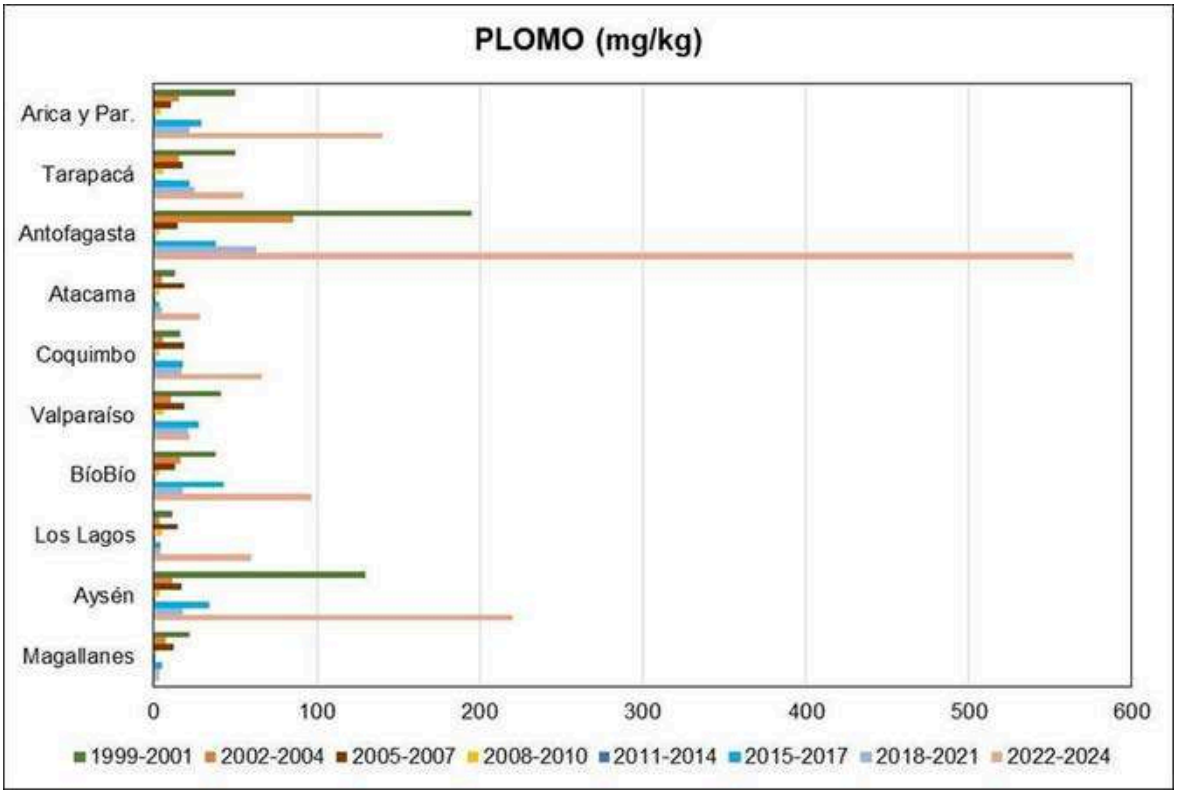


Figura 6.11. Concentraciones de plomo en los sedimentos marinos.



De lo anteriormente expuesto, es posible concluir que durante el período 2022–2024, la contaminación por metales traza en los ecosistemas marinos de Chile se mantuvo en niveles generalmente bajos, evidenciando una condición ambiental estable o favorable en la mayoría de las regiones monitoreadas por el Programa de Observación del Ambiente Litoral (POAL) de DIRECTEMAR. Los metales esenciales (como cobre y zinc) y no esenciales (como cadmio, mercurio y plomo), presentaron concentraciones en aguas marinas bajo los criterios internacionales de calidad, reflejando la efectividad de las medidas de gestión ambiental y la reducción de aportes difusos urbanos e industriales.

En los sedimentos marinos, se observaron aumentos localizados en ciertos metales —especialmente cobre, plomo y cadmio—, atribuibles a actividades mineras y portuarias en el norte del país, aunque sin superar en la mayoría de los casos los valores umbral biológicos de referencia. El mercurio se mantuvo en niveles muy bajos tanto en agua como en sedimentos, consolidando una tendencia positiva de estabilidad ambiental.

En síntesis, los datos más recientes confirman que la contaminación por metales traza en el borde costero chileno no representa un riesgo ecológico significativo a nivel nacional, aunque persisten zonas puntuales de presión antrópica que justifican mantener la vigilancia y el monitoreo continuo del programa POAL.

Contaminación por materia orgánica, nitrógeno y fósforo total

La materia orgánica en los ecosistemas marinos corresponde al conjunto de compuestos formados principalmente por carbono, hidrógeno y otros elementos como nitrógeno, fósforo, azufre y oxígeno. Estas moléculas provienen tanto de organismos vivos (fitoplancton, zooplancton, fauna y flora bentónica) como de restos biológicos en descomposición o detritos derivados de actividades tróficas. Su distribución en el medio marino depende en gran medida del gradiente de productividad biológica existente en la columna de agua, así como de las condiciones redox del sedimento, que pueden favorecer la preservación de la materia orgánica cuando las concentraciones de oxígeno disuelto son bajas.

Además de su origen natural, la actividad humana constituye una fuente relevante de aporte orgánico y de nutrientes (fósforo y nitrógeno) hacia los ecosistemas costeros. En particular, en las regiones del sur de Chile, donde la acuicultura representa una actividad económica de gran magnitud, el exceso de alimento no consumido y las fecas de los peces contribuyen al aumento de materia orgánica en los sedimentos subyacentes. Del mismo modo, en zonas con alta actividad pesquera o con sistemas deficientes de tratamiento de aguas residuales, pueden registrarse incrementos significativos de nutrientes y materia orgánica, alterando la calidad del sedimento y el equilibrio biogeoquímico del ecosistema marino.

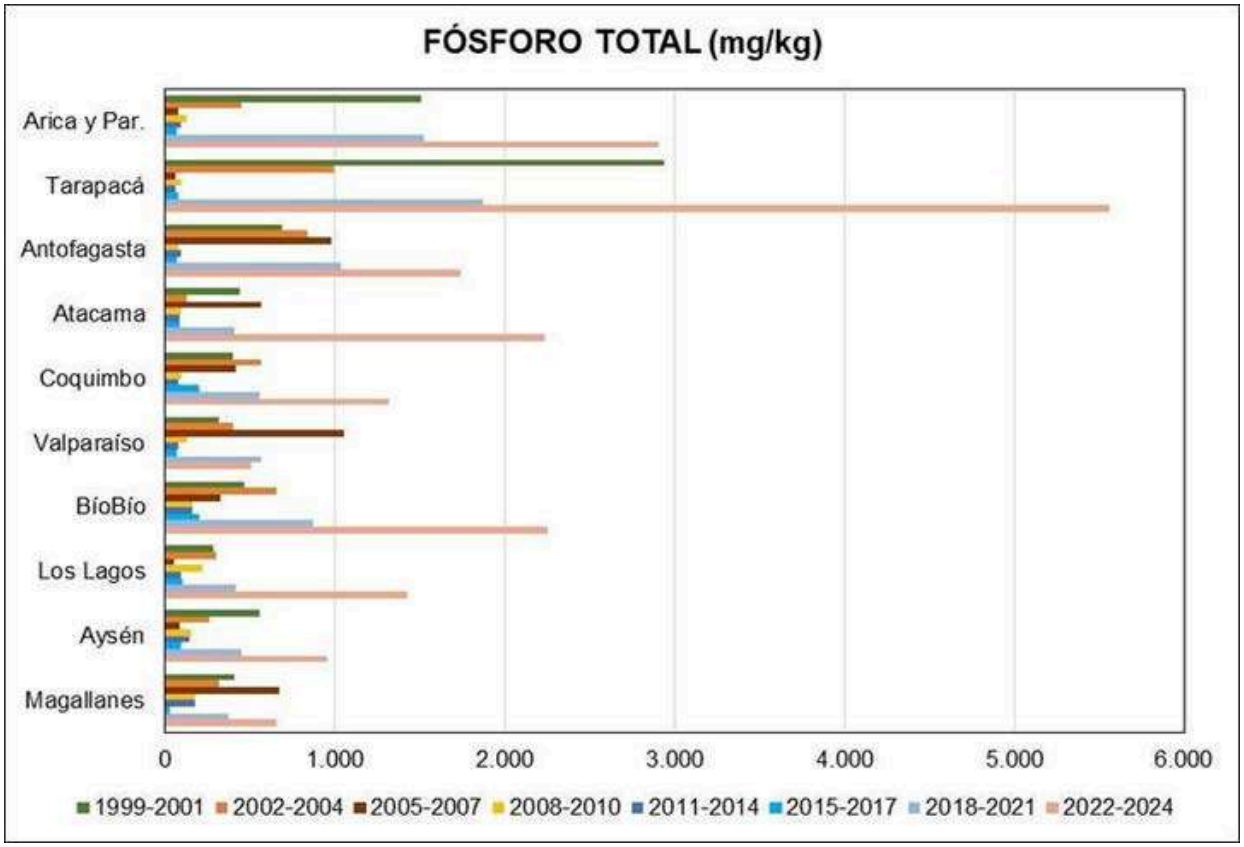
En la Figura 6.12 se presentan los contenidos de fósforo total en los sedimentos marinos a nivel nacional. Los registros históricos evidencian una disminución progresiva de este nutriente entre los períodos 1999–2001 (800,8 mg/kg) y 2015–2017 (97,9 mg/kg), equivalente a una reducción de más de ocho veces. Sin embargo, en los ciclos más recientes se observa un cambio en la tendencia: durante 2018–2021 el promedio nacional fue de 411,2 mg/kg, mientras que en 2022–2024 aumentó a 806,1 mg/kg, el valor más alto registrado desde que se realiza el monitoreo.

Las mayores concentraciones se detectaron en las regiones del norte del país, particularmente en Arica y Parinacota (1.520,5 mg/kg), Tarapacá (1.872,8 mg/kg) y Antofagasta (1.034,3 mg/kg), todas por sobre el criterio ambiental internacional sugerido (600 mg/kg, Tabla X.2). Estas zonas presentan condiciones de mayor aridez y menor recambio hidrodinámico, lo que favorece la acumulación de nutrientes y materia orgánica en el fondo marino.

Por contraste, en el sur de Chile —donde se concentra la actividad acuícola— los niveles de fósforo total en sedimentos se mantuvieron por debajo del promedio nacional. De acuerdo con los datos de SERNAPESCA (2024), las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes representaron conjuntamente el 100 % de la cosecha nacional de salmónidos, con participaciones de 52,3 %, 37,5 % y 10,2 %, respectivamente. A pesar de esta intensa actividad productiva, la concentración promedio de fósforo total en los sedimentos de estas regiones (≈411 mg/kg) se mantuvo inferior al promedio nacional (806 mg/kg), reflejando una mejora en la gestión ambiental de los centros de cultivo y una reducción en el enriquecimiento orgánico asociado.

En conjunto, los resultados confirman una **tendencia dual**: un aumento localizado en el norte del país que requiere seguimiento, y una **estabilización e incluso mejora ambiental en las principales zonas acuícolas del sur de Chile**.

Figura 6.12. Concentraciones de fósforo total en los sedimentos marinos.



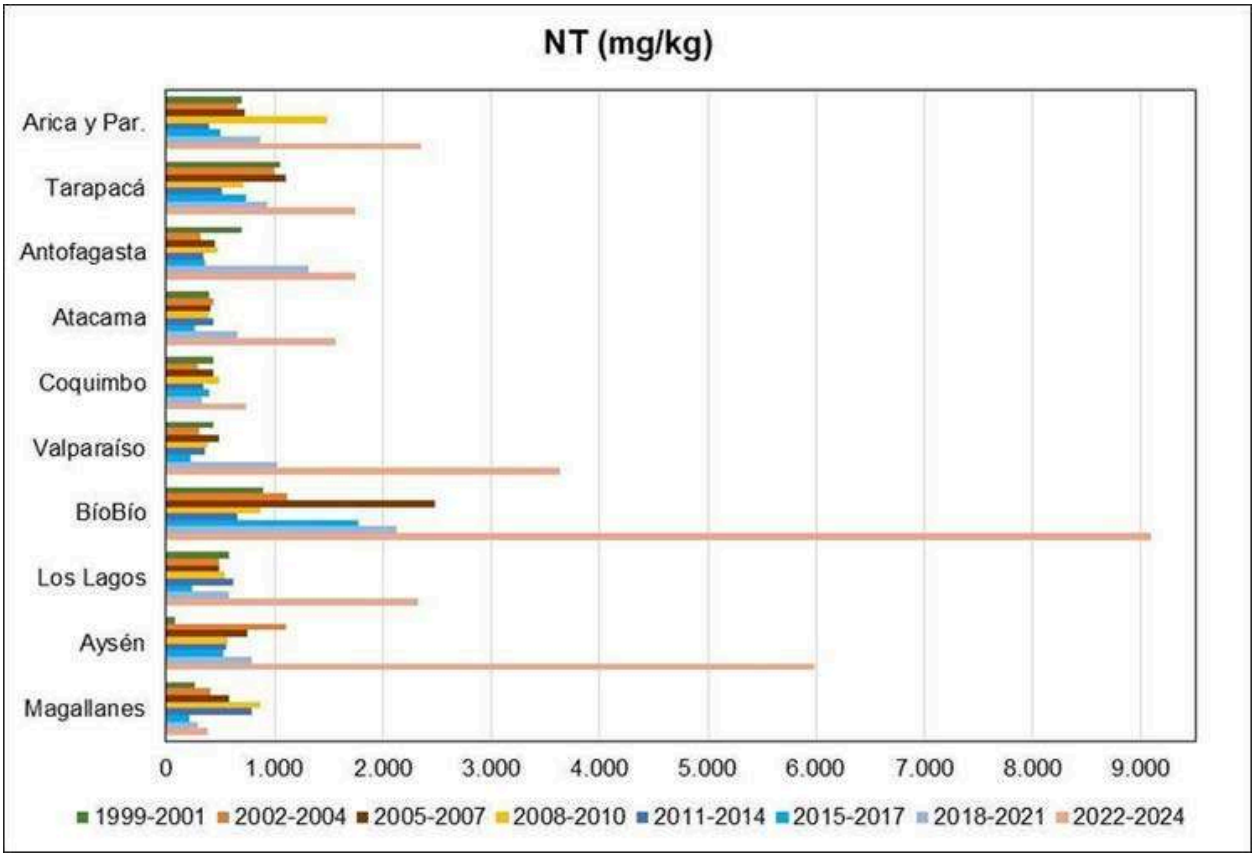
En la Figura 6.13 se presentan los contenidos de nitrógeno total en los sedimentos marinos a nivel nacional. Este parámetro refleja la suma de todas las formas de nitrógeno presentes en los sedimentos, tanto orgánicas (proteínas, ácidos nucleicos, aminas, urea, etc.) como inorgánicas (amonio y otras formas reducidas), representando un indicador integral del grado de enriquecimiento trófico del sistema (ANZECC & ARMCANZ 2000).

Durante el período 2018–2021, el promedio nacional alcanzó 890,8 mg/kg, valor ya superior a los registrados en etapas anteriores (524,1 mg/kg en 2015–2017; 499,5 mg/kg en 2011–2014; y 676,8 mg/kg en 2008–2010). Sin embargo, en el nuevo ciclo 2022–2024, se observa un incremento significativo, llegando a 2.954,7 mg/kg, lo que representa un aumento de más de tres veces respecto del período precedente y el nivel más alto registrado históricamente.
Este aumento se explica por los elevados valores observados en regiones costeras con fuerte influencia antrópica, principalmente la Región del Biobío, que históricamente ha presentado las mayores concentraciones de nitrógeno total en los sedimentos (superiores a 2.000 mg/kg). Dichos niveles se asocian con el legado de la intensa actividad industrial y pesquera en la bahía de San Vicente y el Golfo de Arauco, donde la descarga de residuos líquidos industriales (RILES) generó una acumulación prolongada de materia orgánica y nutrientes en el fondo marino (EULA 2014).

Si bien la situación actual ha mejorado en términos de gestión y tratamiento de efluentes, los contenidos de nitrógeno total en esta región siguen siendo muy superiores al promedio nacional, evidenciando una persistencia del impacto histórico. Al comparar estos valores con las guías internacionales de calidad de sedimentos (≈600 mg/kg), se observa que el promedio nacional, así como la mayoría de las regiones —excepto la IV y XII Regiones—, superan el umbral de referencia (ANZECC & ARMCANZ 2000), lo que sugiere una condición de enriquecimiento moderado a alto.

En contraste, la Región de Magallanes mantiene concentraciones bajas (≈296 mg/kg), vinculadas principalmente a fuentes naturales más que a actividades antrópicas, reflejando condiciones ambientales aún prístinas. En síntesis, los datos recientes confirman un incremento generalizado del nitrógeno total en los sedimentos marinos, con focos localizados de alta concentración en zonas industriales, lo que refuerza la necesidad de mantener un seguimiento ambiental continuo (Buschmann *et al.* 2019, SERNAPESCA 2024).

Figura 6.13. Concentraciones de nitrógeno total Kjeldahl (NTK) en los sedimentos marinos.



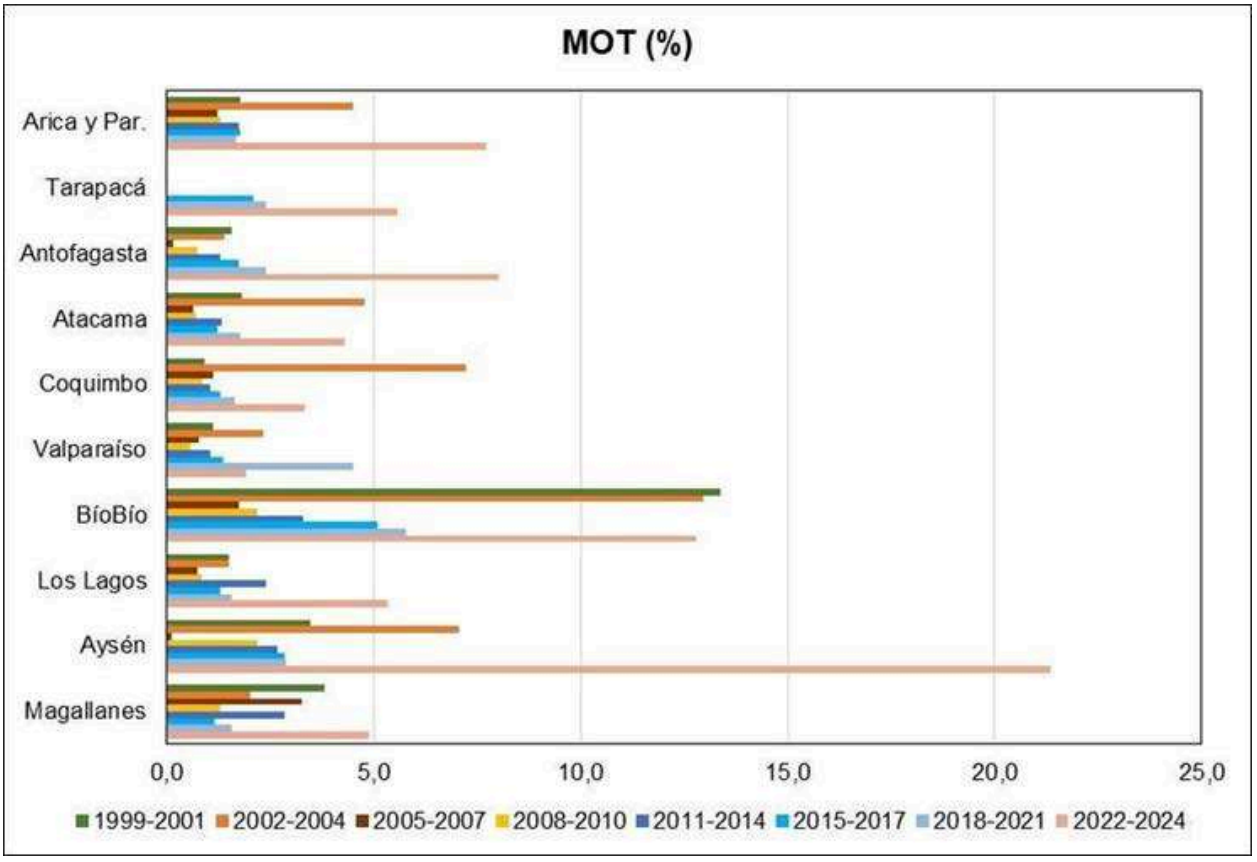
Finalmente, la Figura 6.14 muestra la evolución temporal de los contenidos de materia orgánica total (MOT) en los sedimentos marinos a nivel nacional. A partir del análisis histórico, se observa un incremento sostenido del promedio nacional, que pasó de 1,99 % en 2015–2017 a 2,61 % en 2018–2021, y posteriormente a 7,52 % en 2022–2024, lo que representa un aumento del 188 % respecto del período anterior.

Este incremento indica un enriquecimiento orgánico significativo en varios sectores del litoral, aunque con una marcada variabilidad regional. En general, la mayoría de las regiones presentan alzas en sus concentraciones promedio de MOT, con excepción de Arica y Parinacota, donde los valores se mantienen bajos debido a las condiciones áridas y a la escasa productividad biológica natural de la zona. En contraste, regiones con mayor actividad industrial y portuaria —como Biobío—, y aquellas con influencia acuícola —principalmente Los Lagos, Aysén y Magallanes—, presentan incrementos notables, aunque estos últimos se mantienen aún por debajo del promedio nacional, reflejando una mejora relativa en la gestión ambiental de los sedimentos asociados a la acuicultura (Buschmann *et al.* 2019, SERNAPESCA 2024).

Históricamente, la Región del Biobío ha concentrado los valores más altos de materia orgánica, con promedios de hasta 13,38 % en 1999–2001 y 12,94 % en 2002–2004, lo que se vincula al impacto histórico de los vertidos industriales en las bahías de Talcahuano y San Vicente (EULA 2014). Aunque las condiciones han mejorado desde entonces, el actual aumento de la MOT en 2022–2024 evidencia que persisten procesos locales de acumulación orgánica, posiblemente asociados a fuentes difusas costeras y urbanas.

En síntesis, el conjunto de los resultados muestra una tendencia general al alza en los contenidos de materia orgánica sedimentaria, superando en seis de las diez regiones evaluadas el valor de referencia internacional de 1,724 % (ANZECC & ARMCANZ 2000). Esta situación sugiere una intensificación del aporte orgánico en áreas costeras, lo que resalta la necesidad de mantener el monitoreo continuo de este indicador como descriptor clave del estado ambiental del borde costero de Chile.

Figura 6.14. Concentraciones de materia orgánica total (MOT) en los sedimentos marinos.



Los resultados antes expuestos indican que entre 2022 y 2024, los ecosistemas marinos chilenos evidenciaron un aumento sostenido de materia orgánica, fósforo y nitrógeno total en los sedimentos, reflejando un proceso de enriquecimiento trófico en distintas zonas del país. El fósforo total alcanzó su valor más alto desde el inicio del monitoreo (806 mg/kg), con concentraciones particularmente elevadas en las regiones del norte —Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta—, todas sobre el criterio ambiental internacional (600 mg/kg). En contraste, las regiones australes vinculadas a la acuicultura de salmónidos (Los Lagos, Aysén y Magallanes) mantuvieron valores inferiores al promedio nacional, lo que indica mejoras en la gestión ambiental de los centros de cultivo. El nitrógeno total mostró un fuerte incremento (2.954 mg/kg promedio nacional), con máximos en la Región del Biobío, donde persiste la influencia histórica de descargas industriales en bahías altamente intervenidas. La materia orgánica total (MOT) también aumentó significativamente, pasando de 2,6 % a 7,5 %, con mayores concentraciones en zonas industriales y portuarias, aunque con mejoras relativas en las regiones acuícolas del sur.

En conjunto, estos resultados revelan una tendencia general de aumento de compuestos orgánicos y nutrientes en los sedimentos marinos, asociada a actividades antrópicas localizadas, y subrayan la necesidad de mantener el monitoreo continuo para prevenir procesos de eutrofización y degradación del fondo marino.

Contaminación por PCB e hidrocarburos aromáticos y totales

Los bifenilos policlorados (PCB) son compuestos orgánicos sintéticos formados por una estructura bifenílica clorada que da origen a 209 congéneres posibles, con diferentes grados de toxicidad y persistencia ambiental (UNEP 2023, ATSDR 2022). Estos compuestos se utilizaron ampliamente entre las décadas de 1930 y 1980 como fluidos dieléctricos en transformadores, condensadores, sellantes, pinturas y retardantes de llama, hasta que su producción y uso fueron prohibidos o restringidos a nivel mundial tras la entrada en vigor del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (UNEP 2001, UNEP 2023).

Los PCB son altamente estables y resistentes a la degradación biológica, química y fotoquímica, lo que explica su persistencia en el ambiente marino. Aunque su producción cesó hace más de cuatro décadas, se estima que cerca del 10 % de los PCB fabricados desde 1929 permanecen en el medio ambiente, acumulándose en los sedimentos y en tejidos lipídicos de organismos marinos debido a su alta lipofilia (US EPA 2023). La exposición humana y ecológica a los PCB puede provocar efectos neurotóxicos, inmunológicos y carcinogénicos.

Por su parte, los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) constituyen un grupo de más de 100 compuestos orgánicos persistentes, formados por la fusión de dos o más anillos bencénicos. Son productos de la combustión incompleta de materia orgánica y tienen fuentes tanto naturales (procesos biogénicos y diagénesis de detritos) como antrópicas (quema de combustibles, emisiones industriales, incendios forestales y descargas urbanas) (Kim et al. 2013, Nisbet & LaGoy 2021). Debido a su baja solubilidad en agua, su afinidad por la materia orgánica y su capacidad de adsorción a partículas, los HAP tienden a acumularse en los sedimentos costeros, donde pueden producir efectos tóxicos, mutagénicos y carcinogénicos en la biota acuática (EFSA 2020, Rudolph et al. 2021).

En el contexto del Programa de Observación Ambiental Litoral (POAL), los resultados recientes confirman que las concentraciones de HAP en las aguas marinas de Chile se han mantenido bajo el límite de detección analítico (0,1 µg/L) durante el período 2018–2021, lo que evidencia una buena condición ambiental para este parámetro, en concordancia con la guía internacional de toxicidad aguda de 300 µg/L (ANZECC & ARMCANZ, 2000). La única excepción registrada históricamente corresponde al año 2012, cuando se detectó una concentración de 0,65 µg/L en la Bahía de San Vicente (Región del Biobío). Asimismo, los datos de POAL muestran ausencia de PCB detectables en los sedimentos para el mismo período, coherente con la tendencia mundial de reducción observada tras la implementación del Convenio de Estocolmo.

En cuanto a los hidrocarburos totales (HCT) en sedimentos (Figura 6.15), se observa un incremento generalizado en 8 de las 9 regiones con información para el período 2018–2021, alcanzando un promedio nacional de 135,97 mg/kg, en comparación con 86,67 mg/kg en 2015–2017, lo que representa un aumento del 56,9 %. Las alzas más marcadas se verificaron en las regiones de Antofagasta y Atacama, donde las concentraciones aumentaron en 9,0 y 5,2 veces, respectivamente, respecto del período anterior, mientras que en Magallanes el incremento fue de 4,0 veces.

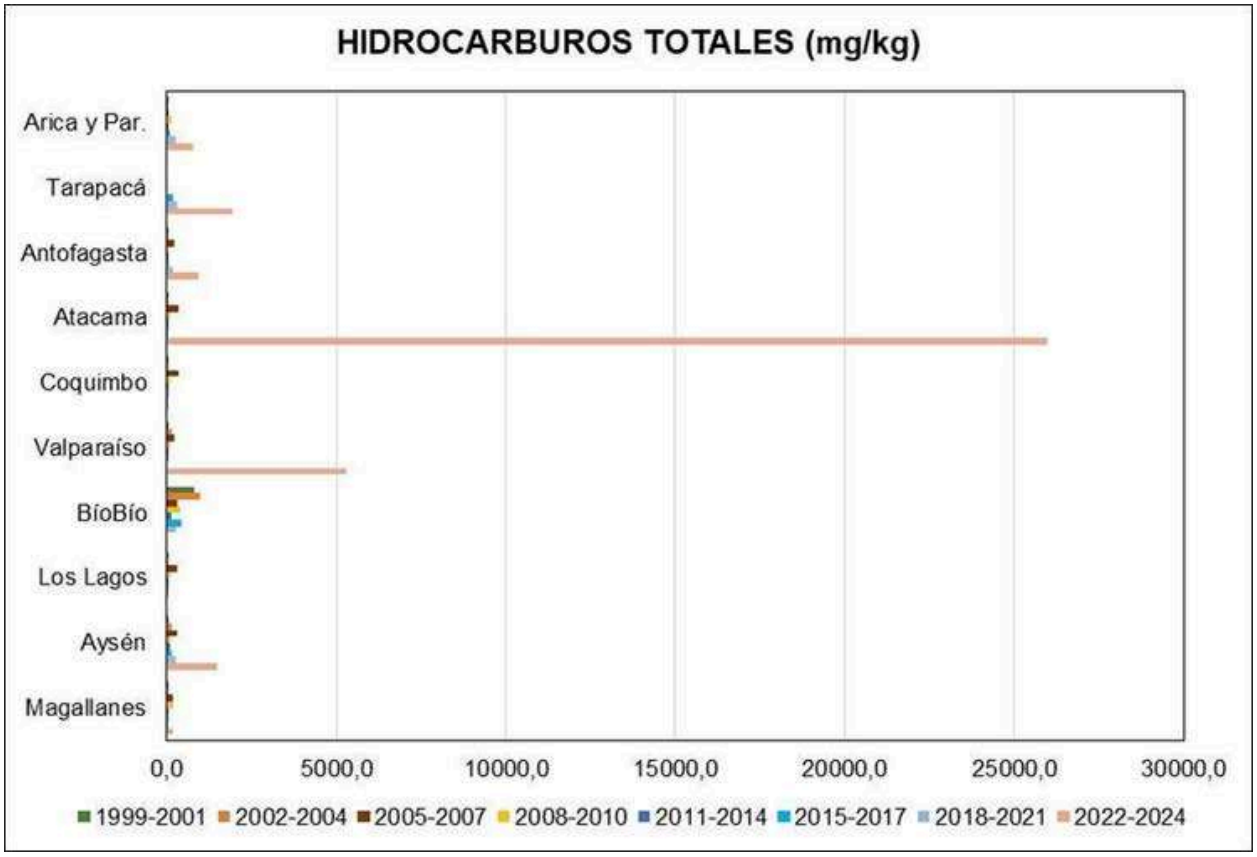
Durante el período 2022–2024, los valores de hidrocarburos totales (HCT) en sedimentos marinos presentaron un aumento generalizado a nivel nacional, alcanzando un promedio nacional de 1.840,7 mg/kg, lo que representa un incremento cercano a diez veces respecto del ciclo anterior (2018–2021: 170,1 mg/kg). Este aumento se concentró especialmente en las regiones del norte de Chile, con máximos en Atacama (25.965 mg/kg), Tarapacá (1.924 mg/kg) y Antofagasta (915 mg/kg), reflejando posibles aportes antrópicos recientes vinculados a descargas industriales, actividades portuarias, mantenimiento de embarcaciones y operación minera costera.

En las regiones australes, también se registraron aumentos en Aysén (1.464 mg/kg) y Magallanes (153 mg/kg), lo que podría asociarse al mayor tráfico marítimo y operación de terminales de abastecimiento de combustibles durante el período 2022–2024.

Si bien los valores más altos son puntuales y no generalizados, varios exceden el criterio internacional de Probable Effect Level (PEL = 300 mg/kg) establecido por CCME (2001), lo que sugiere condiciones de riesgo potencial para la biota bentónica en sectores con acumulación crónica.

Estos resultados contrastan con la tendencia global reportada por la International Tanker Owners Pollution Federation (ITOPF 2023) y el UNEP (2023), que muestran una disminución sostenida de derrames mayores a 7 toneladas a nivel mundial. La evidencia nacional sugiere que el aumento reciente en los HCT no responde a grandes eventos de derrame, sino más bien a descargas locales y continuas de hidrocarburos residuales y aceites en áreas de alta actividad portuaria y minera, así como a la reanudación de operaciones marítimas y logísticas post-pandemia.

Figura 6.15. Concentraciones de hidrocarburos totes (HCT) en los sedimentos marinos.



Contaminación por macroplásticos y microplásticos

- **Conceptos generales**

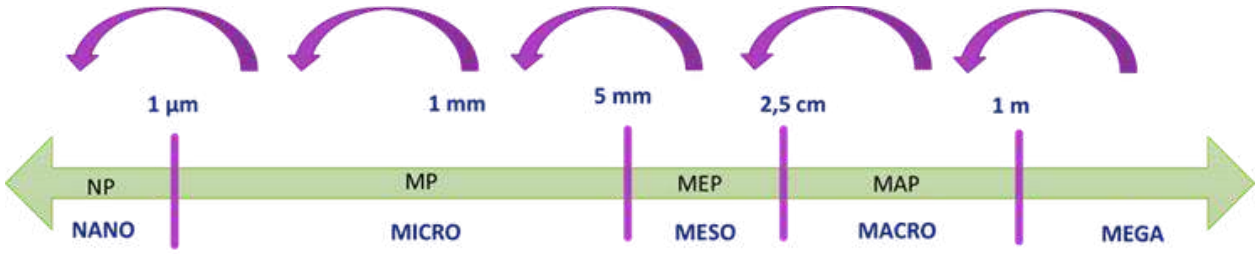
De acuerdo con el Programa para el Medio Ambiente de las Naciones Unidas (UNEP en sus siglas en inglés) la **basura marina** comprende todo material manufacturado o procesado, sólido, persistente y no biodegradable, que es descartado o abandonado en ambientes costeros o marinos. Este material incluye una amplia gama de objetos derivados de actividades humanas —desde redes de pesca y envases plásticos hasta residuos domésticos o industriales— y constituye una de las mayores amenazas emergentes para la salud de los océanos (UNEP 2023). Se estima que cada año ingresan al océano entre 8 y 11 millones de toneladas de plásticos, cifra que podría triplicarse hacia 2040 si no se aplican medidas de contención y gestión adecuadas (Jambeck *et al*. 2015, UNEP 2023, OECD 2022). Los desechos plásticos se han detectado en la superficie del mar (Pichel *et al.* 2007), en playas de arena (Santos *et al.* 2009), en el agua de la columna oceánica y en los fondos marinos profundos (Peng *et al*. 2020), lo que confirma su distribución global y persistencia ambiental.

Si bien los residuos marinos incluyen vidrio, papel, metales, textiles, filtros de cigarrillos y restos de pesca, diversos estudios coinciden en que entre el 60 % y el 80 % de la basura marina corresponde a plásticos (Derraik 2002, UNEP 2021). Estos materiales, al ser ligeros, duraderos e hidrofóbicos, se transportan fácilmente por el viento y las corrientes, y pueden permanecer siglos en el medio marino antes de fragmentarse.

Los plásticos marinos se clasifican, según su tamaño, en macroplásticos (>5 mm) y microplásticos (<5 mm). Los microplásticos derivan de la fragmentación progresiva de objetos mayores, principalmente por fotodegradación inducida por la radiación solar, erosión mecánica por oleaje y arena, y procesos químicos y biológicos (Andrady 2011, Barnes 2002). También existen microplásticos primarios de origen industrial, como los pellets empleados en la manufactura de plásticos o las microesferas cosméticas usadas en productos de higiene personal (Fendall & Sewell 2009).

Actualmente no existe un consenso absoluto sobre la definición de tamaño, pero en general los microplásticos se consideran partículas inferiores a 5 mm, y los nanoplásticos, partículas menores a 1 µm (Thompson 2015). Andrady (2011) propone distinguir tres rangos: mesoplásticos (500 µm–5 mm), microplásticos (50–500 µm) y nanoplásticos (<50 µm), dada la diferencia en su movilidad ambiental y toxicidad biológica, aunque otros autores como Castañeta et al. (2020) proponen otra clasificación más amplia (Figura 6.16).

Figura 6.16. Clasificación del plástico (modificado de Castañeta et al. 2020).



Cabe mencionar que los nanoplásticos son de especial preocupación, ya que, por su pequeño tamaño y alta área superficial, pueden atravesar membranas celulares y barreras biológicas, afectando tejidos y funciones fisiológicas. Estudios recientes han evidenciado que estas partículas pueden inducir estrés oxidativo, inflamación y alteraciones conductuales en organismos acuáticos, incluyendo peces y zooplancton (Mattsson *et al.* 2017, Cincinelli *et al.* 2022).

Independiente de las denominaciones por tamaño, se ha planteado además una clasificación adicional de los microplásticos, dividiéndolos en microplásticos primarios y secundarios. Los microplásticos primarios corresponderían a aquellos que ya son manufacturados con un tamaño microscópico (Cole et al. 2011, Zitko & Hanlon 1991). Rojo-Nieto & Montoto (2017) destacan dentro de estos las microesferas (<500 µm) contenidas en algunos productos de cosmética, las mezclas utilizadas para el arenado/granallado (Zitko & Hanlon 1991, Gregory 1996), y los microplásticos empleados como vectores de medicamentos (Patel et al. 2009), así como los empleados para la impresión en 3D.

Por otro lado, los microplásticos secundarios son aquellos que resultan de la degradación de plásticos mayores expuestos a radiación UV, cambios térmicos o abrasión. Este proceso produce decoloración, fisuras y fragmentación de los materiales. Un ejemplo cotidiano es la liberación de fibras sintéticas durante el lavado de ropa: un solo ciclo puede liberar más de 1.900 microfibras que alcanzan el mar a través de los efluentes de aguas residuales (Browne et al. 2011).

La presencia de microplásticos en sedimentos costeros, organismos marinos e incluso en tejidos humanos ha sido documentada en los últimos años, lo que evidencia la magnitud del problema y su potencial de bioacumulación y transferencia trófica (Ragusa et al. 2021, Galloway et al. 2023).

- **Efectos en los organismos marinos y el ser humano**

Los organismos marinos han evolucionado durante millones de años para enfrentar variaciones ambientales (temperatura, pH, salinidad, CO_2, carbonatos, etc.) mediante mecanismos fisiológicos adaptativos (Deudero & Alomar 2015). No obstante, los plásticos son agentes recientes en escala geológica: aparecen hace menos de un siglo, permanecen persistentes en el ambiente y su rápida proliferación ha superado la capacidad adaptativa natural de muchas especies. En este contexto emerge el concepto de la plastisfera (Zettler et al. 2013), aplicado a las comunidades microbianas que colonizan superficies plásticas en el mar. En plásticos de polietileno, polipropileno u otros polímeros, se han identificado colonias de bacterias, algas y protozoos, así como invertebrados epiplásticos: Reisser et al. (2014) reporta géneros de diatomeas como Navicula, Nitzschia, Cocconeis, Achnanthes y Thalassiosira, además de colonias de briozoos, isópodos del grupo Asellota, huevos de insectos marinos (Halobates), gusanos marinos y otros organismos.

Más allá de la colonización, la literatura contemporánea documenta múltiples impactos negativos de macroplásticos y microplásticos en organismos marinos. Los macroplásticos provocan mortalidad por enredos, atrapamientos y obstrucción digestiva (Gall & Thompson 2015). La revisión global de Laist (1997) identificó 136 especies afectadas por basura marina, cifra que Gall & Thompson ampliaron a 693 especies, de las cuales un 17 % están clasificadas como amenazadas según la IUCN. Las tortugas marinas son particularmente vulnerables a enredos en redes y equipos de pesca tanto en mar como en playas de anidación (Bugoni et al. 2001, Kasparek 1995). Las aves marinas presentan frecuentemente enredos en picos, alas y patas, comprometiendo su capacidad alimenticia y movilidad (Buxton et al. 2013, Rodríguez et al. 2013). Cetáceos (ballenas y delfines) y focas pueden enredarse alrededor de la cabeza o extremidades, especialmente en redes fantasma abandonadas (Moore et al. 2013, Van der Hoop et al. 2013, Waluda 2013, Hanni & Pyle 2000, Page et al. 2004, Boren et al. 2006, Allen et al. 2012). Organismos bentónicos móviles (peces, crustáceos, gusanos) también pueden quedar atrapados en restes fantasmas o redes abandonadas en el fondo marino (Bilkovic et al. 2014, Anderson & Alford 2014, Erzini et al. 2008, Antonelis et al. 2011, Kim et al. 2014, Uhrin et al. 2014).

Además, numerosos estudios han documentado la ingestión de microplásticos en invertebrados (gusanos, mejillones, percebes) y en peces, aves y mamíferos marinos (Thompson et al. 2004, Browne et al. 2008, Ward & Kach 2009, Von Moos et al. 2012, Jacobsen et al. 2010, Provencher et al. 2010, Davison & Asch 2011). En los arrecifes coralinos, el plástico ha demostrado aumentar la probabilidad de enfermedad entre 20 y 89 veces, además de acumularse dentro y sobre los pólipos y alterar las estructuras comunitarias de los corales (Lamb et al. 2018, Tang et al. 2021).

Se han detectado fragmentos plásticos incluso a más de 10 km de profundidad en la Fosa de las Marianas, donde las condiciones ambientales favorecen la preservación de residuos durante siglos (Taylor 2017).

Los fragmentos plásticos también actúan como vectores de dispersión biológica: pueden transportar organismos a lo largo de gradientes horizontales o verticales, colonizando nuevas áreas (Gregory 2009, Kiessling et al. 2015). En zonas intermareales, la acumulación de basuras puede reducir la penetración de luz, afectando la vegetación sumergida (Viehman et al. 2011, Uhrin & Schellinger 2011), modificar la permeabilidad y transferencia térmica en la arena (Carson et al. 2011), e inducir zonas anóxicas en sedimentos que afectan a algas bentónicas y organismos del fondo (Uhrin et al. 2005, Moore 2008, Gregory 2009, Green et al. 2015).

Aunque no todos los aditivos plásticos son nocivos, muchos pueden liberarse al ambiente marino (Rochman 2015). Los plásticos actúan como reservorios de contaminantes orgánicos persistentes (COP) (Mato et al. 2001, Teuten et al. 2009, Engler 2012). Sustancias como los aroclores de PCB, por su estabilidad, pueden viajar grandes distancias y afectar ecosistemas lejos del punto de origen (Geyer et al. 2017). Partículas microscópicas pueden atravesar células y órganos, alterar hormonas y afectar la reproducción, el desarrollo y comportamiento de organismos marinos (Porte et al. 2006). Plásticos “seguros” pueden liberar compuestos tóxicos en condiciones marinas (Hamlin et al. 2015, Muncke et al. 2020).

La acumulación de microplásticos y las sustancias que portan plantea un riesgo adicional por transmisión trófica: organismos filtradores (fitoplancton, zooplancton) pueden ingerir partículas que luego son transferidas a otros niveles tróficos (Anderson et al. 2016). Estudios recientes demuestran la transferencia entre copépodos y peces linterna, y de peces a mamíferos marinos (Setälä et al. 2014, Murray & Cowie 2011). En humanos, se han detectado microplásticos en heces (Schwabl et al. 2019; Zhang et al. 2021) y en tejidos (Ibrahim et al. 2020), y se ha medido su presencia en sangre humana (Leslie et al. 2022), lo que evidencia su biodisponibilidad.

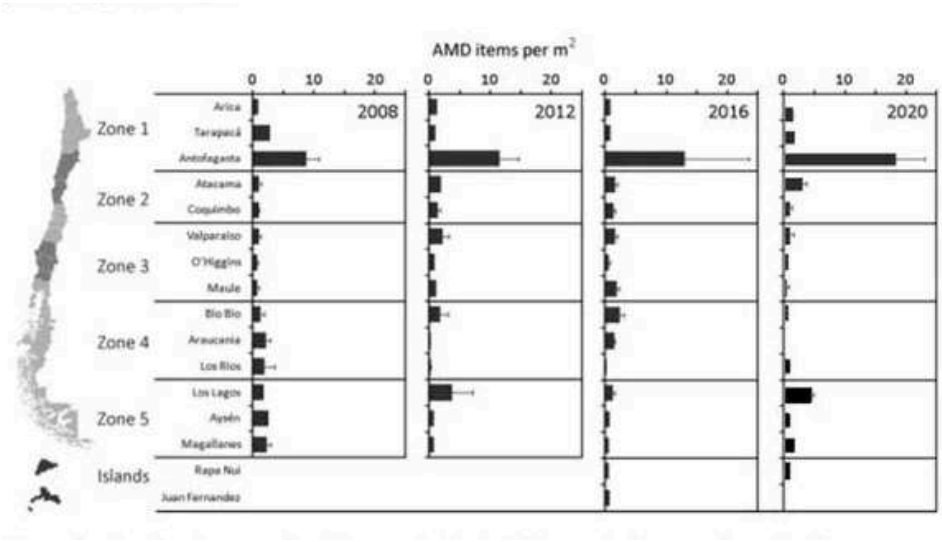
- **Situación en Chile**
-

Aunque la basura marina antropogénica (BMA) es un problema global, en América Latina su estudio ha sido históricamente limitado. En la región del Pacífico Sur Oriental, hasta comienzos de la década de 2000 sólo Chile y Colombia habían publicado investigaciones sobre BMA en el ambiente marino, enfocadas principalmente en desechos flotantes (Thiel et al. 2003, Ivar do Sul & Costa 2007).

Un cambio significativo se produjo en 2007 con la creación del programa de ciencia ciudadana “Científicos de la Basura”, impulsado por la Universidad Católica del Norte. Este programa reúne a escolares, docentes e investigadores que aplican el método científico para monitorear la contaminación por basura en el litoral chileno (Bravo et al. 2009, Eastman et al. 2014, Thiel et al. 2021). Desde entonces, el proyecto ha realizado múltiples campañas nacionales de muestreo, proporcionando una base de datos única para el seguimiento de la contaminación costera.

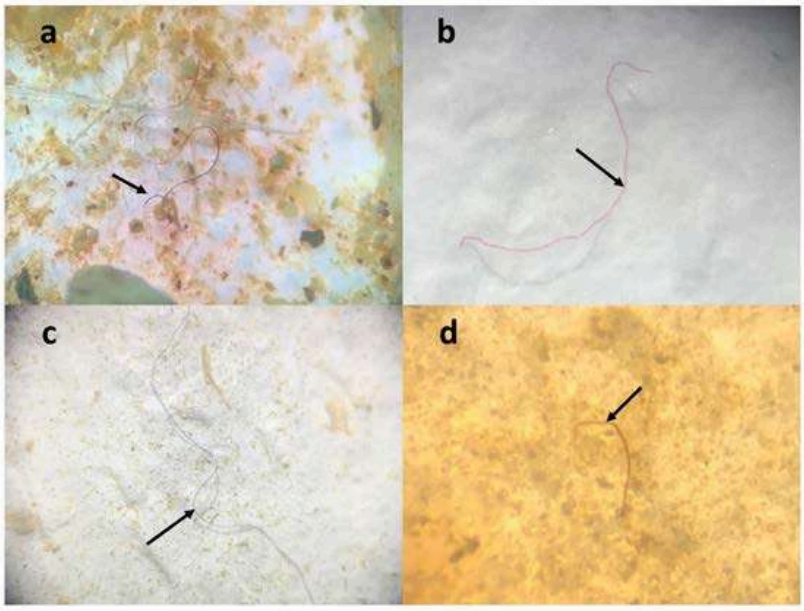
Las primeras encuestas de playa, efectuadas entre agosto y septiembre de 2008, abarcaron 43 playas distribuidas desde Arica (18°S) hasta Punta Arenas (53°S). Los resultados mostraron una densidad media de 1,8 ítems/m², dominados por plásticos, colillas de cigarrillos y vidrio (Bravo et al., 2009). Posteriormente, se repitieron muestreos nacionales en 2008, 2012, 2016 y 2020, cuyos resultados fueron compilados por Gallardo et al. (2021). En términos generales, no se observó una reducción significativa de la basura en las playas chilenas durante los 12 años de estudio, pese a la implementación de normativas y campañas educativas. En todos los periodos evaluados, la Región de Antofagasta destacó con las mayores densidades de basura (6,8; 11,4; 12,0 y 17,0 ítems/m² en 2008, 2012, 2016 y 2020, respectivamente), seguida por Los Lagos y Atacama, que también mostraron incrementos sostenidos. En cuanto a composición, los plásticos representaron el 34,6 % de los desechos en 2020, seguidos de vidrio (22,4 %) y colillas de cigarrillos (20 %), observándose además residuos emergentes asociados a la pandemia, como mascarillas y guantes descartables (Gallardo et al., 2021). En los cuatro muestreos, la región con mayor cantidad de basura resultó ser la Región de Antofagasta, con 6,8, 11,4, 12,0 y 17,0 unidades de basura por m2 en los años 2008, 2012, 2016 y 2020, respectivamente. En el año 2020, la Región de Los Lagos en las cuatro campañas también tuvo un aumento de 1,7 unidades de basura por m2 en 2008, a 3,7 unidades de basura por m2 en 2020, como también la Región de Atacama aumentó en los años 2008, 2012, 2016 y 2020 a 0,6, 1,9, 1,8 y 2,3 unidades de basura por m2, respectivamente (Figura 6.17). La acumulación diferencial entre regiones se explica por factores geográficos, urbanos y productivos. Antofagasta y Atacama concentran grandes centros urbanos, minería costera y actividades portuarias; mientras que Los Lagos presenta una fuerte influencia de la acuicultura, especialmente en torno a centros de cultivo de salmónidos. Estas fuentes combinadas explican la persistencia de residuos plásticos y redes abandonadas (ghost fishing gear) en ambientes litorales y submareales.

Figura 6.17. Abundancia promedio de basura (unidades de basura/m2) para cada región durante las cuatro campañas de muestreo. Las líneas sobre las barras indican la desviación estándar (Fuente: Gallardo et al. 2021).



En los últimos años, investigaciones adicionales han ampliado la comprensión sobre el impacto de los microplásticos en ecosistemas marinos chilenos. Paredes-Osses et al. (2021) describen los principales focos de contaminación y las rutas de transporte desde fuentes terrestres hacia el océano, destacando la ausencia de políticas nacionales de gestión integral de microplásticos. El trabajo recopila toda la evidencia científica disponible hasta 2021 y concluye que los microplásticos están presentes en todos los ecosistemas marinos y costeros de Chile, incluyendo aguas superficiales, sedimentos, playas, organismos marinos y hasta el fitoplancton. Las concentraciones más altas se registran en las zonas norte y centro-sur (Antofagasta, Coquimbo, Valparaíso, Biobío), donde hay mayor actividad urbana, industrial y portuaria. En tanto, Mendez-Sanhueza et al. (2023) documentaron microfibras sintéticas en heces de aves marinas del centro de Chile, evidenciando transferencia trófica (Figura 6.18). Esta publicación constituye la primera evidencia directa de contaminación por microplásticos en aves marinas del litoral central de Chile. Los autores analizaron heces de diversas especies de aves costeras y pelágicas (principalmente gaviotas y cormoranes) recolectadas entre Coquimbo y Valparaíso, encontrando microfibras plásticas en el 97 % de las muestras analizadas, con un promedio de 3,6 partículas por muestra. La mayoría correspondió a fibras transparentes y azules de polímeros sintéticos comunes como poliéster, polietileno y polipropileno, asociadas principalmente al desprendimiento de textiles y redes de pesca. El trabajo concluye que las aves marinas están expuestas de manera crónica a la ingestión indirecta de microplásticos, ya sea a través del consumo de presas contaminadas o por contacto ambiental. Los resultados confirman que los ecosistemas costeros chilenos, incluso lejos de grandes urbes, presentan una contaminación generalizada por microplásticos, y los autores advierten la necesidad urgente de estudios ecotoxicológicos y de monitoreos sistemáticos para evaluar los efectos de esta exposición en la salud y fisiología de las aves y otros vertebrados marinos.

Figura 6.18. Microfibras identificadas en heces de aves marinas (Larus dominicanus, Spheniscus magellanicus). (a) Microfibra azul identificada en heces de pingüino de Magallanes; (b) Microfibra roja identificada en heces de pingüino de Magallanes; (c) Microfibra negra identificada en heces de polluelos de gaviota dominicana; (d) Microfibra roja identificada en heces de polluelos de gaviota dominicana (Fuente: Méndez-Sanhueza et al. 2023).



Por su parte, Recabarren et al. (2025) demostraron el transporte fluvial-marino de microplásticos desde ríos urbanos del Biobío hacia el océano, estableciendo una conexión directa entre contaminación terrestre y marina. Mediante muestreos estacionales de agua superficial, sedimento y material particulado, los autores determinaron que el Biobío actúa como una vía de transporte activa de microplásticos hacia el océano, especialmente durante los períodos de mayor descarga fluvial (invierno-primavera). Se identificaron concentraciones promedio de hasta 1.250 partículas/m³ en el estuario y 450 partículas/m³ en la pluma costera, predominando las microfibras y fragmentos de polímeros como polietileno y polipropileno, de origen textil, urbano e industrial. El estudio confirma además que los procesos hidrodinámicos locales (vientos del suroeste y corrientes de deriva litoral) favorecen la dispersión de los microplásticos a zonas costeras adyacentes. En conjunto, los resultados revelan que los ríos urbanos chilenos representan importantes rutas de exportación de microplásticos al mar, subrayando la necesidad de integrar el control de estas emisiones en la gestión de cuencas y políticas ambientales costeras

El panorama nacional evidencia, por tanto, un problema persistente y estructural, en el que los plásticos continúan siendo el componente dominante de la basura marina (60–80 % de los ítems totales). Las cifras de densidad, composición y persistencia muestran que la contaminación por plásticos en Chile no ha disminuido significativamente entre 2008 y 2024, pese a las nuevas leyes (como la Ley REP y la Ley de Plásticos de un Solo Uso) y a un creciente esfuerzo educativo.



6.2 CAUSAS Y DETERMINANTES DEL ESTADO DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS DEL BORDE COSTERO



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

6.2.1. LOS DESEQUILIBRIOS DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DERIVADOS DE LA EXPLOTACIÓN DEL MAR

Contaminación del mar y del borde costero debido a actividades terrestres residenciales, productivas y de consumo por grupo de regiones

La contaminación marina se define como "la introducción, directa o indirecta, de sustancias o energéticos en el medio marino (incluyendo los estuarios), la cual acaba por dañar los recursos vivos, poner en peligro la salud humana, alterar las actividades marinas —entre ellas la pesca— y reducir el valor recreativo y la calidad del agua del mar" (GESAMP 1972). El mar cubre aproximadamente el 71 % de la superficie del planeta, con un espesor medio de 2,7 km y un volumen estimado de 1,4 millones de km³. Estas magnitudes condujeron durante décadas al mito de que el océano poseía una capacidad de dilución infinita, capaz de asimilar los desechos sin consecuencias. Sin embargo, los procesos de dispersión, degradación y sedimentación en el mar son lentos, lo que permite la acumulación de contaminantes en bahías, fiordos y zonas estuarinas, afectando ecosistemas sensibles.

Uno de los procesos de contaminación marina más relevantes es la de origen químico, la cual puede tener causas naturales —como las erupciones volcánicas— o antropogénicas, derivadas de la actividad industrial, urbana y agrícola. En este último caso, los compuestos que ingresan al ambiente, tales como metales, hidrocarburos, nutrientes y contaminantes orgánicos persistentes, suelen permanecer durante largos períodos de tiempo (Chiang 1988, López 1994). La contaminación química se caracteriza por alterar las propiedades del agua, modificar los ciclos biogeoquímicos y afectar a los organismos acuáticos y a la salud humana.

La calidad del agua en las zonas costeras constituye un motivo creciente de preocupación, dado que en ellas confluyen fuentes de contaminación múltiples y actividades intensivas, como la pesca, el transporte marítimo, la acuicultura y el turismo (Quilodrán 2002). En Chile, las mayores concentraciones poblacionales se ubican en bahías o sectores cercanos al litoral. Estas áreas, naturalmente protegidas, tienden a acumular residuos urbanos e industriales, generando presiones ambientales que pueden alterar la productividad y el equilibrio ecológico (Ahumada 1995). Los contaminantes acumulados en los sedimentos pueden transformar estos ambientes en matrices de alta toxicidad, afectando la biodiversidad bentónica, reduciendo la abundancia de especies y provocando procesos de desfaunación progresiva (Mudge & Seguel 1999, Rudolph et al. 2002). La materia orgánica en exceso agota el oxígeno disuelto, mientras que los metales pesados y los hidrocarburos alteran los tejidos y la fisiología de los organismos, afectando su reproducción, crecimiento y supervivencia (Van den Hurk et al. 1996).

A comienzos de la década de 1990 se inició en Chile la construcción de las primeras Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS), proceso que se aceleró con la promulgación del Decreto Supremo N° 90/2000 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que estableció la Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales. Este marco regulatorio impulsó una modernización del sistema sanitario nacional, motivada por el aumento de enfermedades entéricas vinculadas al vertimiento de aguas servidas sin tratamiento. Actualmente, Chile presenta una cobertura de tratamiento cercana al 99 % en zonas urbanas, situándose a la altura de países desarrollados (SISS 2024). Existen aproximadamente 299 sistemas de tratamiento en operación, con tecnologías que incluyen lodos activados, lagunas aireadas y emisarios submarinos (AIDIS 2019).

A pesar del alto nivel de cobertura, una proporción significativa del caudal tratado se descarga directamente al mar, principalmente mediante emisarios submarinos. Según datos actualizados de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS 2024), los emisarios descargan aproximadamente 265 millones de metros cúbicos anuales de aguas servidas tratadas, lo que representa cerca del 22 % del total nacional. Estos volúmenes de vertimiento equivalen a cerca de 8 m^3/s y constituyen una de las principales fuentes de aporte de materia orgánica, nutrientes y contaminantes emergentes al borde costero. Informes sectoriales previos estiman valores similares, del orden de 259 millones de m^3 anuales, confirmando la persistencia de esta tendencia (CR2 2023). En regiones específicas, como Coquimbo y Antofagasta, la proporción de descarga al mar supera el 70 %, alcanzando hasta 900 L/s, mientras que en zonas del sur y centro-sur las descargas son menores y dispersas (CDH Ingeniería 2025, GORE Coquimbo 2025).

A partir de la información más reciente, se puede resumir la magnitud de los vertimientos marinos en Chile entre 2021 y 2025 de la siguiente manera (Tabla 6.5):

Tabla 6.5. Volúmenes estimados de descargas vía emisarios submarinos en Chile (2021–2025)

Región / Ámbito	Volumen Estimado Anual Descargado Al Mar	Comentarios / Fuente
Nacional (promedio)	≈ 265 millones m^3/año (~22 %)	Informe Final SISS 2024. Descarga nacional estimada vía emisarios submarinos.
Zonas urbanas costeras	≈ 259 millones m^3/año	Estimación sectorial 2023 (CR2).
Región de Coquimbo	≈ 900 L/s (~72 % volumen tratado local)	Proyecto regional de reúso GORE Coquimbo 2025.
Región de Antofagasta	—	Mayor concentración de PTAS costeras y descargas históricas directas al mar.
Zonas rurales	< 5 %	Menor infraestructura, descargas difusas o a suelo.
Total nacional (promedio 2021–2025)	260–270 millones m^3/año	Promedio integrado de descargas marinas anuales.

Fuente: Elaboración propia con base en SISS (2024), CR2 (2023), CDH Ingeniería (2025), SNIFA-SMA (2024) y GORE Coquimbo (2025).

.

En el primer semestre de 2024, el emisario submarino de Coquimbo (AGV) fue objeto de fiscalización dentro del sistema SNIFA-SMA, confirmando la continuidad operativa y la vigilancia ambiental activa sobre estas instalaciones (SNIFA-SMA 2024). Si bien el marco regulatorio vigente —el Decreto Supremo N° 90/2000— continúa rigiendo las descargas al mar, se han iniciado procesos de revisión técnica y proyectos de ley orientados a la reutilización de aguas tratadas y la reducción de descargas marinas. El Proyecto de Ley N° 17.329-09 (Cámara de Diputadas y Diputados 2025) busca establecer un marco jurídico para el reúso seguro de aguas residuales tratadas, alineándose con los objetivos de economía circular y adaptación al cambio climático.

El desafío actual no radica únicamente en mantener la cobertura de tratamiento, sino en optimizar el destino del agua tratada. La descarga al mar implica la pérdida de un recurso valioso en un contexto de creciente escasez hídrica, especialmente en regiones áridas del norte y centro de Chile. Además, los efluentes tratados pueden contener contaminantes emergentes —nutrientes, microplásticos, fármacos y compuestos orgánicos persistentes— que afectan la biota costera y la calidad del agua. La expansión del monitoreo de contaminantes y la implementación de tecnologías de tratamiento terciario o avanzado son acciones clave para reducir los impactos sobre los ecosistemas marinos.

En este contexto, el país enfrenta la necesidad de transitar hacia un modelo de gestión integrada del ciclo del agua, en que los vertimientos marinos representen la última opción y no la vía principal de disposición. Ello requiere fortalecer las capacidades institucionales, incorporar el reúso agrícola e industrial de las aguas tratadas y promover la restauración ecológica de los ecosistemas costeros. Si bien la normativa ambiental chilena ha permitido grandes avances en saneamiento urbano, los desafíos actuales exigen integrar la gestión hídrica, sanitaria y territorial bajo un enfoque de sostenibilidad ambiental y resiliencia climática.

Dada la extensa costa con que cuenta el litoral nacional, junto con la discontinuidad de ocupación del territorio, la dispar densidad poblacional y las diversas actividades productivas que se llevan a cabo a lo largo del territorio, hace que las fuentes de contaminación que afectan al borde costero y a los ecosistemas marinos sean distintos dependiendo de las Regiones en las cuales se centre el estudio. Por lo anterior, a continuación, se hará un breve repaso de las fuentes de contaminación que pueden menoscabar el borde costero considerando las regiones naturales de Chile.

6.2.2 SITUACIÓN GENERAL DEL BORDE COSTERO NACIONAL

Regiones Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y Atacama

Las Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y Atacama, abarcan todo el Norte Grande y parte del Norte Chico de Chile. Esta zona se asocia evidentemente con la explotación y refinación de diversos minerales. No obstante, Chile continúa consolidando su liderazgo como principal productor mundial de cobre, manteniendo una posición dominante en el mercado internacional. De acuerdo con datos recientes, en 2024 el país produjo aproximadamente 5,3 millones de toneladas métricas, equivalente a cerca del 23 % de la producción global (Investing News Network 2024, U.S. Geological Survey [USGS] 2024).

Le siguen la República Democrática del Congo, con una producción estimada de 3,3 millones de toneladas, y Perú, con 2,6 millones de toneladas (Nasdaq 2024). Esta supremacía productiva refuerza el papel de Chile como actor estratégico en el abastecimiento mundial de cobre, pero también conlleva una serie de desafíos ambientales asociados a la generación de pasivos mineros y a la presión sobre los ecosistemas costeros del norte del país, donde se concentran las principales faenas extractivas y portuarias vinculadas a la exportación del mineral. La producción del cobre se ha acompañado de pasivos ambientales, siendo los más importantes desde el punto de vista del medioambiente marino, la existencia de tranques de relaves cuyos residuos fueron descargados al mar durante años, ya sea en forma directa, a través de emisarios submarinos, como en forma indirecta, a través de cursos de aguas naturales (ríos, esteros). Esto trajo consigo amplias zonas costeras con presencia de altas concentraciones de metales pesados, tales como cobre, mercurio, cadmio, níquel y zinc, entre otros. Caso emblemático lo constituye Chañaral: desde 1938 y hasta 1991 los relaves de Potrerillos y El Salvador se vaciaron, a través del río Salado, en el litoral de Chañaral, lo que repercutió directamente en la calidad ambiental de sus playas. Fernández et al. (2001), reportaron concentraciones promedio de cobre de 190 ppb en el intermareal, dos órdenes de magnitud mayores que en otras zonas de Atacama. Estos contaminantes no solo afectan la fauna marina, sino que pueden bioacumularse y alcanzar niveles tróficos superiores, incluyendo al ser humano. En ciudades costeras del norte de Chile, donde existen 49 caletas pesqueras oficiales (D.S. 240/1998), este riesgo es especialmente relevante. Cabe mencionar que según informes recientes de Cochilco (2022) y la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA 2023), existen actualmente 764 depósitos de relaves en Chile, concentrándose más del 80% en el norte del país. El 62% se encuentran inactivos y un 23% abandonados, representando riesgos de dispersión de metales hacia cursos de agua y el borde costero. Asimismo, se identificaron 97 relaves abandonados con potencial de reubicación prioritaria (La Tercera 2023). Estudios recientes (Parodi et al. 2022) han demostrado que los relaves del norte emiten material particulado fino (PM10) con trazas metálicas, que pueden depositarse incluso en zonas costeras, contribuyendo a la contaminación difusa marina.

Vásquez (2005), en tanto, indicó que en esta zona los valores de cobre, níquel, arsénico y plata son inusualmente altos en comparación global. En áreas contaminadas como Caleta Palito y Chañaral, la biodiversidad de macroalgas intermareales se reduce drásticamente, con presencia exclusiva de Enteromorpha compressa. En contraste, playas no contaminadas exhiben entre 10 y 22 especies de macroalgas.

Los puertos comerciales, pesqueros y de cabotaje son otra fuente de contaminación costera. En la zona norte destacan los puertos de Arica, Iquique y Antofagasta, además de Patache, Mejillones, Taltal, Tocopilla, Huasco, Chañaral y Caldera (DIRECTEMAR 2025). Su ubicación en bahías protegidas favorece la sedimentación de partículas contaminantes. La actividad portuaria, sumada a derrames crónicos de hidrocarburos, genera presiones ambientales elevadas (Ahumada 1995, Rudolph et al. 2002). Aguirre-Martínez et al. (2009) reportaron en Iquique las mayores concentraciones de metales (20 µg/g de Cd, 370 µg/g de Pb, 514 µg/g de Cu). Bahías como Mejillones del Sur, San Jorge y Caldera han sido ampliamente estudiadas (Valdés & Sifeddine, 2009; Valdés et al, 2000, 2005, 2007), Bahía San Jorge (Calderón & Valdés, 2012), sistema de bahías de Caldera (Valdés & Castillo, 2014), revelando enriquecimiento leve pero persistente de metales pesados.

Otra fuente de contaminación corresponde a los residuos orgánicos industriales, especialmente de plantas pesqueras. Aunque la regulación ambiental ha permitido disminuir las descargas directas, aún ocurren vertimientos desde embarcaciones con restos de pescado, escamas y sangre, que generan microzonas hipóxicas (Mudge & Seguel 1999).

Las centrales termoeléctricas costeras también generan impactos significativos. Estas plantas utilizan sistemas de enfriamiento directo, captando agua de mar y devolviéndola con temperaturas 8–12 °C mayores, lo que afecta a organismos planctónicos y bentónicos (Bamber & Seaby 2004, Roco 2010). En Bahía de Mejillones y Tocopilla se ubican grandes complejos termoeléctricos, operados por AES y ENGIE, que representan fuentes de calor, biocidas y descargas térmicas continuas). No obstante lo anterior, AES Andes comunicó el retiro anticipado de las unidades termoeléctricas Norgener 1 y Norgener 2 en Tocopilla, cada una de 138 MW, cuyo cese será efectivo el 31 de diciembre de 2025 (La Tercera 2025). Adicionalmente, AES Andes publicó en su sitio web que estas unidades dejarán de operar en base al carbón a fin de 2025, como parte de su estrategia de descarbonización (www.aesandes.com). Esta decisión implica el retiro de 276 MW de capacidad de carbón y afectará contablemente cerca de USD 200 millones. Por su parte, ENGIE Chile comunicó a la Comisión Nacional de Energía que pretende dejar de operar sus unidades termoeléctricas de carbón Andina (CTA) y Hornitos (CTH) en el Complejo Térmico de Mejillones a partir del 31 de diciembre de 2025. Su plan implica desconectar sus unidades de carbón y completar su retiro de generación con carbón al 1 de enero de 2026 (https://www.engie.cl/).

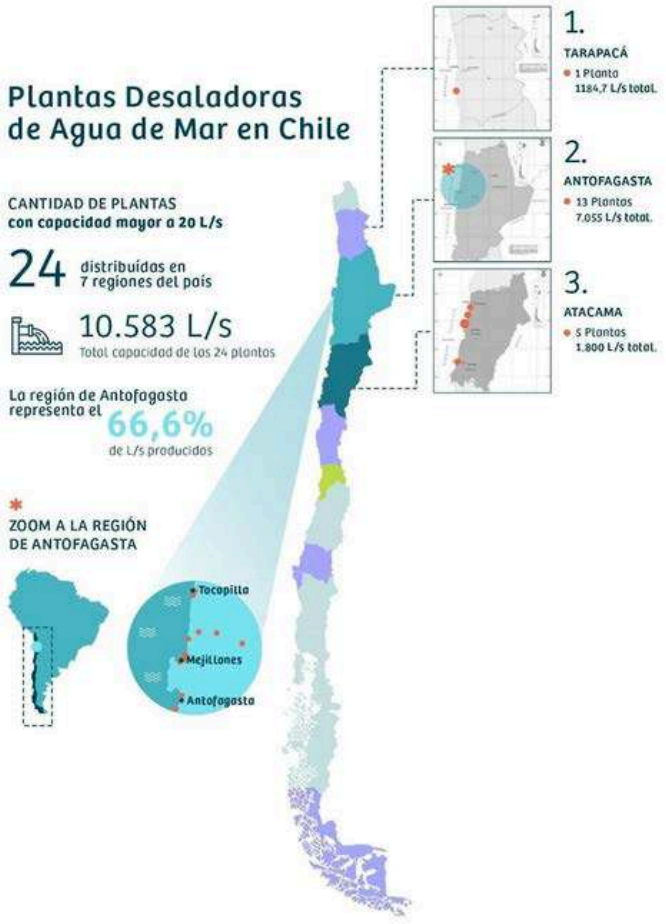
Junto con lo anterior, y teniendo como característica también la toma de agua, han comenzado a aparecer las plantas desalinizadoras, como respuesta a la escasez de agua potable y de agua para usos industriales en el norte de Chile. Una planta desaladora capta agua del mar y la procesa mediante distintos sistemas hasta convertirla en apta para el consumo humano y/o para usos industrial y agrícola. Desde el punto de vista medioambiental el funcionamiento de estas plantas se correlaciona con varios impactos en el medio marino: generación de descarga de salmuera (por lo general, hasta 69 g/L, considerando que el agua de mar en el norte de Chile promedia los 34-35 g/L), que pueden contaminar los acuíferos y dañar los ecosistemas acuáticos, debido al contenido en sales; succión de aguas con contenido de plancton, afectando la productividad primaria y secundaria; y aporte de contaminantes, debido a los pretratamientos químicos y anticorrosivos (cloruro férrico, ácido cítrico, ácido sulfúricos, entre otros compuestos).

En relación con el desarrollo de infraestructura hídrica, la desalinización de agua de mar se ha consolidado como una de las principales estrategias para enfrentar la escasez hídrica en el norte del país. Según el catastro elaborado por la Asociación Chilena de Desalinización (ACADES 2025), actualmente existen 24 plantas desaladoras en operación con capacidad superior a 20 L/s, distribuidas en siete regiones del territorio nacional, alcanzando una capacidad total de 10.583 L/s (Figura 6.20).

La Región de Antofagasta destaca por su concentración de proyectos, representando el 66,6 % del total nacional, equivalente a 7.055 L/s distribuidos en 13 plantas desaladoras, ubicadas principalmente en las comunas costeras de Tocopilla, Mejillones y Antofagasta, donde abastecen a faenas mineras, industrias y sistemas sanitarios urbanos. En tanto, la Región de Atacama cuenta con cinco plantas que en conjunto producen 1.800 L/s, y la Región de Tarapacá con una planta que genera 1.184,7 L/s. Esta distribución evidencia una clara concentración de la desalinización en el Norte Grande, donde la disponibilidad natural de recursos hídricos continentales es limitada y la demanda industrial es alta. Asimismo, el "zoom" mostrado en la Figura 6.20 sobre la Región de Antofagasta, ilustra la asociación espacial entre la localización de las plantas y los principales polos mineros e industriales del país, confirmando el papel de la desalinización como una infraestructura estratégica para la seguridad hídrica nacional.

Si bien esta tecnología permite disminuir la presión sobre las fuentes continentales, también plantea nuevos desafíos ambientales, como la gestión de las descargas de salmuera hipersalina, la posible alteración de comunidades bentónicas y la necesidad de optimizar la eficiencia energética de los procesos de ósmosis inversa. En este contexto, se hace cada vez más relevante fortalecer la regulación ambiental, la fiscalización y la adopción de buenas prácticas operacionales y tecnológicas que mitiguen los impactos sobre los ecosistemas costeros del norte de Chile.

Figura 6.20. Catastro de plantas desalinizadoras en el norte de Chile (Fuente: Modificado de ACADES 2025).



Regiones de Coquimbo, Valparaíso, O'Higgins y Maule, sin contar la Región Metropolitana

Las Regiones de Coquimbo, Valparaíso, O'Higgins y Maule (excluida la Región Metropolitana), tienen una dinámica territorial marcada principalmente por sectores comerciales, agrícolas, forestales e industriales de menor escala que en el Norte. En estas zonas sobresalen industrias como la harina de pescado y conservas, además de actividades mineras locales (oro, plata, cobre y manganeso) en menor proporción respecto al Norte Grande.

Por ello, una de las principales fuentes de contaminación marina se deriva de la actividad agrícola intensiva, mediante el uso de fertilizantes, herbicidas, fungicidas e insecticidas que son transportados desde zonas interiores hacia el mar a través de ríos y escorrentías. Un caso ilustrativo es la cuenca del río Aconcagua (Región de Valparaíso), que alimenta importantes asentamientos urbanos e industriales de Valparaíso. Estudios del Ministerio del Medio Ambiente muestran que esta cuenca contiene múltiples bocatomas, descargas domiciliarias e industriales en sus afluentes (Estero Catemu, Los Litres) y que existe operación minera en las cabeceras (por ejemplo, CODELCO División Andina), cuyos drenajes aportan metales al sistema hídrico (Ingeniería y Gestión Ambiental 2021). Además, la cuenca alberga centrales hidroeléctricas, incluidos proyectos de pasada, que interactúan con el régimen hídrico.

Otra fuente significativa proviene de las descargas urbanas e industriales de aguas servidas y efluentes no tratados. Aunque muchas aguas residuales pasan por algún tratamiento, aún existen emisarios submarinos que vierten aguas con carga orgánica y bacteriológica al borde costero. Por ejemplo, el informe PRAS de Ingeniería y Gestión Ambiental (2021) señala que las plantas sanitarias de Esval realizan tratamiento preliminar, por lo que el emisario puede contener una gama variable de contaminantes. En la bahía de Quintero se han identificado múltiples emisores extremos de aguas residuales industriales e incluso domésticas, concentrados en pocos kilómetros de costa. Como resultado de estas dinámicas múltiples, se ha observado una degradación progresiva de la calidad del agua costera, con presencia de coliformes fecales, nutrientes, residuos orgánicos y metales traza en los sedimentos y fauna marina (Campos et al. 1988, Ingeniería y Gestión Ambiental 2021).

Para el futuro, este escenario obliga a reforzar el monitoreo continuo, la mejora tecnológica de plantas de tratamiento, y el control de las fuentes difusas agrícolas e industriales. También es clave promover estudios locales recientes para cuantificar la carga contaminante real descargada al mar, y articular políticas de gestión integrada de cuencas costeras que consideren el transporte fluvial-marino de contaminantes.

Adicionalmente, debe destacarse que entre las Regiones de Coquimbo y Valparaíso también se encuentra un sistema importante de bahías que albergan muchas actividades industriales, destacando las del tipo portuaria, pesquera, acuícola y energía. Así, el sistema de bahías de la IV Región, constituye un foco importante de actividad portuaria, pesquera y acuícola, que ha generado impacto en las mismas. Destacan las bahías de Coquimbo, Guanaqueros y Tongoy. En este se encuentra el puerto de Coquimbo y el de Tongoy, con sus respectivos aportes de sustancias contaminantes al medio marino. La actividad pesquera también resulta relevante: sólo en la Región de Coquimbo se localizan 33 caletas pesqueras oficiales (D.S. 240/1998). La actividad acuícola es activa también en la Región de Coquimbo, la que produjo en el año 2024 (SERNAPESCA 2024), 1.213 toneladas del alga pelillo, 3.930 toneladas de ostión del norte, 2

toneladas de congrio colorado y una tonelada de ostra del pacífico. El cultivo de organismos filtradores como ostiones y ostras, aunque no implica un suministro externo de alimento, también tiene diferentes efectos ambientales y concentran elementos de desecho en las inmediaciones a los centros donde son cultivados. Sin embargo, es necesario indicar que sus efectos son al menos 15 veces menores que el de organismos que requieren un aporte exógeno de alimento como en el caso de los salmones. A pesar de ello, debe indicarse que los filtradores producen un aumento de la biodepositación en el lugar de cultivo junto con una disminución de la sedimentación en un área geográfica mayor, fenómeno que no ocurre en el cultivo de salmones.

Las bahías en la Región de Valparaíso también presentan ocupación portuaria, pesquera, de proyectos energéticos y desalinizadoras, entre otros usos. Así, la bahía de Quintero presenta múltiples usos, todos los cuales generan intervención antrópica. Algunas de las empresas que operan en esta área son Gasmar, Oxiquim, AES Gener, Puerto Ventanas, COPEC, CODELCO Ventanas, ENAP, GNL y Esval. Un completo catastro y análisis de riesgo ecológico por sustancias potencialmente contaminantes en las aguas marinas de las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví se encuentra contenido en el estudio realizado por el CEA (2013).

Cabe mencionar que tanto en la Región de Coquimbo como en la de Valparaíso, también se encuentran operando plantas desalinizadoras. En la Región de Coquimbo (Figura 6.21), se encuentra actualmente una planta desaladora de agua de mar con una participación equivalente al 4% del total nacional de plantas en operación o construcción, según el catastro de la Asociación Chilena de Desalinización (ACADES 2025). Esta planta corresponde a la Planta Desaladora Puerto Punta Chungo, propiedad de Antofagasta Minerals, destinada principalmente al autoconsumo industrial. El sistema emplea la tecnología de ósmosis inversa (OR) para la producción de agua desalinizada de calidad industrial, con una capacidad instalada de 400 L/s y una capacidad de almacenamiento de 3.000 m^3. Su operación se inició el año 2024, consolidándose como una de las principales fuentes de abastecimiento hídrico alternativo en la zona norte de la región, especialmente para las faenas mineras del grupo minero Los Pelambres. La Planta Puerto Punta Chungo representa un ejemplo del avance tecnológico y de la expansión del uso de la desalación como medida de adaptación a la escasez hídrica en el norte chico de Chile. Su implementación refleja la creciente tendencia de la gran minería hacia el uso de fuentes no convencionales de agua, reduciendo la presión sobre los recursos hídricos continentales y las cuencas agrícolas del valle del Choapa.

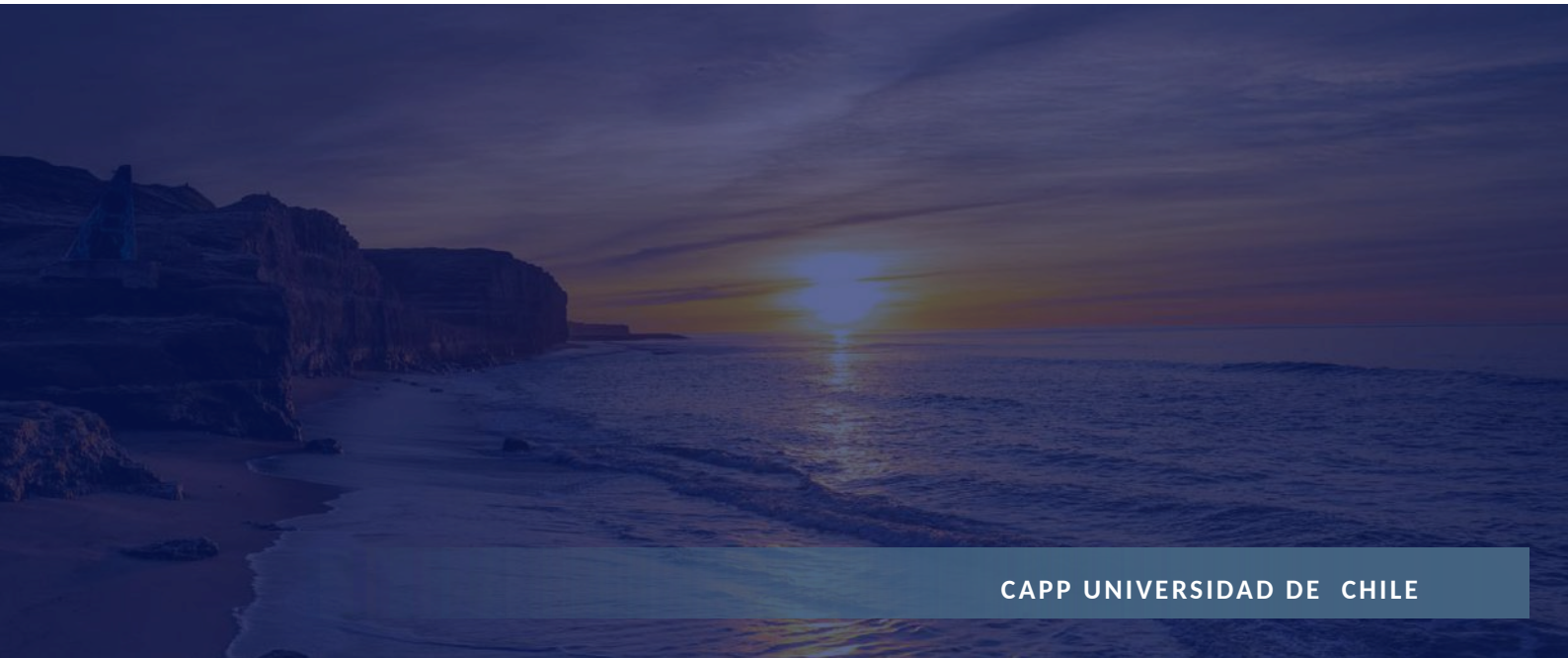


Figura 6.21. Catastro de plantas desalinizadoras en la Región de Coquimbo (Fuente: Modificado de ACADES 2025).



En la Región de Valparaíso (Figura 6.22), existen actualmente dos plantas desaladoras de agua de mar, que representan aproximadamente el 8% del total nacional, de acuerdo con ACADES (2025). Ambas instalaciones se ubican en el complejo industrial de Ventanas, en el borde costero de la comuna de Puchuncaví, y son de propiedad de EE Ventanas y EE Campiche, pertenecientes a AES Chile, destinadas al autoconsumo industrial.

La primera instalación corresponde a la Unidad 3 Ventanas, en operación desde 2008, que utiliza la tecnología de Compresión Mecánica de Vapor (CMV) para producir agua industrial con una capacidad nominal instalada de 28 L/s. La segunda corresponde a la Unidad 4 Ventanas, también en funcionamiento desde 2008, la cual emplea tecnología de Compresión Térmica a Vapor (CTV) y produce tanto agua industrial como agua potable, cumpliendo con los estándares de calidad definidos en la Norma Chilena NCh 409.Of.01. Esta unidad tiene una capacidad de producción instalada de 30 L/s y una capacidad de almacenamiento de 1.800 m³.

Ambas plantas forman parte del sistema de autoabastecimiento hídrico de las centrales termoeléctricas Ventanas y Campiche, contribuyendo a reducir la extracción de aguas continentales para uso industrial y energético. Sin embargo, su localización en la Bahía de Quintero-Puchuncaví, un área reconocida por su alta concentración de actividades industriales y antecedentes de contaminación marina y atmosférica, plantea desafíos ambientales adicionales relacionados con la descarga de salmuera, el uso energético y la gestión de residuos asociados al proceso de desalación.

Cabe mencionar que en la bahía de Quintero destaca igualmente la futura Planta Desalinizadora Aguas Pacífico – Proyecto Aconcagua, actualmente en construcción. El proyecto, de titularidad de Aguas Pacífico SpA, contempla la producción inicial de 1.000 L/s de agua desalinizada mediante tecnología de ósmosis inversa, con la posibilidad de duplicar su capacidad en etapas posteriores (2.000 L/s). La instalación incluye torres de captación submarinas, un inmisario de aproximadamente 900 m, un emisario para descarga de salmuera y una planta terrestre equipada con sistemas de pretratamiento, ósmosis inversa y postratamiento, además de un acueducto de 105 km que transportará el agua hasta el sector de Quilapilún, en la Región Metropolitana, atravesando comunas como Quintero, Quillota, Limache y Tiltil. Su objetivo es mejorar la seguridad hídrica de la zona central, abasteciendo tanto a usuarios industriales (como la mina Los Bronces) como a comunidades locales. El proyecto obtuvo su Resolución de Calificación Ambiental (RCA N° 037/2018) y actualmente tramita una modificación ambiental para optimizar el diseño del sistema de captación y aumentar su capacidad total a 2.000 L/s, con una inversión cercana a US $1.480 millones. La planta operará con energía 100 % renovable certificada y un diseño “sin chimenea”, es decir, sin emisiones atmosféricas directas, reduciendo así su huella de carbono. No obstante, algunas organizaciones locales y pescadores artesanales han manifestado preocupación por los posibles impactos sobre los ecosistemas marinos de Quintero-Puchuncaví, especialmente por la descarga de salmuera hipersalina y los procesos de captación de agua. El inicio de operación de la primera fase se prevé hacia fines de 2025 o inicios del 2026, mientras que la ampliación completa podría concretarse hacia 2030 (Aguas Pacífico 2018, SEA 2025).



Figura 6.22. Catastro de plantas desalinizadoras en la Región de Valparaíso (Fuente: Modificado de ACADES 2025).



Desde la VI a la VII Regiones la información sobre contaminación marina es muy escasa. No se registran puertos de importancia, con excepción del puerto privado de Constitución. Se ha identificado que en la Región del Maule casi la totalidad de las localidades descargan indirectamente sus aguas servidas al mar, ríos, esteros o canales, los que tienen como punto común de encuentro el océano.

Regiones de Ñuble, Biobío, Araucanía, Los Ríos y Los Lagos

Las Regiones de Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos conforman una zona con variados recursos naturales y múltiples actividades productivas, que incluyen la agrícola, ganadera, forestal-industrial (papel y celulosa), minería del carbón y del acero, además de ser la principal zona productora de harina de pescado y de acuicultura del país. Es también un territorio densamente poblado: la Región del Biobío es la tercera con mayor número de habitantes del país (1.613.059 habitantes, INE 2025). En estas regiones, el sector silvoagropecuario aporta la base de materias primas para una agroindustria relevante (lecherías, molineras, plantas faenadoras, entre otras). En los últimos años se han sumado procesos de transición energética y de regulación ambiental local (p. ej., monitoreo ciudadano oficial en el Golfo de Arauco) que inciden directamente en los perfiles de presión sobre el medio marino.

En la Región del Biobío, la Bahía San Vicente–Talcahuano es emblemática por sus usos múltiples e intervención histórica. En San Vicente coexisten un complejo siderúrgico, industrias químicas y pesqueras, astilleros, actividades de cabotaje, puerto pesquero artesanal, bancos de mariscos y áreas de cultivo. Ya en 1989, Ahumada et al. describían deterioro estético y conflictos de uso. En los años 80, el crecimiento explosivo de la industria pesquera trajo descargas de RILES con altas cargas de grasas y aceites, compuestos nitrogenados y efluentes a mayor temperatura. En 1988, los problemas alcanzaron un máximo con nueve plantas operando en Canal El Morro/Rocuant y seis en San Vicente, con vertimientos incluso sobre playas. Los efectos más severos se observaron en la marisma Rocuant (olores, cobertura de aceites, pérdida de biota; EULA, 2014). Si bien la situación mejoró tras la normativa de los 90, la marisma no se ha recuperado por completo. Desde 2022 existe un programa oficial de monitoreo ambiental participativo en el Golfo de Arauco (PRAS Coronel), que incorpora líneas de seguimiento de agua y sedimentos para apoyar la fiscalización y la gestión de riesgos locales (incluidos puertos, pesqueras y siderurgia).

Otras áreas con cargas relevantes de RILES históricos son Lota, Coronel y Arauco, por la coexistencia de pesqueras (Lota–Coronel), celulosa (Arauco) y descargas urbanas, con efectos sobre los bentos. La Bahía de Concepción ha sido estudiada por décadas: Chuecas (1989) reportó Hg en sedimentos (1,32 ppb) por sobre el estándar EPA de la época; Carrera et al. (1993) observaron niveles bajos/naturales de Cd, Cu, Co, Ni, Pb y Zn; y Franco et al. (2001) detectan HAP elevados cerca de Penco, Lirquén, desembocadura del río Andalién y Talcahuano. Werlinger & Salamanca (2017) analizaron Cd, Fe, Hg, Pb y Zn en organismos de Isla Rocuant, con concentraciones comparables a referencias y por debajo de límites de exportación, observando Pb bajo LOD en todos los organismos evaluados. Actualizaciones recientes añaden que la transición fuera del carbón en el polo industrial del Biobío redujo fuentes térmicas locales: el 30-09-2022 se concretó el cierre definitivo de Bocamina II (ENEL), completando la salida del carbón del complejo en Coronel.

La alta población del Biobío también presionó históricamente el sistema de saneamiento. Los emisarios submarinos de Penco–Lirquén, Tomé y Coronel Sur operan hace años, y se sumaron Coronel Norte, Lota y San Vicente–Talcahuano. La Superintendencia de Servicios Sanitarios mantiene la evaluación anual de PTAS y publica informes de desempeño y cumplimiento; los últimos balances reafirman coberturas urbanas cercanas al 99% y la operación de emisarios en puntos costeros del Biobío (con programas de vigilancia asociados).

En el frente energético, además del cierre de Bocamina II (2022), el retiro de unidades a carbón en el Sistema Norte por parte de ENGIE (Tocopilla y Mejillones) se materializó en 2022 como parte del Plan Nacional de Descarbonización, con efectos indirectos sobre la demanda logística y de suministro de combustibles en terminales del centro-sur. La autoridad energética registra oficialmente estos retiros como hitos del proceso, lo que reduce gradualmente fuentes de térmicas costeras y riesgos asociados a tomas de agua marina y efluentes térmicos.

En La Araucanía, la contaminación de ríos responde a descargas urbanas (Temuco, Lautaro, Nueva Imperial, Carahue) y fuentes difusas (agroquímicos, sedimentos). La cuenca del río Imperial —caracterizada por CADE-IDEPE ((2004)— muestra presiones difusas que modifican pH y aportan metales (Cu, Cr, Fe, Mn, Al), con llegada final al mar. Se han establecido AMERB en Queule y barra del Toltén para ordenar la explotación. En paralelo, la consolidación de redes de alcantarillado y PTAS urbanas ha avanzado en la macrozona sur durante la última década, con fiscalización e informes públicos anuales de la SISS.

En Los Ríos, el "desastre" del Santuario del Río Cruces (2004) motivó una respuesta normativa y de gestión. El DS 1/2015 (MMA) introdujo una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) para la cuenca del Río Valdivia, reconociendo el alto valor ecológico del estuario y su biodiversidad. El estuario y el Santuario "Carlos Anwandter" (Ramsar 1981) concentran una alta diversidad (microalgas, plantas acuáticas, invertebrados, ictiofauna). La implementación de las NSCA y de planes de seguimiento ha fortalecido la gestión de cargas difusas y puntuales, con especial atención a descargas urbanas y riesgos industriales en el eje Valdivia–Mariquina. (MMA 2015).

En la Región de Los Lagos, la acuicultura de salmónidos es la principal fuente potencial de presión. Sus impactos incluyen enriquecimiento orgánico de sedimentos por alimentos no consumidos y heces, con riesgos de hipoxia/anoxia de fondo y generación de H_2S cuando se supera la capacidad de carga. También se asocian escapes, fármacos (antibióticos, antiparasitarios) y residuos. El Informe Sanitario de la Salmonicultura 2023 (SERNAPESCA 2024) reporta usos anuales de antimicrobianos, mortalidades y eventos sanitarios, y refuerzos de gestión (bioseguridad, siembra, cosecha, limpieza de fondos) bajo esquema de fiscalización nacional, todo con implicancias directas sobre los cuerpos receptores (fiordos y canales de Los Lagos, Aysén y Magallanes).

Más allá de los nutrientes, los sedimentos de la Región de Los Lagos registran hidrocarburos y elementos traza. Bonert et al. (2010) detectan hidrocarburos alifáticos de origen terrestre y firmas petrogénicas en Quellón. Alarcón (2002) encontró en Bahía de Puerto Montt Cu 1,80 µg/L, Cd 0,03 µg/L, Ni 0,8 µg/L, Pb 0,59 µg/L, As 0,7 µg/L y Hg 0,24 µg/L (agua); y en sedimentos Cu 29,6 mg/kg, Cd 0,06 mg/kg, Ni 13,19 mg/kg, Pb 2,07 mg/kg, As 2,59 mg/kg y Hg 0,02 mg/kg, atribuyendo aportes antrópicos (salmoneras, astilleros, emisarios, tránsito). Peña (2006) corroboró mayores concentraciones en Chinquihue y Puerto Montt (Cu, Cd, Pb, Hg, As). Evidencia reciente (Méndez-Sanhueza et al. 2203) indica, además, transferencia trófica de microplásticos en costas centrales del país (heces de aves marinas con 97 % de muestras positivas), lo que confirma exposición crónica a partículas y fibras en la franja costera —una señal de alerta para ecosistemas del sur con intensa interacción puerto–acuicultura–urbano.

Finalmente, debe indicarse que la Región del Biobío también mantiene en operación una planta desalinizadora (Figura 6.23), la que representa el 4% del total de instalaciones de este tipo distribuidas a lo largo del país. Se trata de la planta de la Central Térmica Santa María (propietario: Colbún), destinada a autoconsumo y puesta en marcha en 2012. Emplea tecnología de Compresión Mecánica de Vapor (CMV) y produce agua desalinizada, con capacidad nominal instalada de 22,3 L/s. Actualmente cuenta con 2,8 L/s de capacidad remanente y dispone de dos sistemas de almacenamiento: 1.000 m³ de agua desalinizada y 1.500 m³ para agua contra incendio. Esta configuración refleja un esquema industrial de seguridad hídrica enfocado en cubrir la demanda propia de la central, minimizando la exposición a variabilidad de fuentes continentales y reforzando la continuidad operativa.



Figura 6.23. Catastro de plantas desalinizadoras en la Región del Biobío (Fuente: Modificado de ACADES 2025).



Desde la VI a la VII Regiones la información sobre contaminación marina es muy escasa. No se registran puertos de importancia, con excepción del puerto privado de Constitución. Se ha identificado que en la Región del Maule casi la totalidad de las localidades descargan indirectamente sus aguas servidas al mar, ríos, esteros o canales, los que tienen como punto común de encuentro el océano.

Regiones de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y de Magallanes y de la Antártica Chilena

Estas regiones basan su desarrollo económico esencialmente en su amplio potencial silvoagropecuario, pesquero y minero. En este último caso, resulta relevante la explotación de hidrocarburos, la que se lleva a cabo tanto en el continente como en la plataforma continental sobre el Estrecho de Magallanes. En particular, la XII Región presenta actividades de extracción de petróleo desde plataformas marinas, a lo que se suma el elevado tráfico de embarcaciones que navegan la zona de los canales y que cruzan el Estrecho de Magallanes. Dado que esta es una zona de fiordos, estrechos y canales, la convierte en un área de riesgo y daño ambiental potencial por hidrocarburos debido a las dificultades que presentan a la navegación y la cercanía a la costa. Un hecho histórico que avala este riego lo constituye el varamiento del B/T "Metula", que en agosto de 1974 encalló en el Estrecho de Magallanes, derramando aproximadamente 57 millones de litros de petróleo (Gunnerson & Peter, 1976). Junto a lo anterior, el tráfico marítimo también trae asociado el vertimiento de toda clase de restos de víveres, residuos resultantes de las faenas domésticas y trabajo rutinario desarrollado a bordo de un buque.

Por lo anterior, no es de extrañar que Lecaros et al. (1997) encontraron hidrocarburos alifáticos en sedimentos marinos del Estrecho de Magallanes y Canal Beagle. El 50% de las estaciones muestreadas por esos autores mostraron características propias de una contaminación reciente y el 30% restante de indicios claros de contaminación crónica, todas estas últimas localizadas en el Estrecho de Magallanes. Años antes, Lecaros & Lorenzo (1994) también informaron de presencia de metales pesados (bario, cobre, cobalto, cromo, manganeso, níquel, vanadio y zinc) en sedimentos del Estrecho de Magallanes y del Canal Beagle. Evidencias recientes confirman que el problema de los residuos en playas y márgenes costeros del Estrecho persiste: en una playa subantártica de Punta Arenas se registró en 2024 abundante basura marina (principalmente plásticos), con densidades que reflejan aporte crónico local y tráfico marítimo regional (Salinas et al. 2024).

Otro problema asociado también con la navegación, la cual se hace extensivo tanto a la Región de Aysén como a la de Magallanes, es el vertimiento de residuos de plásticos al mar. Estos dañan aves, mamíferos y reptiles marinos, que mueren ahogados o ahorcados al enredarse con fibras o restos de plástico, o intoxicados al ingerir partículas de plástico que se confunden con alimento. Esto se ha convertido en un problema global para los océanos, como lo han descrito Eriksen et al. (2014) y Jambeck et al. (2015). Para la Patagonia norte chilena (fiordos al sur de Chiloé), un estudio de 2023 cuantificó plásticos (mayoritariamente microplásticos) en aguas superficiales y evidenció la presencia conjunta de contaminantes orgánicos persistentes adsorbidos a esos plásticos, subrayando riesgos combinados fisicoquímicos (Ahrendt et al. 2023). En la Antártica chilena (bahía Fildes, isla Rey Jorge), también en 2024, se reportaron intercambios aire-mar de pesticidas organoclorados y PCBs, mostrando que compuestos legados siguen circulando y pueden acumularse en ambientes costeros polares (Luarte et al. 2024). El problema de los desechos plásticos también se ha comenzado a agravar en las regiones más australes dado el auge de la acuicultura, que aporta con restos de redes, boyas, balsas jaulas plásticas y otros desechos, los que también derivan hacia la costa y se acumulan en las playas, contaminándolas y ensuciándolas; como también pueden terminar por depositarse en los fondos marinos, lo que implica una muy escasa probabilidad de que puedan degradarse.

A pesar de lo anterior, una extensa región de esta zona permanece aún casi virgen. Constituye el sector menos alterado y contaminado de nuestro país, aun cuando existen casos puntuales de contaminación. En este contexto, el Programa CIMAR (Cruceros de Investigación Marina del Comité Oceanográfico Nacional – CONA), se tradujo en un importante centro de recopilación de valiosa información del área de los fiordos y canales australes. Entre octubre de 1995 y marzo de 1999 se llevaron a cabo 4 Programas CIMAR-FIORDO, los que prosiguieron con 6 campañas más entre noviembre de 2001 y noviembre de 2006. Fruto de estos cruceros se generaron decenas de publicaciones científicas, cuya extensión se escapa de esta revisión y que se encuentran recopilados por Silva & Palma (2006) en "Avances en el conocimiento oceanográfico de las aguas interiores chilenas, Puerto Montt a cabo de Hornos". En esta recopilación destaca el trabajo de Ahumada (2006) que analizó muestras de sedimentos para el análisis de Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Sr, V y Zn, en tres zonas en la región de fiordos y canales australes: Puerto Montt a laguna San Rafael, golfo Penas a estrecho Magallanes y estrecho Magallanes a cabo Hornos. En este estudio se confirmó que los fiordos australes se han mantenido en condiciones prístinas y que es preciso cautelar esta condición. El único sector que registró un enriquecimiento de los metales Zn y Pb correspondió al área de Puerto Chacabuco en Aysén. Silva (2006) caracterizó fisicoquímicamente los sedimentos superficiales de canales y fiordos australes, entre Puerto Montt y el estrecho de Magallanes, en cuanto a contenidos de materia orgánica total (MOT), carbono orgánico (C-org) y nitrógeno orgánico (N-org). Este y los estudios de Silva *et al*., (1998, 2001) determinaron que la región de canales y fiordos australes puede ser segregada en áreas con concentraciones mayoritariamente altas de MOT (> 5%), C-org. (> 1,6%) y N-org (> 0,2%) y en áreas con concentraciones mayoritariamente bajas de MOT (< 2%), C-org (< 0,8%) y N-org (< 0,2%). No obstante, el origen de estos compuestos sería más bien natural y no antropogénico. Ahumada *et al.* (2006) también analizaron el contenido de algunos metales pesados (Cd, Cu, Pb, Zn) en muestras de agua entre Puerto Montt y el estrecho de Magallanes, concluyendo que, en general, los valores de concentración de metales en el agua son bajos y se encuentran en el límite de detección del método utilizado.

Interesante resulta ser también el estudio efectuado por Ahumada *et al.* (2015), quienes analizaron el efecto sobre el contenido de zinc en los sedimentos marinos del fiordo Aysén luego del terremoto y tsunami del año 2007. Los autores pudieron determinar que los contenidos de Zn no presentaron diferencia respecto a estudios anteriores, detectándose resuspensión y redistribución de los contenidos de Zn total en los sedimentos como un proceso local leve.

Además, de acuerdo con SERNAPESCA (2024), el Registro Nacional de Acuicultura (RNA) inscribió 3.978 centros a nivel país. Ese año operaron 2.534 centros (con o sin cosecha) y 1.443 obtuvieron cosecha. Por grupos de especies, los peces concentraron 1.817 centros, los moluscos 1.591 y las algas 1.194 (los "otros" alcanzaron 107). Respecto de 2023, ello implicó variaciones de +0,2 % en peces, +4 % en moluscos y +8 % en algas. A escala regional, la Región de Los Lagos siguió liderando con 2.486 centros inscritos (1.739 operando y 1.097 con cosecha), mientras que Aysén obtuvo 750 y Magallanes 158. En conjunto, Aysén-Magallanes sumaron 908 centros inscritos en 2024. Estos números confirman la alta concentración espacial de la acuicultura en el sur austral y el crecimiento de los componentes algales en el RNA. Producto de ello, se ha producido una fuerte controversia, especialmente con aquellos centros localizados en o colindantes a la Reserva Nacional Kawésqar. La Reserva Nacional Kawésqar es un territorio ubicado en la Región de Magallanes, que alberga una riqueza ecológica y ambiental única en sus ecosistemas costeros y marinos. Corresponde a las aguas marinas del recientemente creado Parque Nacional Kawésqar, zona que

es también el territorio ancestral del pueblo canoero Kawésqar. Estudios recientes señalan que la expansión de concesiones en fiordos patagónicos incrementa la probabilidad de conflictos con áreas protegidas y presiones ecológicas (eutrofización local, residuos de fármacos), recomendando criterios de ordenamiento espacial más estrictos para Magallanes (Buschmann et al. 2023, Engler 2024).

Respecto al Territorio Chileno Antártico hasta hace algunos años, esta zona se encontraba virtualmente sin intervención; no obstante, en la actualidad, las mismas bases científicas se han constituido en verdaderos depósitos de basura, lo que se ha agravado con la explosiva masificación de cruceros hacia aguas antárticas. Dentro de los escasos estudios publicados sobre contenidos de elementos químicos en los sedimentos marinos, destaca el de Alam & Sadiq (1993), quienes determinaron, entre otros elementos, que los contenidos de cadmio oscilarían entre 4,0 – 22,0 mg/kg, el cromo fluctuaría entre 0,0 – 65,9 mg/kg, el cobre entre 3,9 – 105,6 mg/kg, plomo entre 22,5 – 128,0 mg/kg, el níquel entre 5,5 – 92,2 mg/kg y el zinc entre 28,6 – 271,2 mg/kg. Dado el origen de los sedimentos de la región Antártica derivado de la intemperización de rocas locales, la composición de los sedimentos estudiados reflejaría más bien la composición de las mismas rocas. No obstante, los comparativamente altos niveles de Cd, Cr y V hallados en los sedimentos de Isla Horse Shoe y de Cd, Co, Cu, Mo, Ni, Pb, V y Zn desde Marsh Martin, sugerirían que la temprana acción antropogénica habría comenzado a impactar la calidad de los sedimentos. También posibles derrames de hidrocarburos se reflejarían en los niveles de Ni y V en los sedimentos. Aparentemente, los eventos de contaminación marina que afectan a otras localidades nacionales también podrían afectar a las especies antárticas. Un reciente estudio de Álvarez-Varas et al. (2018) analizaron las concentraciones de mercurio en plumas de pingüinos de barbijo (Pygoscelis antarcticus), habitantes del Cabo Shirref, Islas Livingston Island, en las Islas Shetland del Sur en Antártica (62°28′S; 60°74′W). Los autores concluyeron que los ejemplares analizados mostraron concentraciones elevadas de Hg en comparación con sus congéneres, destacando la necesidad de investigar posibles efectos negativos en sus poblaciones. Entre los avances más cercanos, en 2022 se detectaron microplásticos en nieve reciente de 19 sitios antárticos —incluyendo zonas cercanas a bases y áreas remotas—, lo que evidencia deposición atmosférica y fuentes locales (Aves et al. 2022). Ese mismo año, un núcleo de nieve (1958–2017) de la Antártica oriental mostró aumentos marcados de perfluorocarboxilato (PFCA) de cadena corta (PFBA, C4 perfluorobutanoato) desde 2000, vinculados a sustitutos de clorofluorocarbonos (CFC) (Garnett et al. 2022). En conjunto, estas líneas de evidencia confirman que contaminantes “legados” y emergentes (OCPs/PCBs y PFAS) coexisten con basura plástica/microplásticos en ambientes antárticos bajo influencia chilena (Luarte et al. 2024, Salinas et al. 2024).

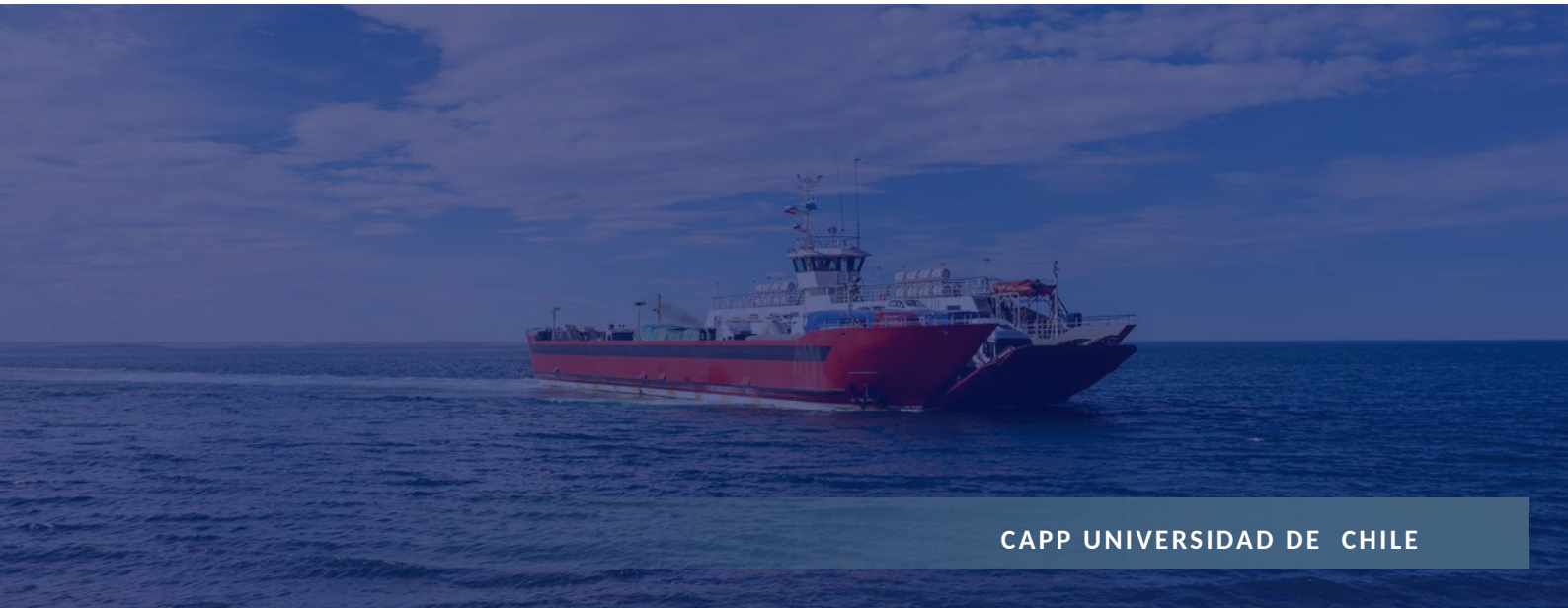
Cabe mencionar que el área del Tratado Antártico (área al sur de los 60° S) incluye la mayor parte del Océano Austral. Tras una iniciativa de la Reunión Consultiva del Tratado Antártico (RCTA), la Organización Marítima Internacional (OMI) designó esta zona como “Área Especial” bajo MARPOL 73/78. El Anexo IV del Protocolo sobre Protección del Medio Ambiente, que complementa la convención MARPOL, prohíbe la descarga de hidrocarburos o mezclas petrolíferas, sustancias nocivas líquidas, sustancias químicas en cantidades o concentraciones perjudiciales y residuos dentro del área del Tratado Antártico. También contiene reglas para la descarga de aguas residuales, instalaciones de recepción, inmunidad soberana y medidas preventivas de preparación y respuesta ante emergencias. En 2005 la RCTA decidió requerirle a la OMI que examinara los mecanismos para el uso de aceite combustible pesado en aguas antárticas, teniendo en cuenta el riesgo relativamente alto de un derrame de combustible en el área del

Tratado Antártico dadas sus características (témpanos, hielo marino y zonas sin cartografía). La 29ª RCTA (Edimburgo 2006) adoptó las "Directrices prácticas para el cambio de aguas de lastre", que también fueron enviadas a la OMI para su análisis. Todo ello para evitar la contaminación de las aguas marinas de la Antártica.

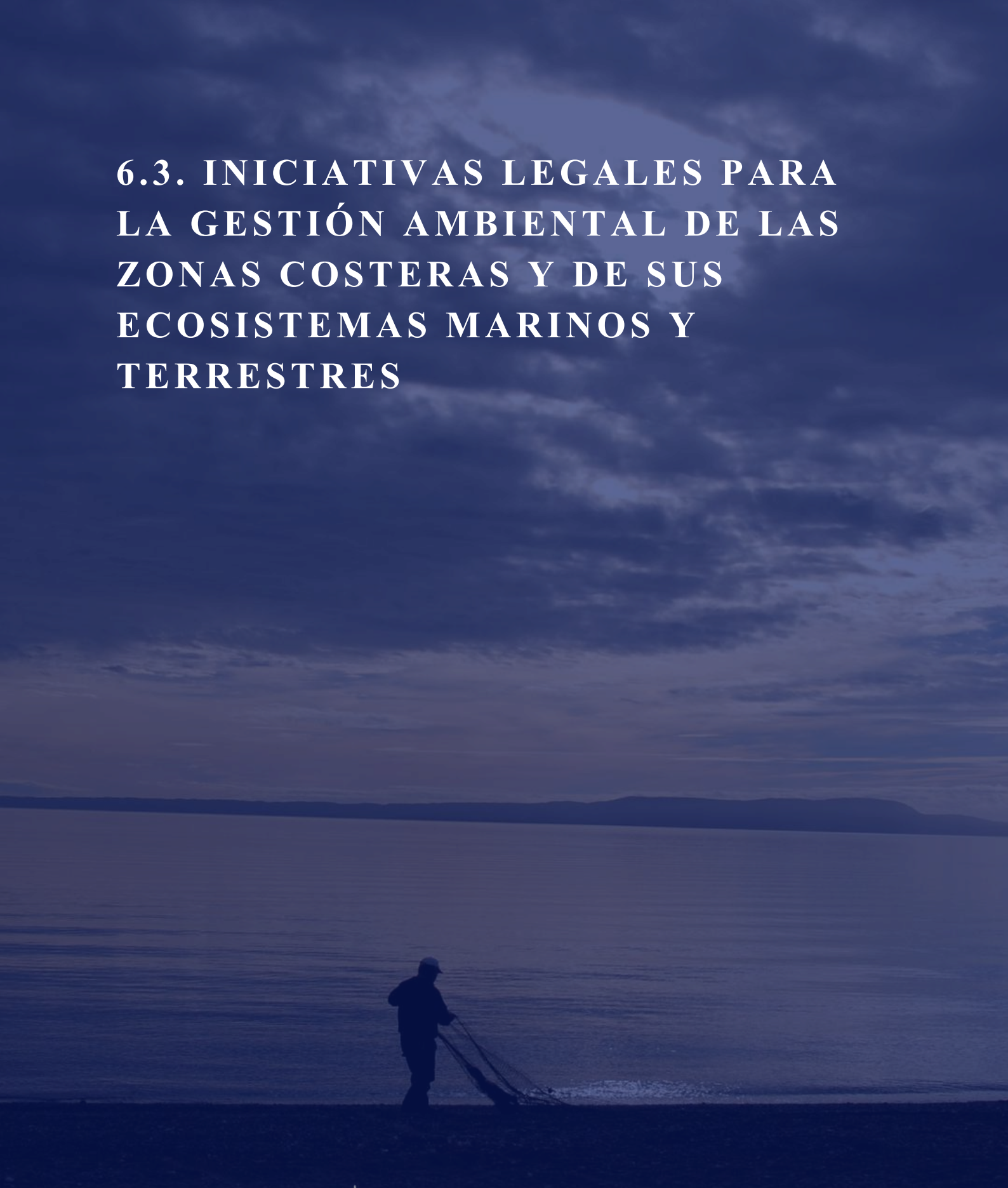
Finalmente, debe indicarse que la Región de Magallanes mantiene en operación una planta desalinizadora (Figura 6.24), la que corresponde a la Planta Desaladora de Cabo Negro, propiedad de Methanex, empresa que utiliza el recurso para autoconsumo industrial y potable. Esta instalación representa el 4% del total nacional de plantas desaladoras con capacidad superior a 20 L/s. Su capacidad de producción nominal instalada alcanza los 63 L/s, constituyéndose en una de las principales fuentes de agua no convencional en el extremo austral del país. El sistema emplea tecnologías combinadas de Compresión Mecánica de Vapor y Ósmosis Reversa, lo que permite optimizar la eficiencia energética y asegurar la calidad del agua producida para los procesos industriales de la planta de metanol. Esta instalación se considera estratégica dentro del contexto regional, debido a la limitada disponibilidad de fuentes naturales de agua dulce y a las condiciones climáticas extremas que caracterizan a la zona austral. Además, la operación de la planta Cabo Negro refleja una tendencia creciente hacia la desalinización como fuente alternativa para la producción industrial y el abastecimiento humano, especialmente en regiones donde la presión sobre los cuerpos de agua continentales es cada vez mayor.

Figura 6.24. Catastro de plantas desalinizadoras en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena (Fuente: ACADES 2025).





6.3. INICIATIVAS LEGALES PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS ZONAS COSTERAS Y DE SUS ECOSISTEMAS MARINOS Y TERRESTRES



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

En el presente capítulo se analiza, en forma resumida, las distintas iniciativas de carácter sectorial, institucional y doctrinarias que han sido consideradas en el marco de la gestión ambiental de nuestras zonas costeras y de sus ecosistemas marinos y terrestres, lo que incluye necesariamente una revisión de los aspectos administrativos de gobernanza, normativas destinadas al uso de este recurso y los variados aspectos administrativos y jurídicos que se han elaborado para la protección de este patrimonio nacional.

6.3.1 NORMATIVA AMBIENTAL QUE PROTEGE LA ZONA COSTERA Y QUE ESTABLECE USOS PARA LAS ZONAS COSTERAS

En nuestro país, la gestión de los bienes que están contenidos en los espacios marítimos y costeros se encuentra administrada por una institucionalidad, liderada desde el año 1960 por el Ministerio de Defensa Nacional, y secundada por la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas y a la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, quienes ejercen el control, fiscalización y supervigilancia de toda la costa y del mar territorial de la República. Lo anterior, se materializa en la facultad privativa que tiene el antes indicado Ministerio, a través de la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas para conceder el uso particular de las playas de mar, de ríos y de lagos (ambos, que sean navegables por embarcaciones con sobre 100 TRG), terrenos de playa fiscales, de las rocas, fondos de mar, ríos y lagos (ambos, que sean navegables por embarcaciones con sobre 100 TRG), porciones de agua dentro y fuera de las bahías, mediante actos administrativos de concesión marítima o permisos y autorizaciones, en el caso de que el solicitante sea una persona natural o jurídica de índole privado, o a través de una destinación marítima, en el caso que el requirente sea una institución o repartición de índole público.

La institución básica que está encargada de la planificación y gestión del borde costero es la Comisión Nacional de Uso del Borde Costero (CNUBC), la que fue creada a partir de la Política Nacional de Uso del Borde Costero del Litoral de la República, compuesta a su vez por representantes de diferentes organismos públicos relevantes, entre los cuales se consideran no solamente aquellos relativos al ámbito marítimo, sino que también ciertas autoridades sectoriales, como los representantes de los Ministerios de Planificación, de Obras Públicas, de Vivienda y Urbanismo, el Servicio Nacional de Turismo o del Ministerio de Medio Ambiente.

El esfuerzo para el ordenamiento que pudiese haber efectuado la Comisión Nacional del Uso del Borde Costero (CNUBC) solamente tendría un alcance limitado para efectos de la regulación de todas las actividades que tienen impacto en la zona costera, dado su nulo efecto vinculante y su escasa extensión territorial, al referirse exclusivamente al borde costero, alcanza solamente a una parte de la zona costera. Lo anterior, concuerda con la opinión que ha manifestado Andrade *et. al.* (2008), para quien "*el establecimiento de una Política Nacional de Uso del Borde Costero por medio de decreto supremo, si bien importante como primera iniciativa para regular el espacio costero, es limitado desde el punto de vista de su estabilidad legal, ya que puede quedar sometido a vaivenes políticos del gobierno de turno más que a la voluntad política expresada a través del Poder Legislativo*".

Nuevas iniciativas legales que se han propuesto para la protección de la zona costera y sus ecosistemas marinos

Desde la modificación de la Ley Nº19.300, nuestro país ha logrado avanzar en la protección del patrimonio natural, a través de la aprobación por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad de la nueva Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030; el incremento sustancial en la superficie de áreas marinas protegidas en forma oficial (pasando de 15.084.695 hectáreas el año 2014 a 146.938.671 hectáreas a fines del año 2018); la creación de nuevas áreas protegidas priorizadas a partir del Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022; la consolidación de los Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies, un instrumento de conservación que contribuye a la mitigación del riesgo de extinción de las especies; y la creación del Comité de Restauración, junto con la decisión de contar con un Plan Nacional de Restauración de Paisaje, todo lo cual contribuirá a detener la pérdida de biodiversidad y a la adaptación y mitigación del cambio climático, lo que queda demostrado con la existencia de los 30.003.500 hectáreas que representa el parque marino más grande de Chile, el cual corresponde al de Nazca-Desventuradas, ubicada en Islas San Ambrosio y San Félix, Región de Valparaíso, Publicado en el Informe Anual Estadísticas del Medio Ambiente 2024.

Por otro lado, en relación con la protección de los ecosistemas marinos, debido a la acción de la basura o desechos, es importante destacar una iniciativa legal que, dictada para ciertos lugares sujetos a la protección ambiental, entre los que se incluyó la playa de mar. Esta protección vino constituida por la Ley Nº21.123, que permitió incorporar el numeral 3º al artículo 494 del Código Penal, tipificando como faltas penales a la siguiente infracción: "El que ensuciare, arrojare o abandonare basura, materiales o desechos de cualquier índole en playas, riberas de ríos o de lagos, parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales o en otras áreas de conservación de la biodiversidad declaradas bajo protección oficial".

De esta forma, es considerado como "falta penal" el hecho de ensuciar, arrojar o abandonar basura, materiales o desechos de cualquier índole en playas, riberas de ríos o de lagos, parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales o en otras áreas de conservación de la biodiversidad declaradas bajo protección oficial, de manera de evitar la propagación de basuras y residuos en los referidos lugares.

No obstante la importancia de lo antes expuesto, es significativo indicar que el 7 de agosto de 2023 marcó un punto de inflexión en materia de delitos medioambientales, puesto que ese día se promulgó la Ley N°21.595 sobre Delitos Económicos y Medioambientales, que constituye sin duda alguna una de las reformas más profundas introducidas al sistema penal chileno desde la entrada en vigencia del Código, en el año 1875, puesto que dicho cuerpo legal introdujo un nuevo articulado al Título VI, del Libro Segundo, que lleva por epígrafe "atentados contra el medio ambiente". De acuerdo con lo que expone la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (2023), esta Ley sistematiza los delitos económicos y atentados contra el medio ambiente, modificando diversos cuerpos legales que tipifican delitos contra el orden socioeconómico, y adecua las penas aplicables. Además, la ley define los delitos económicos como los que por su naturaleza son económicos y otros que pasan a ser económicos en determinadas circunstancias (cometidos en el ejercicio de un cargo en la empresa o los cometidos por un funcionario público a instancias de alguien que tenga un cargo en una empresa, como el cohecho), y también, la Ley añade los delitos contra el medio ambiente en la categoría de delitos económicos.

En cuanto a los actos que tipifica como atentatorios contra el medio ambiente, la Ley N°21.595 sanciona con la pena de presidio o reclusión menor, en sus grados mínimo a medio (61 días a tres años), el que "sin haber sometido su actividad a una evaluación de impacto ambiental a sabiendas de estar obligado a ello", comete las siguientes actividades:

- Vierte sustancias contaminantes en aguas marítimas o continentales.
- Extrae aguas continentales, sean superficiales o subterráneas, o aguas marítimas.
- Vierte o deposite sustancias contaminantes en el suelo o subsuelo, continental o marítimo.
- Vierte tierras u otros sólidos en humedales.
- Extrae componentes del suelo o subsuelo.
- Libera sustancias contaminantes al aire.

Pero, además, agrava la pena hacia una condena en presidio o reclusión menor, en sus grados medio a máximo (541 días a 5 años), si el infractor perpetra el hecho estando obligado a someter su actividad a un estudio de impacto ambiental (EIA).

Por otra parte, en opinión de los abogados Vera y Mayer (2024), estos nuevos delitos medioambientales que están contenido en esta Ley N°21.595, adoptan una estructura casuística que se proyecta sobre los elementos principales de su formulación típica, esto es, sujeto activo, conducta típica, remisión a la normativa administrativa-ambiental, medios comisivos, objeto material, resultado, exigencias subjetivas y penalidad aplicable, lo que, en opinión de estos autores, podría tener consecuencias negativas en relación con la aplicación práctica de dichas figuras, puesto que, por una parte, el casuismo de la regulación podría impactar en la calificación como delito de ciertas conductas atentatorias del bien jurídico. Así acontecería en hipótesis graves de contaminación acústica, en supuestos vinculados con la crianza de especies que podrían depredar el ecosistema respectivo (v. gr., salmones) o en casos de omisión (impropia o comisión por omisión); todos los cuales serían atípicos de acuerdo con las disposiciones recientemente introducidas al ordenamiento penal chileno. Por otra parte, el empleo de remisiones específicas a normativa extrapenal podría traducirse en una inaplicabilidad u obsolescencia de las figuras legales frente a la vulneración de normas (administrativas) no incorporadas expresamente en la descripción típica, o bien ante el establecimiento de nuevos instrumentos jurídicos (administrativos) de protección del medio ambiente. Tal sería el caso de los tipos penales que hacen referencia expresa al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, que no podrían aplicarse si se utilizan otros instrumentos normativos, protectores del medioambiente, en sede administrativa.

Otras de las iniciativas jurídicas que han sido elaborado recientemente, con el propósito de proteger los ecosistemas marinos, lo constituye la actual norma secundarias de calidad de agua y sedimentos para la bahía de Quintero – Puchuncaví, promulgada por el D.S.(MMA) N°43, de fecha 10 de octubre del 2023, publicada en el Diario Oficial N°43.963, de fecha 2 de octubre del 2024, el cual representa un avance significativo al establecer la primera Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) en Chile para un cuerpo de agua marino, enfocada en la Bahía de Quintero-Puchuncaví.

Es preciso recordar que en el Informe País anterior (2023), se aludió al anteproyecto de esta norma secundaria de calidad ambiental, haciendo presente que ella representaba un verdadero hito ambiental para el resguardo de la calidad de un cuerpo de agua marino. Pues bien, con la dictación del D.S.(MMA) N°43 del 2024, se confirma dicha afirmación, puesto que esta norma responde, en efecto, al deber del Estado de asegurar el derecho constitucional a "vivir en un ambiente libre de contaminación", el cual está consagrado en el artículo 19 N°8 de la Constitución Política de la República, y se sustenta en los marcos legales de la Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, el Decreto Supremo N°38/2012 que regula la dictación de normas de calidad ambiental, y el Programa de Recuperación Ambiental y Social (PRAS) de Quintero–Puchuncaví, aprobado en 2017. Por lo tanto, esta NSCA surge como respuesta a la deuda histórica por la degradación ambiental de la que ha sido objeto esta bahía, lo que ha sido provocada por décadas de actividades industriales intensivas. En dicho orden, la norma busca establecer límites cuantitativos de calidad ambiental y fortalecer la gestión y fiscalización del medio marino para lograr restaurar los ecosistemas costeros y sus servicios ecosistémicos. Para lograrlo, la NSCA establece seis áreas de vigilancia ambiental dentro de la bahía, en las cuales se monitoreará la calidad del agua y los sedimentos, según parámetros que han sido definidos para cada zona. Estas áreas reflejan distintos grados de influencia industrial, urbana y natural, permitiendo una evaluación diferenciada y espacialmente representativa.

Los parámetros básicos que ha definido dicha norma incluyen oxígeno disuelto, pH, salinidad, materia orgánica en sedimentos y temperatura, además de metales pesados y otros contaminantes relevantes, de manera que su cumplimiento será evaluado anualmente, según el percentil 85 de los datos obtenidos, en un período de dos años consecutivos, luego de lo cual se podrá establecer si algún valor o elemento, en particular, excede los límites establecidos, lo que será considerado como una excedencia.

Asimismo, la norma contempla que la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), en conjunto con la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR), sean quienes elaboren un Informe Técnico Anual de Cumplimiento, con resultados consolidados de las mediciones, evolución temporal y estado de los ecosistemas marinos, a partir de Programa de Medición y Control de Calidad Ambiental del Agua, programa que deberá establecer redes de estaciones de monitoreo y su ubicación georreferenciada, frecuencia mínima de monitoreo (cuatro campañas anuales con representatividad estacional), Bioensayos ecotoxicológicos sobre organismos indicadores (algas, moluscos, crustáceos y equinodermos), dos muestreos anuales de bioindicadores en cada área de vigilancia y metodologías analíticas y criterios de representatividad de las muestras.

Por lo demás, una iniciativa similar a la de las NSCA Quintero Puchuncaví, se está desarrollando actualmente para la bahía Mejillones. En efecto, mediante la Resolución Exenta N°2.269, de fecha 17 de abril de 2025, publicada en el Diario Oficial N° 44.242, de fecha 4 de septiembre de 2025, el Ministerio del Medio Ambiente resolvió iniciar la elaboración del anteproyecto de normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas y sedimentos marinos para la bahía de Mejillones del Sur, Región de Antofagasta, formándose un expediente electrónico para la tramitación del proceso de elaboración de la referida norma y fijando un plazo de tres meses (hasta diciembre del 2025) para la recepción de antecedentes sobre los contenidos a normar.

Al respecto, es necesario recordar que nuestro ordenamiento ambiental considera a las normas de calidad ambiental como un papel fundamental en la concretización de la garantía consagrada en el artículo 19 N° 8 de nuestra Constitución Política. En efecto, es a través de las normas secundarias de calidad, como el Estado establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza (art. 2º de la Ley Nº19.300), por lo que su significancia es ineludible para lograr establecer usos adecuados de los distintos componentes ambientales, incluyendo en ello el agua de mar y los sedimentos marinos, puesto que son estas normas las que permiten establecer estándares máximos de contaminación permisibles en un determinado espacio o cuerpo receptor, o dicho en otras palabras, estas normas "definen los objetivos de calidad ambiental que la sociedad desea" (Mondragón 2018).

Sin perjuicio de la importancia que representa tener este tipo de norma en el ordenamiento ambiental, el referido anteproyecto presentó diversas observaciones, entre los que se contempla, lo referente a los objetivos que son pretendidos en este anteproyecto, el que incluye la necesidad de que se presten los "Servicios Ecosistémicos", lo cual la misma norma los define como la contribución directa o indirecta de los ecosistemas al bienestar humano, donde estos corresponden a objetivos pretendidos por una norma de calidad primaria y no la de una norma de calidad secundaria, cuyo objeto de protección es la conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza, infringiendo con ello lo dispuesto en el Reglamento promulgado por el D.S.(MMA) N°38/2013. Además, el texto propuesto para dicha norma no incluye la componente oceanográfica (hidrodinámica), como variable que debe ser medida en las 6 áreas de vigilancia ambiental que dicho anteproyecto propone. Lo anterior, impide la posibilidad de poder verificar que "la calidad actual de la bahía es reflejo de las condiciones que impone el sistema natural --clima, geomorfología e hidrodinámica (…)", tal como se pretende el Considerando 14 del referido instrumento.

Otro instrumento que ha venido a traer una trascendental protección al medio marino, lo constituye la Ley N°21.455, Marco de Cambio Climático ("LMCC" o "Ley N°21.455"), promulgada en mayo de 2022, pero actualizada recientemente en julio de 2025. Esta Ley en su artículo 40 ordena considerar la variable cambio climático para los componentes del medio ambiente que sean pertinentes en el SEIA, incluyendo de manera evidente todos los componentes del medio marino (recursos hídricos marinos y ecosistemas marinos). Para cumplir con ello, los proyectos o actividades sometidas al SEIA deben considerar los efectos del cambio climático sobre los componentes ambientales que sean pertinentes, así como también su relación con los planes sectoriales de mitigación y adaptación, y con los instrumentos de gestión del cambio climático regionales y locales; adicionalmente, se estableció que la variable cambio climático debe ser considerada para el procedimiento de revisión de las Resoluciones de Calificación Ambiental ("RCA"), conforme está establecido en el artículo 25 quinquies de la Ley N°19.300, y, además, se modificó el nombre del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, por el de "Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y Cambio Climático".

En este sentido, es menester señalar que el primer documento técnico que ha sido elaborado con el objeto de otorgar una mayor certeza con respecto de los criterios a considerar por la LMCC, lo ha constituido "la Guía Metodológica para la Consideración del Cambio Climático en el SEIA", la cual fue publicada por el Servicio de Evaluación Ambiental, el 13 de enero de 2023, y posteriormente ha sido actualizada dos veces, primero en noviembre del mismo año y luego en noviembre de 2024 (Servicio de Evaluación Ambiental, 2024, p.1). En opinión de Agustín Fuentes Berríos & María Ignacia Parker Tagle (2025), la antes aludida Guía 2023 busca entregar criterios y lineamientos técnicos respecto a la metodología para la incorporación del cambio climático en la evaluación de impacto ambiental. De esta forma, la Guía propone un enfoque metodológico para cada uno de los aspectos que el titular de un proyecto o actividad debiera analizar para una adecuada consideración de la variable cambio climático en el SEIA. Así, la Guía establece una serie de directrices respecto a la forma como se debe abordar, por ejemplo, la relación entre los factores generadores de impactos de un proyecto o actividad y los efectos del cambio climático. Asimismo, sugiere la utilización de fuentes específicas de información y escenarios para la predicción de impactos y su significancia. En este sentido se puede destacar por ejemplo la necesidad de usar el escenario de trayectorias de concentración representativas RCP8.5, el más pesimista en términos de emisiones de gases de efecto invernadero (IPCC, 2018, p. 91), o la utilización del Atlas de Riesgo Climático, elaborado por el MMA (SEA, 2024, p.23).

A partir de ello, el Servicio de Evaluación Ambiental dictó, durante el mes de noviembre de 2023, el "Criterio de evaluación en el SEIA: Cambio climático en la evaluación ambiental del recurso hídrico", el cual entrega una metodología para el cálculo de la variación en precipitación y temperatura en Chile, generadas por efecto del cambio climático, la que debe ser utilizada para la predicción y evaluación de impactos sobre el componente hídrico en el SEIA (Fuentes & Parker 2025).

Además, de la antes enunciada Guía del SEA, esta institución ha promovido varias otras guías y criterios, cuyos objetivos han sido establecer criterios comunes con el conjunto de competencias ambientales de los Órganos de la Administración del Estado con Competencia Ambiental (OAECA) que participan en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), contribuyendo con la disminución de discrecionalidad en la toma de decisiones y la tecnificación del SEA. Estas guías pueden ser clasificada en:

- Guías de descripción de proyecto
- Guías relacionadas al artículo 11 de la Ley N°19.300
- Guías para la aplicación de normas y reglamentos
- Guías para la descripción del área de influencia
- Guías sobre participación ciudadana
- Guías sobre metodologías y modelos
- Guías para los Permisos Ambientales Sectoriales

En el caso de proyectos con componente marino, costero o hidráulico, destacan las guías que regulan la descripción del proyecto, la delimitación del área de influencia, la descripción de ecosistemas marinos, y la predicción / evaluación de impactos en ecosistemas marinos. Las guías en ecosistemas terrestres y de área de influencia general, también, son complementarias en muchos casos. En este caso, la Guía para la Descripción de Proyectos de Plantas Desalinizadoras en el SEIA (SEA, 2023a), constituye una herramienta clave ante el incremento de proyectos de desalación en Chile, especialmente en regiones con estrés hídrico. Por ende, propone un marco metodológico para describir integralmente los componentes terrestres y marinos de una planta desalinizadora. Entre los aspectos relevantes destaca la necesidad de detallar el proceso de captación, conducción, tratamiento, impulsión y disposición de la salmuera, considerando variables oceanográficas, químicas y biológicas. Asimismo, promueve la utilización de modelaciones numéricas para predecir la dispersión de efluentes y su interacción con las condiciones locales de corriente, temperatura y densidad.

Por su parte, la Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos en Ecosistemas Marinos (SEA, 2024a), la cual es la más recientemente publicada por el SEA, representa un avance significativo al establecer metodologías actualizadas para la predicción y evaluación de impactos en ecosistemas marinos. Incorpora criterios ecológicos y funcionales, priorizando la estructura y el rol de los hábitats críticos. Esta guía fomenta el uso de líneas de base robustas, indicadores cuantitativos y el enfoque ecosistémico. Además, introduce la noción de resiliencia ecológica y servicios ecosistémicos como variables a considerar en la valoración de impactos. Su integración con herramientas de modelación permite evaluar escenarios de alteración en hábitats bentónicos, comunidades planctónicas y zonas de mezcla.

La Guía sobre el Área de Influencia en el SEIA (SEA, 2017), establece los principios generales para la delimitación del área de influencia en los distintos medios (físico, biótico y humano). La define como el espacio geográfico donde se manifiestan los efectos significativos del proyecto, ya sea de forma directa o indirecta. Aunque originalmente diseñada con un enfoque terrestre, sus conceptos son aplicables al medio marino mediante la identificación de gradientes espaciales de perturbación. Introduce además el criterio temporal, reconociendo que los impactos pueden variar en intensidad y duración a lo largo del ciclo de vida del proyecto; mientras que, la Guía sobre Áreas de Influencia en Ecosistemas Marinos (SEA, 2023b), complementa la guía general del 2017, refinando los criterios para delimitar áreas de influencia en ambientes costeros y oceánicos, y proponiendo metodologías basadas en modelación hidrodinámica, conectividad ecológica y dispersión de contaminantes. Además, enfatiza la necesidad de incorporar el conocimiento científico local, incluyendo estudios de corrientes, batimetría, mareas y estructuras biológicas, y establece lineamientos para definir áreas de influencia diferenciadas según tipo de impacto (fisicoquímico, biológico o ecológico), promoviendo una evaluación espacialmente explícita.

La Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Marinos (SEA, 2022) por su parte, entrega un marco conceptual y operativo para la descripción de ecosistemas marinos, con énfasis en la caracterización de hábitats, comunidades y procesos ecológicos. Promueve un enfoque multiescalar, integrando información oceanográfica, geomorfológica y biológica. Plantea la necesidad de establecer líneas base que permitan identificar la variabilidad natural y los patrones de distribución de especies clave. Asimismo, incorpora el uso de sistemas de clasificación estandarizados y la importancia de integrar conocimiento científico y local en la descripción.

En consecuencia, estas cinco guías evidencian una creciente sofisticación metodológica de parte del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) hacia un enfoque ecosistémico y multidisciplinario; mientras que, la guía de desalinizadoras enfatiza la descripción técnica de los componentes de este tipo de proyecto en particular, así las guías de 2022 a 2024 avanzan en la comprensión de los procesos ecológicos y la valoración de impactos acumulativos. La articulación entre las guías permite construir una secuencia lógica: descripción del ecosistema (SEA, 2022) → delimitación del área de influencia (SEA, 2017; 2023b) → predicción y evaluación de impactos (SEA, 2024a) → análisis de proyectos específicos (SEA, 2023a); sin embargo, se identifican desafíos en la integración práctica, especialmente en la compatibilidad entre la escala de modelación y la resolución de los datos. También persiste la necesidad de fortalecer las capacidades técnicas de los equipos evaluadores y consultores en modelación marina y análisis de conectividad ecológica.

6.3.2 MARCO NORMATIVO RELATIVO A LA PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS Y LA CONTAMINACIÓN DEL MEDIO MARINO

La actual institucionalidad ambiental

De conformidad con lo que se ha expuesto en los capítulos anteriores y teniendo en consideración los principales actores que intervienen en la gestión de la zona costera, según Herrera (2019), las principales institucionales que participan con un papel fundamental en la protección de las zonas costeras de Chile y de sus diversos recursos, son los siguientes.

- **Ministerio de Medio Ambiente**

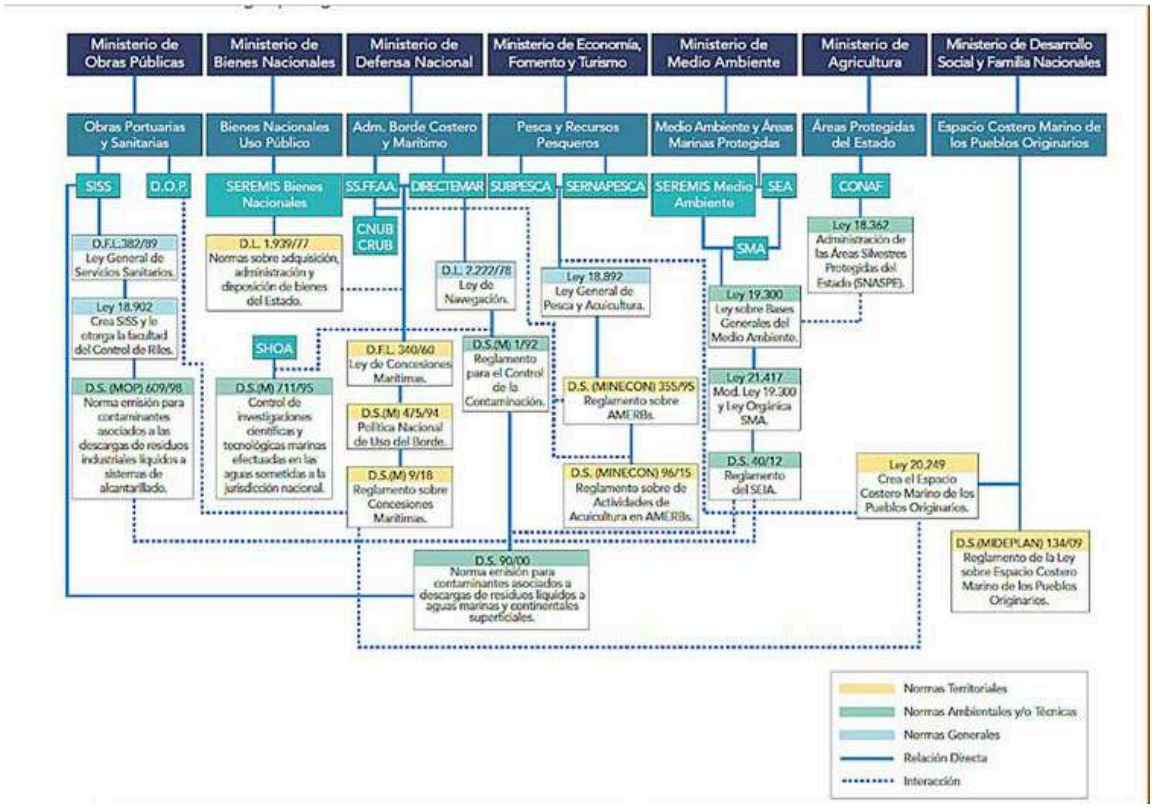
El Ministerio de Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) y la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) fueron creados a partir de la Ley N°20.417, publicada en el D.O. de fecha 20 de enero de 2010, la cual modificó la Ley N°19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Además, la normativa ha permitido incorporar en el inciso segundo del artículo 4º de la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente (Ley Nº19.300), el deber de la institucionalidad de propender la conservación de los ecosistemas naturales, incluyendo el marino, al establecer que:

“los órganos del Estado, en el ejercicio de sus competencias ambientales y en la aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, deberán propender por la adecuada conservación, desarrollo y fortalecimiento de la identidad, idiomas, instituciones y tradiciones sociales y culturales de los pueblos, comunidades y personas indígenas, de conformidad a lo señalado en la ley y en los convenios internacionales ratificados por Chile y que se encuentren vigentes”.

Las competencias del Misterio del Medio Ambiente se pueden dividir en tres ámbitos:

- Políticas y regulaciones ambientales generales, incluyendo aquellas vinculadas a cuentas ambientales, biodiversidad y áreas protegidas.
- Políticas y regulaciones para la sustentabilidad.
- Políticas y regulaciones en materia de riesgo y medio ambiente.

Figura 6.25. Estructura del marco institucional que regula y gestiona el uso de la zona costera en Chile.



Fuente: Morales, E., P. Winckler & M. Herrera. 2019. "Costas de Chile. Medio Natural, Cambio Climático, Ingeniería Oceánica y Gestión Costera". SHOA.

- **El Servicio de Evaluación Ambiental, es quien administra el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)**

Como principal instrumento de gestión ambiental, el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) es quien administra e interpreta el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), cuya misión es la evaluación de los proyectos o actividades que pudieran desarrollarse en la zona costera, de conformidad lo establece la Ley Nº19.300, modificada por la ley Nº20.417, incorpora la necesidad de contar con la solicitud de la opinión del Gobierno Regional, el Municipio respectivo y la Autoridad Marítima competente, sobre la compatibilidad territorial del proyecto.

- **Superintendencia de Medio Ambiente (SMA)**

A la SMA, le corresponde de forma exclusiva ejecutar, organizar y coordinar el seguimiento y fiscalización de las Resoluciones de Calificación Ambiental (RCAs) de los proyectos que se han aprobado ambientalmente, incluyendo aquellos que operan en el medio marino o en su borde costero. Además, le compete ejecutar, organizar y coordinar las medidas de los Planes de Prevención y/o de Descontaminación Ambiental, del contenido de las Normas de Calidad Ambiental y Normas de Emisión, y de los Planes de Manejo, cuando corresponda, y de todos aquellos otros instrumentos de carácter ambiental que establezca la

Para desarrollar estas labores, la SMA puede utilizar tres modalidades de fiscalización:

- A través de una modalidad directa, es decir, mediante sus propios funcionarios.
- A través de las facultades que poseen los distintos órganos de la administración del Estado con competencia ambiental.
- Mediante la acción de terceros, que están debidamente acreditados y autorizados por la SMA, tales como, entidades técnicas de fiscalización y entidades técnicas de certificación.

Asimismo, la SMA posee la rectoría técnica de la actividad de fiscalización ambiental, por cuanto debe establecer los criterios de fiscalización que deberán adoptar todos los organismos sectoriales que cumplan funciones de fiscalización ambiental para efectos de llevar a cabo sus labores.

6.3.3. Brechas que existen para el desarrollo sostenible y ambiental en Chile

Conforme lo manifiestan Andersen & Balbontín (2021), siendo el agua el recurso y servicio ecosistémico base de los asentamientos humanos, sus bordes presentan una fuerte demanda de ocupación, puesto que, en el caso de Chile, el recurso como los territorios de acceso a este, presentan en las últimas décadas una creciente demanda de parte de las industrias de exportación, especialmente de la agricultura y minería. Sin embargo, la relación de las comunidades con los bordes de agua implica mucho más que el solo aprovechamiento del recurso. Además, estos mismos autores, señalan que existe una difícil regulación y control del uso del borde costero, el cual radica, en parte, por "la dispersión de las competencias de la autoridad portuaria, que hoy se comparte entre muchos servicios públicos y ministerios que están relacionados a la infraestructura y movimiento de carga portuaria en Chile".

En este sentido, para los citados investigadores, la dictación del D.S. (M) N° 475/1994, que aprobó la Política Nacional de Uso del Borde Costero (PNUBC), constituyó un avance; sin embargo, subsisten las dificultades entre esta normativa y con lo dispuesto en el Decreto con Fuerza de Ley (D.F.L.) de 1960, sobre concesiones marítimas; así como también, con lo efectiva aplicación de lo dispuesto en el actual Reglamento sobre Concesiones Marítimas, promulgado por el D.S.(M) Nº9/2018 y con lo establecido en la Ley Nº 20.249 (Ley Lafkenche), destinada a proteger los asentamientos indígenas en el borde costero, así como con los instrumentos de planificación territorial de suelo urbano.

Más aún, la crítica que Andersen & Balbontín (2021) realizan hacia la PNUBC, incluye su papel como instrumento de gestión sostenible de los recursos costeros, al considerar que este instrumento permite la declaración de área costera reservada, de conformidad a lo que previene el art. 2º del D.S.(M) Nº475/1994, el cual tiene por finalidad programática, según los citados autores, focalizar la acción de los organismos del Estado, mediante una coordinación forzada de los órganos de la administración del Estado que, en ciertos casos buscan estimular la inversión. Lo anterior, siempre con el objetivo de lograr un desarrollo armónico del territorio y optimizar el uso de los bienes nacionales de uso público que conforman el borde costero, como materialización del imperativo constitucional establecido en el artículo 115° de la Carta Fundamental (Cordero, 2011). Más aun, el problema, según los citados investigadores, se origina en que la actual zonificación se materializa mediante un decreto supremo, con lo cual ella podría adolecer de un vicio de inconstitucionalidad, al implicar una limitación por vía de acto administrativo de ciertos derechos constitucionales (Andersen & Balbontín 2021).

En efecto, la zonificación fija prohibiciones de ciertos usos de suelo al establecer usos preferentes y, en otros casos, posibilita usos alternativos a las zonas preferenciales definidas; más aún, en ciertas situaciones, ésta pretende definir prohibiciones y causales de caducidad a concesiones, por ejemplo, en el caso de las concesiones acuícolas. Incluso las zonas preferenciales de preservación ambiental, que puede imponer la Zonificación del Borde Costero, suponen restricciones a proyectos portuarios o actividades económicas en la medida que no deben generar impactos negativos sobre el ecosistema natural, lo que se debe garantizar a través de la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental.

En particular, la Constitución garantiza a todas las personas: "El derecho a desarrollar cualquier actividad económica que no sea contraria a la moral, al orden público o a la seguridad nacional, respetando las normas legales que la regulen" (Constitución Política de la República de Chile de 1980, 2020, artículo 19 N°21). A su vez, garantiza a todas las personas el derecho de propiedad sobre todas clases de bienes corporales incorporales, señalando que "sólo la ley puede establecer […] las limitaciones y obligaciones que deriven de su función social" (Constitución Política de la República de Chile de 1980, 2020, artículo 19 N°24). Incluso señala que la "ley podrá establecer restricciones específicas al ejercicio de determinados derechos o libertades para proteger el medio ambiente" (Constitución Política de la República de Chile de 1980, 2020, artículo 19 N°8). Esta reserva legal para limitar los derechos constitucionales precitados está fundada sobre todo en un principio de seguridad jurídica, como expresión de un Estado de Derecho (Andersen & Balbontín 2021).

Además, debemos recordar la brecha que fue expuesta al inicio de este texto, la cual se origina de lo señalado por Andrade et. al. (2008), quien observó que las atribuciones asociadas a la aprobación de propuestas de zonificación del borde costero, según lo dispuesto en la PNUBC, pueden considerarse como una forma importante de planificación territorial costera; pero que solo se trata de propuestas de zonificación a las cuales los organismos que administran el borde costero resuelven de forma facultativa, sin tener un efecto vinculante directo para todos los usuarios del borde costero. En consecuencia, para este autor la propuesta de planificación sectorial, que eventualmente pudiera aplicarse por los organismos encargados de regular y controlar las actividades productivas en esta área, no necesariamente son insertas en un contexto general del ordenamiento de los espacios terrestres y marítimos, demostrando que el esfuerzo que demuestra la Comisión Nacional del Uso del Borde Costero (CNUBC), en el ordenamiento costero, tiene un alcance limitado para efectos de la regulación de todas las actividades que tienen impacto en la zona costera, dado su nulo efecto vinculante y su escasa extensión territorial, al referirse exclusivamente al borde costero (Andrade et. al. 2008).

En un sentido similar a lo expuesto precedentemente, se encuentra Martínez et al.(2019), los que señalan que una de las mayores dificultades que presenta el actual ordenamiento y planificación territorial de las zonas costeras, se relaciona con las responsabilidades institucionales en la materia y con los instrumentos asociados. Tanto los instrumentos de planificación territorial (IPT) como aquellos de carácter sectorial, pero con incidencias importantes en el territorio, deben articularse en torno de definiciones estratégicas mayores. Además, para estos citados autores de la propuesta de Ley de Costas, las limitaciones que posee el PNUBC y su dificultad para ser articulada, a través de normativas a la Planificación Territorial, obligan a reflexionar sobre la necesidad de contar en el país con una Ley de Costas efectiva, para enfrentar los desafíos de gobernanza que plantea el siglo XXI, en especial para enfocar el desarrollo sostenible y los procesos adaptativos del cambio climático, entre los que citan, a los siguientes:

a. La falta de precisión del concepto de borde costero, ya que borde costero no es sinónimo de zona costera. Lo anterior, en atención que la zona costera debe definirse en su extensión, a través de evidencia científica, con el fin de establecer, no la línea de playa (máxima extensión del oleaje en condiciones de mareas de sicigias), sino la máxima extensión del nivel del mar holocénico, lo cual conlleva a utilizar el concepto de línea de costa, es decir el punto en el cual el mar estuvo posicionado como respuesta al último cambio climático global. La repercusión de este enfoque es la extensión de la zona costera más allá de la playa y la inclusión dentro del territorio costero, de todos los ecosistemas costeros frágiles que actualmente no cuentan con formas de protección legal (Martínez et al. (2019).

b. La falta de metodologías de zonificación, puesto que no existe una metodología específica para el proceso de zonificación, por lo que la mayoría de las regiones que ya han desarrollado sus propuestas de usos han buscado el apoyo internacional, a través de convenios de cooperación específicos (Martínez et al. (2019), y,

c. La falta de articulación de la zonificación costera con los instrumentos de planificación territorial, en atención a que la regulación del territorio está entregada a la Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC), la cual define básicamente dos instrumentos para regular el uso del suelo: el Plan Regulador Intercomunal y el Plan Regulador Comunal, los cuales no contienen criterios especiales para las zonas costeras, como territorio singular, ni tampoco obligan a incluir las zonificaciones costeras, debido al escaso territorio. Así también, las concesiones marítimas son autorizadas por la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas, la que puede o no considerar las condiciones de edificación y usos de suelo establecidos por el plan regulador respectivo (Martínez et al. (2019).

En visto de lo expuesto anteriormente, cobra una mayor importancia el nuevo proyecto de Política Nacional Costera (PNC), cuyo anteproyecto estuvo en consulta pública hasta el 25 de septiembre de 2025, el cual propone modernizar la institucionalidad, transformando la Comisión Nacional de Uso del Borde Costero en una Comisión Nacional de Costas.

De ser aprobado este proyecto de Política Nacional Costera, permitirá actualizar y renovar la existente PNUBC, promoviendo una mirada en los nuevos desafíos que enfrenta la gestión de la zona costera, como un espacio dinámico y de ancho variable, donde interactúan los ecosistemas terrestres con los acuáticos, ya sean marinos o continentales, incluyendo la costa litoral y las riberas de ríos y lagos navegables por buques de más de 100 toneladas de registro grueso. No obstante, resulta esencial que este anteproyecto logre sortear las observaciones que se han planteado en su estructura en lo que resta de este año 2025, en orden a definir una mayor precisión normativa y mecanismos de resolución de conflictos, así como también, solucionar la definición de mecanismos de financiamiento, jerarquías y métricas de seguimiento.

Otro asunto, no menos importante, que representa una brecha para el desarrollo sostenible y ambiental de las zonas costeras en Chile, lo representa la falta de normas de calidad secundaria para aguas marinas y sedimentos marinos, puesto que una actual norma para la bahía de Quintero y Puchuncaví y otro anteproyecto en construcción para la bahía de Mejillones del Sur no son suficientes para toda la actividad desarrollada en nuestras costas, lo cual impide materializar, de manera efectiva, la garantía constitucional de vivir en un medio ambiente libre de contaminación, debido que estas normas son una manifestación del principio de desarrollo sustentable, según lo expresa Mondragón (2018), puesto que, conforme se ha definido, el desarrollo sustentable es aquel desarrollo que permite "*Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones del futuro para atender sus propias necesidades*". En este sentido, el referido concepto o principio que inspira el derecho ambiental sostiene que deben compatibilizarse el desarrollo económico y social con la protección del medio ambiente, lo que nuestra regulación ambiental ha reconocido expresamente, mediante lo expuesto en el Mensaje Presidencial de la Ley Nº19.300, en el que se indica que "*Un desarrollo sustentable debe conservar la tierra y el agua, los recursos genéticos, no degradar el medio ambiente, ser técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable. Pero a la vez, la conservación del medio ambiente no se puede plantear en un sentido restrictivo. Nuestro país requiere satisfacer necesidades crecientes de vivienda, salud, educación, energía, etc. Ello implica poner en producción los recursos con los que cuenta* (…) *Cuando hablamos de desarrollo sustentable, estamos pensando en crecimiento económico con equidad social y con preservación y cuidado de los recursos naturales*" (citado por Mondragón 2018).

El mismo autor precisa además que este concepto o principio, forma parte del listado de definiciones establecido en el literal g), del artículo 2°, de la Ley 19.300, lo que incluye una serie de instrumentos de gestión ambiental, entre ellos, las mismas normas de calidad ambiental (Mondragón 2018), por lo que la inexistencia de estas normas hace deficitario la aplicabilidad del desarrollo sostenible o sustentable en nuestra normativa ambiental.

Por lo demás, la solución de las brechas antes señaladas permitiría ampliar adecuadamente, la red de Áreas Protegidas y Áreas Marinas Protegidas, y mejorar su gestión, tal como lo señala Marquet *et al*. (2022), para quienes han señalado que, considerando que existen aún muchas especies y ecosistemas que no están protegidos, es importante movilizar recursos y generar instrumento de política que permitan su protección adecuada, entre los que se ejemplifican los humedales y ecosistemas costeros.

6.3.3. MARCO NORMATIVO Y POLÍTICAS DIRIGIDAS AL CAMBIO CLIMÁTICO

Normativa sectorial sobre Cambio Climático

Históricamente, los ecosistemas marinos han experimentado alteraciones importantes debido a presiones humanas de diversa índole. Entre ellas se encuentran el cambio climático, la contaminación, la destrucción de hábitats, las invasiones biológicas y la sobreexplotación (Halpern et al. 2015, Mc Cauley et al. 2015, IPCC 2022). Particularmente los ecosistemas costeros están dentro de los más perjudicados. En el ámbito científico existe consenso de que esta demanda creciente por el uso de la zona costera es insostenible (Inniss et al. 2016). En la misma línea, variados estudios recientes indican que los ambientes costeros son especialmente vulnerables debido a una urbanización más densa, a cambios en el nivel del mar y a una mayor densidad poblacional, lo que necesariamente involucra mayor actividad económica, turismo, industrias, comercios, transporte, etc. (Paula 2016, Sahoo 2018, Kantamaneni 2019, El Habti et al. 2022).
Tal como ya fue señalado anteriormente, la principal norma legal que ha sido dictada con el objeto de enfrentar las consecuencias del cambio climático, transitar hacia un desarrollo bajo en emisiones de gases de efecto invernadero y otros forzantes climáticos, hasta alcanzar y mantener la neutralidad de emisiones de gases de efecto invernadero al año 2050, corresponde a la Ley N°21.455, la que fue publicada en el D.O. de fecha 13 de junio de 2022. Su meta es reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia a los efectos adversos del cambio climático, y dar cumplimiento a los compromisos internacionales asumidos por el Estado de Chile en la materia.

Esta norma legal corresponde a la Ley Marco de Cambio Climático, cuyos principales objetivos son:

1. Una disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero provocadas por el cambio climático;
2. Adaptación a los nuevos impactos, tales como marejadas anormales, aumentos de temperatura, aluviones, sequías, entre otros; y,
3. Potenciar la seguridad alimentaria, aumentar la disponibilidad de agua y disminuir la contaminación y los riesgos de salud.

En este sentido, la nueva norma legal incorpora los principios orientadores para la determinación de políticas, planes, programas y otros, que se dicten o ejecuten en el marco de la Ley Nº21.455.

Para el diario digital Constitucional.cl (2022) , una de las novedades que aporta esta nueva ley es la incorporación de principios, tales como el científico, el de costo-efectividad, el de enfoque ecosistémico, de equidad y justicia climática, de no regresión, de participación ciudadana, precautorio, y el de urgencia climática.

En tal sentido, esta Ley establece una meta de mitigación, la cual considera un plazo máximo al año 2050, para alcanzar la neutralidad de emisiones de gases de efecto invernadero. Para lograr ello, se regula la creación de Instrumentos de Gestión del Cambio Climático, entre los que se encuentra:

- La Estrategia Climática de Largo Plazo;
- La Contribución Determinada a Nivel Nacional;
- Los Planes Sectoriales de Mitigación del Cambio Climático;
- Los Planes Sectoriales de Adaptación al Cambio Climático;
- El Reporte de Acción Nacional de Cambio Climático;
- Los Planes de Acción Regional de Cambio Climático, y;
- Los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas.

Del mismo modo, esta Ley regula la existencia de normas de emisión de gases de efecto invernadero y de los certificados de reducción de emisiones; además, incorpora la posibilidad de que aquellos proyectos que puedan reducir o absorber las emisiones de gases de efecto invernadero, logren obtener certificados para el cumplimiento de sus límites máximos permitidos en las normas de emisión.

Asimismo, esta norma legal refuerza la Institucionalidad ante el Cambio Climático, otorgándole nuevas facultades y definiendo sus obligaciones y responsabilidades, al tiempo que incorpora un Sistema Nacional de Acceso a la Información y Participación Ciudadana sobre Cambio Climático, el cual promoverá y facilitará la participación ciudadana en la elaboración, actualización y seguimiento de los instrumentos de gestión del cambio climático. También, considera un aspecto económico, al contener una Estrategia Financiera de Cambio Climático, y establecer un Fondo de Protección Ambiental. Finalmente, este cuerpo legal establece disposiciones complementarias, régimen de sanciones y modificaciones a diversas leyes para dotar la normativa vigente con el sentido de esta nueva disposición.

Sin perjuicio de lo anterior, previamente, en el año 2017, el Ministerio de Relaciones Exteriores, había promulgado el D.S.(MINREL) N°30, a través del cual el Estado de Chile adquirió los compromisos alcanzados en el Acuerdo de París del año 2015, en que las partes se comprometieron a "*Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2ºC con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 ºC con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático*", lo que implicó reconocer que el cambio climático era un problema global que requiere de esfuerzos transversales, y, adicionalmente, este acuerdo se basa en acciones nacionales comprometidas voluntariamente, mediante contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC, por sus siglas en inglés).

Políticas institucionales sobre Cambio Climático

Conforme lo dispone el art. 70, letra h, de la Ley 20.417, que modificó la Ley N°19.300, establece que: "(...) *le corresponderá especialmente al Ministerio, el proponer políticas y formular los planes, programas y planes de acción en materia de cambio climático*".

En cumplimiento del referido mandato, en el año 2014, el Ministerio del Medio Ambiente creó la Oficina de Cambio Climático (OCC), bajo la dirección de la Subsecretaría del Medio Ambiente, la que, a inicios de 2017, pasó a ser denominada División de Cambio Climático (DCC), manteniendo sus responsabilidades originales, pero con una estructura organizacional más completa. En ese mismo año, el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad (CMS) acordó iniciar los trámites para modificar su nombre y llamarse "Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático", al que se incorporaría el Ministerio de Relaciones Exteriores (MINREL), por su papel en la negociación internacional.

En el ámbito sectorial y conforme se publica en el sitio web de CONAF, el Ministerio de Agricultura de Chile, junto con dicha Corporación Nacional Forestal, comenzaron a liderar la elaboración de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales 2017-2025 (conocido por sus siglas como ENCCRV), sobre la base de un amplio proceso participativo con más de 3.000 actores nacionales e internacionales.

Esta Estrategia Nacional ha representado un importante instrumento de política pública en el ámbito de los recursos vegetacionales nativos de Chile, puesto que orienta e integra las actividades y medidas que debiera adoptarse, como país, con miras a la mitigación y adaptación al cambio climático, así como el combate a la desertificación, la degradación de las tierras y la sequía. Para el cumplimiento de estos compromisos, las citadas instituciones han definido como objetivo general de la Estrategia "*Disminuir la vulnerabilidad social, ambiental y económica que genera el cambio climático, la desertificación, la degradación de las tierras y la sequía sobre los recursos vegetacionales y comunidades humanas que dependen de éstos, a fin de aumentar la resiliencia de los ecosistemas y contribuir a mitigar el cambio climático, fomentando la reducción y captura de emisiones de gases de efecto invernadero en Chile*".

En concreto, las metas que se han establecido en el marco de la ENCCRV, se enfocan en dos ámbitos:

- Un ámbito de adaptación, dirigido a reducir la vulnerabilidad asociada al riesgo de degradación de las tierras a través del manejo de los recursos vegetacionales, mediante la intervención de al menos 264.000 hectáreas de forma directa, entre 2017 y 2025. El aporte a la disminución de la vulnerabilidad se evaluará en términos de indicadores asociados a biodiversidad, provisión de servicios ecosistémicos como el suministro y regulación de los caudales y calidad de agua, así como también productividad de los suelos.
- Un ámbito de mitigación, cuyo objetivo es reducir las emisiones de GEI asociadas a la degradación y deforestación en un 20% al año 2025, en base a las emisiones del periodo 2001-2013, así como aumentar la capacidad de los recursos vegetacionales como sumidero de carbono.

De acuerdo lo informa CONAF, a inicios del año 2016 se comenzó con la fase de implementación de esta Estrategia ENCCRV, mediante la ejecución de proyectos en el territorio, con el propósito de someter a prueba todos los mecanismos técnicos, financieros y fortalecimiento de capacidades planificadas, lo cual fue posible con financiamiento internacional. La implementación de la ENCCRV, se ha dividido en tres fases:

- Una fase de preparación, Implementación y Pagos por Resultados. La Fase de Preparación, comenzó en el año 2010, con las primeras donaciones internacionales recibidas. Así, la preparación avanzó gradualmente en la aplicación de diferentes enfoques de implementación, en un escenario internacional de creciente sensibilización con respecto al cambio climático. Esta fase, que presenta constantes mejoras y actualizaciones, contempla el desarrollo de múltiples estudios, proyectos y procesos participativos con los que se generaron los insumos base para la formulación de la ENCCRV, validándose además la iniciativa, contenida en el presente documento, mediante tres procesos simultáneos llevados a cabo a nivel nacional, denominados: Autoevaluación, Diálogo y Participación Indígena, y Consulta Ciudadana. Además, se pudo avanzar en la determinación de los niveles de referencia de emisiones y absorciones forestales y de recursos vegetacionales, identificándose las brechas a superar para establecer el Sistema de Medición y Monitoreo que se exige internacionalmente. Este trabajo, fue consignado ante el Secretariado del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), siendo Chile pionero a nivel mundial al incluir estimaciones de emisiones asociadas a degradación de bosques.

- Una segunda fase de Implementación comenzó con la ejecución de las primeras intervenciones en los territorios, mediante proyectos sectoriales, los cuales tuvieron como objetivo someter a examen los mecanismos técnicos, financieros, arreglos institucionales y de participación planificados en la fase de Preparación. Adicionalmente se ha iniciado la validación de los sistemas diseñados previamente, relativos a la medición y monitoreo de flujos de carbono y de indicadores ambientales y sociales, así como también a esquemas de pagos por resultados vinculados a servicios ambientales. En esta fase de Implementación se espera lograr modificaciones legales, así como la generación de nuevas leyes para una mejor gestión de los recursos vegetacionales nativos.

- Finalmente, la tercera fase, implica la implementación regular de las acciones de la ENCCRV, en donde la acción es más relevante, puesto que será el establecimiento de los esquemas de Pagos por Resultados por servicios ambientales, enfatizando la retribución por reducción de emisiones e incremento de capturas de GEI. Estos esquemas se basarán en métodos técnicos estándar, con sistema de reporte público del desempeño, especialmente el resguardo de los aspectos ambientales y sociales asociados a la implementación de la ENCCRV.

En el mismo año 2016, paralelo al desarrollo de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales 2017-2025, se creaba la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático, cuya misión principal es fomentar la inclusión de la problemática de cambio climático y desarrollo sostenible en el sector privado a través de acuerdos público-privados y la ejecución de programas y proyectos, que aporten a la construcción de una economía baja en carbono y al cumplimiento de los compromisos de Chile en el acuerdo de Paris. Sus ámbitos de acción son el fomento, emprendimiento, innovación, la implementación de acciones climáticas de mitigación y adaptación al cambio climático, las tecnologías para la mitigación y adaptación, el financiamiento de acciones de mitigación y adaptación y el desarrollo de capacidades.

Además, el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, en su sesión del 21 de octubre del 2021, acordó pronunciarse favorablemente sobre los contenidos de una Estrategia Climática de Largo Plazo que había propuesto el Ministerio del Medio Ambiente, la que fue aprobada por el Ejecutivo y, posteriormente, presentada durante la COP26 a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

Esta Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) de Chile, define una hoja de ruta que se debe seguir durante el período 2020-2050, para lograr la carbono neutralidad y la resiliencia climática, definiendo límites sectoriales de emisiones de CO2eq, a partir del límite de emisiones establecido en nuestra contribución determinada a nivel nacional (NDC, por su sigla en inglés), estableciendo más de 400 metas de transición, que incluyen a todos los sectores de la sociedad de manera integrada, lo que permitirá avanzar en la acción climática a nivel regional y comunal de acuerdo a la planificación y estrategias de desarrollo regional que establece para cada territorio. Estas metas, que han sido elaboradas a partir de lo dispuesto por la ciencia, establecen acciones y medidas exigentes y ambiciosas para lograr la carbono neutralidad y la resiliencia climática al 2050, conforme lo ha definido la Ley N°21.455, que ya fue mencionada anteriormente. Para lograr esta meta, desde el año 2012, nuestro país cuenta con el Sistema Nacional de Inventario de emisiones de GEI (SNI), el cual es coordinado por el Ministerio del Medio Ambiente, y que se actualiza cada 2 años, tal como establecen las reglas de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) y se reporta en los Informes Bienales de Actualización (futuros Informes Bienales de Transparencia). De esta forma, nuestro país ha podido demostrar que sus aportes a nivel mundial corresponden a un 0,25% de las emisiones a nivel mundial, sin embargo, es un actor activo y ambicioso en sus compromisos de mitigación de las emisiones como ha quedado demostrado con la meta de carbono neutralidad y la actualización de la NDC con una meta ambiciosa al año 2050.

6. CONCLUSIONES



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

Estado de los recursos biológicos de los ecosistemas marinos

A partir de los datos proporcionados en este Informe País de 2025, es importante señalar el preocupante estado de los recursos bento-demersales. De los 9 recursos analizados, 5 de ellos se encuentran en estatus de sobreexplotación o de colapso (congrio dorado, merluza del sur, merluza de cola, merluza común y langostino amarillo), y 7 de los 9 recursos registran tasas negativas de captura en 2024 respecto a 2021. La merluza de cola es un caso de especial preocupación. Un extenso estudio reproductivo (20 años) revela que la biomasa de desove de merluza de cola continúa disminuyendo fuertemente. La edad de madurez sexual de esta especie no ha recuperado su longitud media desde principios de 2001. Las medidas de manejo pesquero no han logrado revertir esta tendencia. Lamentablemente la merluza de cola no presenta señales de recuperación en las últimas tres décadas, y se mantiene sumida en situación de colapso, muy difícil de revertir.

En relación con los recursos pelágicos analizados, esto es, anchoveta, sardina española, sardina común, jurel, pez espada y reineta, sus estatus son variados. Mientras los recursos jurel y pez espada se encuentran en estado de Plena Explotación (33,3 %), la anchoveta (AyP-ANTOF y ATCMA-COQ) la sardina común y la reineta, se definieron en estatus de Sobreexplotación (50%) y el recurso sardina española se definió en estatus de Agotamiento. Este último caso, en las pesquerías de Sardina española (AyP – ANTOF) y Sardina española (ATCMA–COQ), mantienen su estado de situación de agotamiento por más de 20 años, lo que se evidencia en los bajos o nulos desembarques registrados en la zona norte. En una mejor situación se encuentra en la actualidad la pesquería del bacalao de profundidad, ya que ésta ha experimentado una evolución positiva durante el año 2024, pasando de un estatus de Sobreexplotado a Plena Explotación.

La situación de los moluscos es preocupante, considerando que 3 de los 5 recursos analizados en este Informe (almejas, machas y pulpo del sur) presentan variaciones negativas respecto a lo registrado en el último Informe País de 2021. En la actualidad, el desembarque de machas proviene exclusivamente de las regiones de Coquimbo y Los Lagos. Los bancos de machas de las otras regiones ya no realizan actividad extractiva por agotamiento de este recurso. Por su parte el recurso almeja ha experimentado una disminución notable en sus capturas acercándose a ser catalogado como un recurso sobre explotado, presentando una disminución de un24% respecto a los datos de captura de 2021.

A la fecha de publicación del presente Informe País (2025), el estado de deterioro de los principales recursos biológicos marinos de nuestras costas es evidente, el cual se puede vincular a diversas problemáticas. En algunos casos, la extracción pesquera excesiva ha sido relacionada a situaciones de Sobreexplotación, Colapso o Agotamiento de los stocks. En tanto que, si se trata de recursos que presentan vulnerabilidad asociada a sus ciclos de vida, o a una fuerte dependencia a los factores ambientales, la situación de desgaste puede permanecer en el tiempo a pesar de los esfuerzos del manejo pesquero por controlar la mortalidad por pesca (como es el caso de la merluza de cola la sardina común y las machas).
Además, existen otros aspectos que dificultan la gestión sostenible de las pesquerías basadas en los recursos nacionales. Así, se ha mencionado a lo largo de la revisión de este capítulo, que el problema del subreporte o la captura no declarada son factores que persisten en el tiempo y que perjudican las evaluaciones del estado de los stocks al añadir incertidumbre a los análisis.

Estado de la contaminación de los ecosistemas marinos y del borde costero

Si bien la información disponible aparte del POAL, de la literatura científica y de diversos estudios de línea de base ambiental marina en Chile ha crecido en los últimos años, una fracción de esos antecedentes aún carece de la rigurosidad metodológica necesaria (especialmente en matrices agua para metales traza), debido a límites de detección cercanos a las concentraciones ambientales y a protocolos analíticos no siempre estandarizados. Aun así, utilizando los conjuntos de datos de mayor robustez —en particular, las series POAL 2018–2021 y 2022–2024— se confirma que, a escala nacional, las aguas marinas mantienen concentraciones bajas de metales traza (Cd, Cu, Hg y Pb), regularmente por debajo de los criterios internacionales de calidad, evidenciando una condición favorable y una mejora sostenida en cobre disuelto durante 2022–2024.

En sedimentos, la situación es más heterogénea y espacialmente diferenciada. El cobre y el plomo mostraron alzas locales en 2022–2024 respecto de 2018–2021, asociadas principalmente a zonas mineras y portuarias del norte y centro del país; sin embargo, en la mayoría de las estaciones los promedios permanecen bajo los valores PEL de referencia internacional. El cadmio evidenció un incremento puntual (p. ej., Aysén) que elevó el promedio nacional del período sin configurar excedencias generalizadas a escala país, y el mercurio se mantuvo bajo umbrales de referencia tanto en agua como en sedimentos, sin indicios de riesgo ecológico amplio. En conjunto, los sedimentos presentan *hotspots* acotados que ameritan seguimiento focalizado, pero no configuran un deterioro generalizado. Respecto de nutrientes y materia orgánica en sedimentos, el período 2022–2024 registra incrementos significativos del fósforo total (≈806 mg/kg, máximo histórico), nitrógeno total (≈2.955 mg/kg) y materia orgánica total (≈7,5 %). El patrón espacial es dual: en el norte (Arica y Parinacota hasta Antofagasta) se concentran los mayores valores de P total, superando el criterio internacional sugerido y reflejando enriquecimiento trófico en fondos costeros; en cambio, en las regiones acuícolas del sur (Los Lagos a Magallanes) los promedios se mantienen por debajo del promedio nacional, lo que sugiere mejoras relativas de gestión ambiental frente a ciclos previos. La Región del Biobío continúa mostrando N total elevado, coherente con un legado histórico de RILES en bahías altamente intervenidas, pese a avances graduales en control y tratamiento. En hidrocarburos, las concentraciones de HAP en aguas se mantuvieron bajo el límite de detección, y no se detectaron PCB en sedimentos en el último ciclo con datos completos (2018–2021), en concordancia con la tendencia global post-Convenio de Estocolmo. No obstante, los hidrocarburos totales en sedimentos (HCT) aumentaron en 2022–2024 a nivel nacional, con excedencias del PEL (300 mg/kg) en sectores norteños (Atacama, Tarapacá, Antofagasta) y alzas en Aysén y Magallanes, compatibles con descargas crónicas y locales (operación portuaria, mantención de embarcaciones, actividad industrial/minera y logística), más que con grandes derrames. Ello demanda control operacional y monitoreos reforzados en polos específicos.

En macro y microplásticos, la evidencia nacional consolidada por ciencia ciudadana y estudios recientes indica que no ha habido reducciones significativas de la basura marina entre 2008 y 2020, con plásticos como ítem dominante (≈60–80 %). Se confirma la presencia de microplásticos en playas, aguas, sedimentos y biota (aves, invertebrados, peces) y la transferencia trófica, además de aportes fluviales–costeros en cuencas urbanas del centro-sur. A pesar de nuevas leyes (REP y plásticos de un solo uso), el problema persiste y requiere estandarización metodológica, monitoreos sistemáticos y medidas preventivas en cuencas y puertos.

Desde la gestión y normativa, persisten vacíos regulatorios nacionales para calidad de sedimentos y para plásticos (micro/nano), aunque se observan avances locales relevantes (p. ej., NSCA Bahía de Quintero–Puchuncaví, 2024) y procesos en curso (Mejillones, Golfo de Arauco). La revisión del D.S. 90/2001 no ha entrado en vigor, manteniendo brechas (p. ej., salinidad en desalación), pero las guías SEA/DIRECTEMAR han fortalecido la estandarización técnica para modelación, predicción y monitoreo en el SEIA.

En síntesis, en el período 2022–2024, el borde costero nacional mantiene buena calidad de aguas para metales traza, mientras que los sedimentos exhiben presiones locales en metales (Cu, Pb, Cd) e HCT, y un aumento general de MOT, N y P, con gradiente norte > sur acuícola; al mismo tiempo, la contaminación por plásticos se consolida como problema estructural transversal. No se observa riesgo ecológico generalizado a escala país, pero sí *hotspots* que requieren vigilancia continua, control focalizado y fortalecimiento normativo. Las prioridades inmediatas son: (i) expandir normas secundarias a bahías críticas; (ii) estandarizar y ampliar monitoreos (incluyendo micro/nanoplásticos y calidad de sedimentos); (iii) gestionar en cuencas para reducir nutrientes, microplásticos y HCT; y (iv) exigir mejores prácticas operacionales en puertos, terminales y polos industriales. Con estas medidas, es posible consolidar la tendencia favorable en aguas, acotar *hotspots* en sedimentos y contener la presión por plásticos, avanzando hacia una mejora sostenida del estado ambiental del borde costero de Chile.

Causas y determinantes del estado de los ecosistemas marinos del borde costero

El estado ambiental del borde costero chileno refleja un sistema sometido a presiones históricas y emergentes que actúan de manera acumulativa y espacialmente heterogénea: en el norte dominan los pasivos mineros, la logística portuaria y las descargas térmicas de centrales costeras; en el centro y centro-norte prevalecen las fuentes difusas agrícolas y los emisarios sanitarios que aún vierten caudales significativos al mar; y en el sur y austral la principal presión corresponde a la acuicultura intensiva, sumada al tráfico marítimo y, en Magallanes, a la extracción de hidrocarburos.

Pese al avance sanitario que implica una cobertura urbana cercana al 99%, los emisarios siguen siendo una vía mayor de transferencia de materia orgánica, nutrientes y contaminantes emergentes hacia ecosistemas sensibles (bahías, estuarios y fiordos), lo que evidencia que el desafío ya no es sólo tratar, sino qué hacer con el efluente tratado. La expansión de la desalinización ha fortalecido la seguridad hídrica en zonas áridas, pero introduce nuevos vectores de impacto (salmuera hipersalina, consumo energético y captación de biota) que exigen estándares de diseño, monitoreo y fiscalización acordes al riesgo local.

En paralelo, la evidencia reciente confirma la presencia y circulación de contaminantes “legados” (metales, hidrocarburos, OCP/PCB) y emergentes (microplásticos, fármacos, PFAS) a lo largo del gradiente latitudinal, incluida la Antártica, lo que obliga a incorporar estos compuestos a los programas de vigilancia ambiental.

Bajo este panorama, las prioridades de política pública son claras: reducir gradualmente la dependencia de emisarios mediante el reúso seguro del agua tratada y tratamiento terciario/avanzado; gestionar integralmente relaves y otros pasivos en cuencas que drenan al mar; ordenar espacialmente la acuicultura con límites de carga y zonas de exclusión en áreas protegidas; y asegurar que los nuevos proyectos costeros —en especial desaladoras y terminales portuarios-energéticos— internalicen sus externalidades mediante evaluación rigurosa, tecnologías de menor impacto y planes de restauración. Sólo una gobernanza cuenca-costa-mar articulada con metas de descarbonización y adaptación climática permitirá detener la pérdida de calidad ambiental, recuperar servicios ecosistémicos y compatibilizar productividad con conservación en el borde costero de Chile.

Iniciativas legales para la gestión ambiental de las zonas costeras y de sus ecosistemas marinos y terrestres

En virtud de lo expuesto precedentemente, se pueden arribar a las siguientes conclusiones con respecto a los factores e iniciativas jurídicas que se han descrito en este capítulo y que inciden en la gestión ambiental de los ecosistemas terrestres y marinos del borde costero:

De la misma forma que se ha venido sosteniendo en los distintos Informe País previos, nuestro país ha demostrado contar con una experimentada institucionalidad que ha administrado la zona costera y sus recursos, mediante el otorgamiento de concesiones marítimas, fluviales y lacustres; los que han evolucionado en una Política Nacional del Uso del Borde Costero, el que ha seguido tendencias internacionales para un apropiado manejo de estos bienes nacionales y fiscales; sin embargo, esta institucionalidad ha demostrado poseer ciertas brechas, que han sido objeto de críticas por parte de investigadores y estudiosos, lo que ha valido la propuesta de una nueva Ley de Costas para Chile.

En este sentido, iniciativas tales como el anteproyecto de Política Nacional Costera (PNC) representarían una solución a las críticas que se han mantenido con respecto a la Política Nacional del Uso del Borde Costero, puesto que permitiría actualizar y renovar la existente, promoviendo una mirada hacia nuevos desafíos que enfrenta la gestión de la zona costera, donde indudablemente interactúan los ecosistemas terrestres con los acuáticos, ya sean marinos o continentales; pero, resulta esencial que esta nueva Política logre sortear observaciones en su actual estructura, en orden a definir con mayor precisión normativa y mecanismos de resolución de conflictos, así como también, la definición de mecanismos de financiamiento, jerarquías y métricas de seguimiento.

Por otra parte, también, se ha destacado la escasez de normas de calidad secundaria para aguas y sedimentos marinos, las que resultan instrumentos de gestión ambiental que son elementales para la definición de un adecuado ordenamiento marítimo y costero, escasez que hace deficitaria la aplicabilidad del desarrollo sostenible en nuestra normativa ambiental.

Nuestra actual institucionalidad ambiental, creada a mitad de la década de los noventa, sumado a las iniciativas regulatorias que hasta ese momento se encontraban amparadas en los sectores muy puntuales de la administración del Estado, permitieron consolidar un sistema de gestión ambiental que ha producido una efectiva protección ambiental de las zonas costeras y sus ecosistemas; sin embargo, aun cuando nuestro país ha demostrado iniciativas normativas destinadas a la protección y ordenamiento de las zonas costeras, ésta no ha evolucionado de la misma forma que experimentó la regulación ambiental. Así, la institucionalidad para el uso de la zona costera no ha obedecido una política que permita su regulación permanente e integral,

ya que por ahora parece obedecer más a una finalidad sectorial, en donde yace limitada, lo cual ha restringido una necesaria planificación del borde costero, que esté adaptada a los requerimientos ambientales y de conservación de los ecosistemas marinos.

Finalmente, las iniciativas de nuestro país para enfrentar el problema del cambio climático, han considerado desde una Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales 2017-2025, una Estrategia Climática de Largo Plazo 2020 -2050, alcanzando la dictación de la Ley Nº21.455, que reconoce principios tales como el científico, el de costo-efectividad, el de enfoque ecosistémico, de equidad y justicia climática, de no regresión, de participación ciudadana, precautorio, y el de urgencia climática, regulando la existencia de normas de emisión de gases de efecto invernadero y de los certificados de reducción de emisiones; así como, la posibilidad de que aquellos proyectos que puedan reducir o absorber las emisiones de gases de efecto invernadero, logren obtener certificados para el cumplimiento de sus límites máximos permitidos en las normas de emisión, y estableciendo formalmente una institucionalidad para el cambio climático.

10.6. BIBLIOGRAFÍA

- Acuña E., R. Alarcón, L. Cid, H. Arancibia, L. Cubillos & A. Cortés. 2008. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2005. Informe Final, Proyecto FIP 2005-09: 348 pp.

- Acuña E. & H. Arancibia. 1996. Evaluación directa del stock de camarón nailon (Heterocarpus reedi) por el método de área barrida, en la zona de operación de la flota arrastrera de las regiones III y IV. Informe Final Proyecto U.C. del norte 75 pp.

- Aguas Pacífico SpA. 2018. Resumen Ejecutivo Proyecto Aconcagua – Planta Desalinizadora. Santiago de Chile. Recuperado de https://www.aguaspacifico.cl/s/Resumen_RCA_Proyecto_Aconcagua-Planta-DesalinizadoraEsp.pdf. Visitado el 09 de octubre de 2025.

- Aguayo, M. 1995. Biology and fisheries of Chilean hakes (M. gayi and M. australis). In: J. Alheit & T.J. Pitcher (eds.). Biology, fisheries and markets. Chapman & Hall, London, pp. 305-338.

- Aguayo M., I. Payá, R. Céspedes, H. Miranda, V. Catasti, S. Lillo, & R. Bravo. 2001. Dinámica reproductiva de merluza del sur y congrio dorado. Proyecto FIP 99-15: 114.

- Aguirre-Martínez, G., A. Rudolph, R. Ahumada, R. Loyola & V. Medina. 2009. Toxicidad no específica en sedimentos portuarios, una aproximación al contenido de contaminantes críticos. Rev. Biol. Mar. Oceanogr. 44(3): 725-735.

- Ahrendt, C., Gómez, V., Jacobsen, C., Torres, M., Recabarren, T., Oyane del-Craver, V., Pozo, K. 2023. Desechos marinos y contaminantes orgánicos asociados en aguas superficiales de la Patagonia chilena septentrional. Boletín de Contaminación Marina, 187, 114478. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114478.

- Ahumada, R. 1994. Nivel de concentración y bioacumulación de metales pesados (Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Pb y Zn) en tejidos de organismos bénticos de bahía San Vicente. Revista de Biología Marina. Valparaíso. 29(1): 2-18.

- Ahumada, R. 1995. Evaluación ambiental de bahías y zonas costeras de Chile central. Universidad de Concepción.

- Ahumada, R. 2006. Metales menores y trazas de los sedimentos superficiales de canales y fiordos australes. En: Avances en el conocimiento oceanográfico de las aguas interiores chilenas, Puerto Montt a cabo de Hornos. N. Silva & S. Palma (eds.). Comité Oceanográfico Nacional - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, pp. 77-81.

- Ahumada, R., A. Rudolph, S. Madariaga & F. Carrasco. 1989. Descripción de las condiciones oceanográficas de la Bahía San Vicente y antecedentes sobre los efectos de la contaminación. Biología Pesquera (Chile) 18: 37-52.

- Ahumada, R., Rudolph, A. & Contreras, S. 2002. Contenido de metales (Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Sr, V y Zn) en los sedimentos marinos de la región patagónica (52°-56° S), Chile. Ciencia y Tecnología del mar. 25: 77-86.

- Ahumada, R., M. Garrido, E. González & A. Rudolph. 2015. Distribución y concentración de Zn total en sedimentos del fiordo Aysén, sur de Chile, posterior al terremoto y tsunami de 2007. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 50(1): 53-60.

- AIDIS. 2019. Plantas de tratamiento de aguas servidas en Chile: Estado actual y desafíos futuros. Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

- Alam I.A. & M. Sadiq. 1993, Metal concentrations in antarctic sediment samples collected during the Trans-Antarctica 1990 Expedition, Mar. Pollut. Bull. 26 (9): 523-527.

- Alarcón, L. 2002. Determinación de elementos traza en agua de mar y sedimentos de la Bahía de Puerto Montt. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 37(1), 57–65.

- Álvarez-Varas, R., D. Morales-Moraga, D. González-Acuña, S. Klarian & J.A. Vianna. 2018. Mercury Exposure in Humboldt (Spheniscus humboldti) and Chinstrap (Pygoscelis antarcticus) Penguins Throughout the Chilean Coast and Antarctica. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 75(1): 75–86.

- Allen, R., Jarvis, D., Sayer, S., & Mills, C. 2012. Entanglement of grey seals (Halichoerus grypus) at a haul out site in Cornwall, UK. Marine Pollution Bulletin, 64(12), 2815–2819.

- Andersen, K & C. Balbontín. 2021. La planificación del borde costero chileno. Una normativa deficiente. Revista de Geografía Norte Grande, 80: 227-247.

- Anderson, A. B., & Alford, S. B. 2014. Ghost fishing by lost crab traps in coastal waters: A review. Fisheries, 39(2), 50–56.

- Anderson, J. C., Park, B. J., & Palace, V. P. 2016. Microplastics in aquatic environments: Implications for Canadian ecosystems. Environmental Pollution, 218, 269–280.

- Andrade, B. 2001. Los espacios litorales: definiciones, actores, desafíos, perspectivas. En: ARENAS, F. y CÁCERES, G. (Eds). Ordenamiento del territorio en Chile. Desafíos y urgencias para el tercer milenio. Santiago de Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile, 2001, p. 21-30.

- Andrady, A. L. 2011. Microplastics in the marine environment. Marine Pollution Bulletin, 62(8), 1596–1605. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030.

- Antiqueo P., R. Zuloaga, M. Bastias-Molina, C. Meneses, J. Estrada, A. Molina & J. Valdés. 2021. De novo Assembly and Analysis of Tissue-Specific Transcriptomes of the Edible Red Sea Urchin Loxechinus albus Using RNA-Seq. Biology 10(10):995. https://doi.org/10.3390/biology10100995.

- Antonelis, K. L., Baker, J. D., Braun, R. C., & Harting, A. L. 2011. Evaluation of monk seal entanglement in derelict fishing gear. Marine Pollution Bulletin, 62(2), 230–235.

- ASDAQ. (2024, junio 10). Top 10 copper producers by country 2024. Nasdaq. Recuperado de https://www.nasdaq.com/articles/top-10-copper-producers-country. Visitado el 09 de octubre de 2025.

- Asociación Chilena de Desalinización A.G. (ACADES). https://www.acades.cl/wp-content/uploads/2025/04/Catastro_ACADES_09-04-25.pdf. Visitado el 09 de octubre de 2025.

- Arana P. 1970. Nota sobre la presencia de ejemplares de merluza de cola (Macruronus magellanicus Lönnberg) frente a la costa de Valparaíso. Investigaciones Marinas 1(3): 50-60.

- Arana P. & M. Tiffou. 1970. Madurez sexual, sexualidad y fecundidad del camarón nailon (Heterocarpus reedi). Investigaciones Marinas 1(11):261-284.

- Arana P. 2009. Reproductive aspects of the Patagonian toothfish (Dissostichus eleginoides) off southern Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res., 37(3): 381-394.

- Aranis A. 1989. La Pesquería de la Zona Norte de Chile. En: El Norte Grande, III Jornadas Territoriales. Editorial Universitaria, Santiago: 145 – 155.

- Aranis A., A. Gómez, K. Walker, G. Muñoz, L. Caballero, G. Eisele, & J. Cerna. 2016. Informe Final. Convenio de Desempeño, 2015. Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Pelágicas de la Zona Centro-Sur, V-XI Regiones, año 2015. Instituto de Fomento Pesquero, Subsecretaría de Economía y EMT, 338 pp + Anexos.

- ATSDR. 2022. Toxicological Profile for Polychlorinated Biphenyls (PCBs). Agency for Toxic Substances and Disease Registry, U.S. Department of Health and Human Services.

- Aves, A., Chen, Y., Pančić, M., … Pantos, O. 2022. Microplastic pollution in Antarctica: Microplastics found in snow from 19 sites in 2019. The Cryosphere, 16(6), 2127–2145. https://doi.org/10.5194/tc-16-2127-2022.

- Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality. Volume 1: The Guidelines. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council, Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand. Disponible en: https://www.waterquality.gov.au/anz-guidelines/guidelines/water-quality. Visitado el 09 de octubre de 2025.

- Balbontín F. & W. Fischer. 1981. Ciclo sexual y fecundidad de la merluza, Merluccius gayi gayi, en la costa de Chile. Revista de Biología Marina 17: 285-334.

- Balbontín F. y R. Bravo. 1993. Fecundidad, talla de primera madurez sexual, y datos biométricos en la merluza del sur (Merluccius australis). Revista de Biología Marina 28(1): 111-132.

- Balbontín F., E. López, R. Bravo, J.C. Saavedra-Nievas, P. Troncoso, V. Ojeda, S. Lillo & G. Herrera. 2023. Long-term trends in length and age at sexual maturity of hoki Macruronus magellanicus and southern hake Merluccius australis from Chilean Patagonia. Revista de Biología Marina y Oceanografía, Vol. 58 (1): 32-48. https://doi.org/10.22370/rbmo.2023.58.1.4150.

- Bamber, R.N. & R.M.H. Seaby. 2004. The effects of power station entrainment passage on three species of marine planktonic crustacean, Acartia tonsa (Copepoda), Crangon crangon (Decapoda) and Homarus gammarus (Decapoda). Marine Environmental Research 57: 281-294.

- Barnes, D. K. A. 2002. Biodiversity: Plastic detritus — an increasing hazard to marine life. Marine Pollution Bulletin, 44(9), 805–806.

- Barría P., A. González, P. Zárate, D. Devia, S. Mora & H. Miranda. 2018. Boletín de difusión. Seguimiento de pesquerías recursos altamente migratorios, 2017. Aspectos biológicos – pesqueros. Subsecretaría de Economía y EMT, Instituto de Fomento Pesquero.

- Belleggia M., N. Andrada, S. Paglieri, F. Cortés, A. Massa, D. Figueroa & C. Bremec. 2016. Trophic ecology of yellow nose skate Zearaja chilensis, a top predator in the south-western Atlantic Ocean. Journal of Fish Biology 88: 1070–1087.

- Bernal C., V. Escobar, C. Román, M. San Martín, C. Vargas & J. López J. 2021. Estimaciones de descarte para evaluación de stock, año 2020. Documento técnico. Programa de investigación y monitoreo del descarte y de la captura de pesca incidental en pesquerías demersales y de aguas profundas, 2020-2021. Instituto de Fomento Pesquero.

- Bilkovic, D. M., Havens, K., Stanhope, D., & Angstadt, K. 2014. Derelict crab traps and ghost fishing: Ecological and economic impacts on blue crab (Callinectes sapidus) fisheries. ICES Journal of Marine Science, 71(3), 675–684.

- Boletín N° 13.191-12, con el Mensaje N°574-367, del Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático

- Bonert, C., Quiroz, V., Barra, R. y Popp, P. 2010. Hidrocarburos alifáticos en sedimentos superficiales del Seno Reloncaví y Golfo de Corcovado, Chile. Boletín de contaminación marina, 60(10), 193–199.

- Boren, L. J., Morrissey, M., Muller, C. G., & Gemmell, N. J. 2006. Entanglement of New Zealand fur seals in man-made debris at Kaikoura, New Zealand. Marine Pollution Bulletin, 52(4), 442–446.

- Bravo, M., Gallardo, M.D., Luna-Jorquera, G., Núñez, P., Vásquez, N. & M. Thiel, M. 2009. Anthropogenic debris on beaches in the SE Pacific (Chile): results from a national survey supported by volunteers. Mar. Pollut. Bull. 58, 1718–1726. http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.06.017.

- Braun M, V Valenzuela, G Claramunt, H Reyes, M Pizarro, V Cataste, G Herrera, P Moreno, C Gaspar & E Díaz. 2005. Evaluación del stock desovante de anchoveta I y II regiones Año 2005. Informe Final. Proyecto FIP Nº 2005-03: 1-155.

- Browne, M. A., Crump, P., Niven, S. J., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T., & Thompson, Laist, D. W. 1997. Impacts of marine debris: Entanglement of marine life in marine debris, including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records. In J. M. Coe & D. B. Rogers (Eds.), Marine Debris: Sources, Impacts, and Solutions (pp. 99–139). Springer.

- Browne, M. A., Dissanayake, A., Galloway, T. S., Lowe, D. M., & Thompson, R. C. 2008. Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel Mytilus edulis. Environmental Science & Technology, 42(13), 5026–5031. https://doi.org/10.1021/es800249a.

- Browne, M. A., Crump, P., Niven, S. J., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T., & Thompson, R. 2011. Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: Sources and sinks. Environmental Science & Technology, 45(21), 9175–9179. https://doi.org/10.1021/es201811s.

- Bucarey, D., C. Canales, C. Montenegro, M. Zilleruelo & D. Párraga. 2015. Informe de Estatus. Convenio desempeño 2015. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2016: Langostino colorado. Subsecretaría de Economía y EMT 90 pp + Anexos.

- Bugoni, L., Krause, L., & Petry, M. V. (2001). Marine debris and human impacts on sea turtles in southern Brazil. Marine Pollution Bulletin, 42(12), 1330–1334.

- Buschmann, A. H., Riquelme, V. A., Hernández-González, M. C., Varela, D., Jiménez, J. E., Henríquez, L. A., Vergara, P. A., & Guíñez, R. 2019. The environmental impacts of Chilean salmon aquaculture: A review. Reviews in Aquaculture, 11(2), 473–493. https://doi.org/10.1111/raq.12266

- Buschmann, AH, Farías, L., & Hernández-González, MC. 2023. Expansión de la acuicultura y desafíos de la gobernanza ambiental en la Patagonia chilena. Política Marina, 151, 105555.

- Bustamante C. 2006. Caracterización ecológica del ecosistema bentónico submareal en las áreas costeras de la VIII Región, Chile, Criterios de manejo y legislación para la conservación marina. Tesis, Escuela de Biología Marina Facultad de Ciencias Universidad Austral de Chile.

- Bustos, E. y F. Navarrete. 2001. Manual: El cultivo del Loco (Concholepas concholepas). Proyecto FONDEF D9611101. IFOP, 32 pp.

- Buxton, R. T., Currey, C. A., Lyver, P. O'B., & Jones, C. J. 2013. Incidence of plastic ingestion by seabirds in New Zealand's coastal waters. Marine Pollution Bulletin, 74(1), 241–244.

- CADE-IDEPE. 2004. Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivos de Calidad. Cuenca del Río Imperial. Technical Report. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas. Elaborado por: Cade-Idepe Consultores en Ingeniería. Disponible en http://www.sinia.cl/1292/articles-31018_Imperial.pdf. Visitado el 09 de octubre de 2025.

- Calderón, C. & J. Valdés. 2012. Contenido de metales en sedimentos y organismos bentónicos de la bahía San Jorge, Antofagasta, Chile. Revista de Biología Marina y Oceanografía 47(1): 121-133.

- Cámara de Diputadas y Diputados. 2025. Boletín N° 17.329-09: Proyecto de ley que regula la reutilización de aguas residuales tratadas y regeneradas provenientes de emisarios submarinos. Santiago de Chile.

- Campos, V., Pinochet, H., Gregori, I. de, Lund, F., Zahr, M., Delgado, D., Sepúlveda, X., Joyas, A., & Arismendi, L. 1988. Estudios sobre contaminación del agua en la Bahía de Valparaíso. Boletín del Instituto de Salud Pública de Chile, 27 (1-2), 72-83.

- Campos B., D. Brown, L. Duran, C. Melo & J. Urban. 1999. Estudio de edad y reproducción del recurso almeja en la IV y V Regiones. Informe Final, proyecto FIP 97-32. Fondo de Investigación Pesquera Universidad de Valparaíso. 108 pp + tablas y figs.

- Canales T.M. & E. Leal. 2009. Parámetros de historia de vida de la anchoveta Engraulis ringens Jenyns, 1842, en la zona centro norte de Chile. Revista de biología marina y oceanografía 44(1): 173-179. https://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572009000100017.

- Canales C., J. Company & P. Arana. 2016. Population structure of nylon shrimp Heterocarpus reedi (Crustácea: Caridea) and its relationship with environmental variables off Chile. Latin American Journal of Aquatic Research 44(1): 144-154. https://dx.doi.org/10.3856/vol44-issue1-fulltext-15.

- Canales C., N. Adasme, N. Sánchez, J. Curiel, M. Mardones, N. Barahona, & L. Cares. 2019. Estrategias de manejo de la pesquería Venus antiqua en la Región de Los Lagos y la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo. Informe Final Proyecto FIPA 2018-32.

- Canales C. & P. Arana. 2012. Estimación de la biomasa de langostino amarillo (Cervimunida johni), aplicando Modelo Lineal Generalizado a registros de captura por área barrida en la zona central de Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res. 40(2): 316-334.

- Cañón J.R. 1985. La variabilidad ambiental en la zona norte de Chile y su influencia en la pesquería pelágica durante El Niño 1982-83. Investigaciones Pesqueras 32: 119-128.

- Capítulo 6, sobre Ecosistemas Marinos y del Borde Costero del Informe País. Estado del Medio Ambiente año 2018. Centro de Análisis de Políticas Públicas, Instituto de Asuntos Públicos, Universidad de Chile. Pág. 319-457.

- Carson, H. S., Colbert, S. L., Kaylor, M. J., & McDermid, K. J. 2011. Small plastic debris changes water movement and heat transfer through beach sediments. Marine Pollution Bulletin, 62(8), 1708–1713.

- Carrera, M., P. Valenta. R. Ahumada & V. Rodríguez. 1993. Determinación voltamétrica de metales traza en la columna de agua y sedimentos en la Bahía de Concepción. Rev. Biol. Mar., 28(1): 151-163.

- Castañeta, G., Gutiérrez A., Nacaratte F. & C. Manzano. 2020. Microplásticos: un contaminante que crece en todas las esferas ambientales, sus características y posibles riesgos para la salud pública por exposición. Revista Boliviana de Química, 37(3): 160-175.

- Castilla J. C. 1981. Perspectivas de investigación en estructura y dinámica de comunidades intermareales rocosas de Chile central. II. Depredadores de alto nivel trófico. Medio Ambiente 5(12): 190-215.

- Castilla J.C. 1990. El erizo chileno Loxechinus albus: importancia pesquera, historia de vida, cultivo en laboratorio y repoblación natural. Cultivos de moluscos en América Latina (83-96).

- Castillo K., C. Ibáñez, C. González & J. Chong. 2007. Dieta del pez espada Xiphias gladius Linnaeus, 1758 en distintas zonas de pesca frente a Chile central durante el otoño de 2004. Revista de Biología Marina y Oceanografía 42(2): 149-156.

- Castro, C. & Morales, E. 2006. La zona costera. Medio natural y ordenación integrada. Santiago de Chile: Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Serie GEOlibros N° 5.

- Castro, C., & Alvarado, C. 2009. La Gestión del Litoral Chileno: un Diagnóstico. Red IBERMAR, U. C. Chile. Instituto de Geografía, pp. 2-11.

- Cavieres J. 2018 Subsecretaría de Economía y EMT, 87 pp + Anexos.

- CCME. 2001. Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg, Canadá. https://ccme.ca/en/res/sediment-quality-guidelines-for-the-protection-of-aquatic-life-en.pdf. Visitado el 09 de octubre de 2025.

- CDH Ingeniería. 2025. Chile trata más agua pero la devuelve al mar: la urgencia de transformar el saneamiento en recurso. Recuperado de https://www.cdhingenieria.cl. Visitado el 09 de octubre de 2025.

- Cincinelli, A., Scopetani, C., Chelazzi, D., Leoni, B., & Lombardi, F. 2022. Nanoplastics in Aquatic Environments: Recent Advances and Future Perspectives. TrAC – Trends in Analytical Chemistry, 154, 116676. https://doi.org/10.1016/j.trac.2021.116676.

- Centro de Ecología Aplicada. 2013. Análisis de Riesgo Ecológico por Sustancias Potencialmente Contaminantes en el Aire, Suelo Y Agua, en las Comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví. Informe Final. Ministerio de Medio Ambiente. 380 p.

- Cerna F., G. Plaza, M. Gómez, A. Hernández, C. Canales & A. López. 2015. Caracterización de la historia de vida de anchoveta, sardina común y sardina austral de la zona centro-sur. Informe Final FIP 2013-19, 160 pp + anexos.

- Céspedes R., C. Vargas, J. Pérez & Alex Carrión. 2018b. Bases metodológicas para un programa de indicadores de abundancia en congrio dorado en caladeros de aguas exteriores de la zona austral, Reporte técnico Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas Profundas IFOP.

- Cochilco. 2022. Informe sobre el estado de los relaves en Chile. Comisión Chilena del Cobre.
- Cognetti, G, M. Sarà & G Magazzú G. 2001. Biología Marina. 1era Ed. Editorial Ariel S.A. Barcelona, España. 619 p.
- Cole M., Lindeque P., Halsband C. & T.S. Galloway. 2011. Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. Marine Pollution Bulletin 62, 2588–2597.
- Comité Científico Técnico Bentónico. 2018b. Informe Técnico Nº04/2018, Veda extractiva del recurso macha, Región de Arica y Parinacota a Región de Atacama, 2018-2020. Subpesca.
- Comité Científico Técnico Recursos Demersales Zona Sur Austral (CCT-RDZSA). 2021. Informe Técnico N° 01/2021, Sección Merluza del sur.
- Comité Científico Técnico de Recursos Demersales Zona Centro Sur CCT-RDZCS. 2021. Informe Técnico N°03/2021, Subpesca.
- Cordero, E. 2011. Ordenamiento Territorial, justicia ambiental y zonas costeras. Revista de Derecho de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2011, Vol. XXXVI, p. 209-249. Citado por Andersen & Balbontín (2021).
- Cordero, E. 2013. “Ordenamiento Territorial, Justicia Ambiental y Zonas Costeras”, en el libro “Justicia Ambiental, Derecho e Instrumentos de Gestión del Espacio Marino Costero”, Jorge Bermúdez y Dominique Hervé, Editores. Publicado en el marco del proyecto FONDECYT Regular 1090286. Pp. 309-352.
- Cortez T., G. Castro & A. Guerra. 1995. Feeding dynamics of Octopus mimus (Mollusca: Cephalopoda) in northern Chile waters. Marine Biology 123: 497-503.
- Cortez T., A. González & A. Guerra. 1999. Growth of cultured Octopus mimus (Cephalopoda, Octopodidae). Fisheries Research 40: 81-89.
- CR2. 2023. Reúso de agua de emisarios submarinos podría disminuir 10% de la brecha hídrica en Chile. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2), Universidad de Chile.
- Cubillos L & H Arancibia. 1993. On the seasonal growth of common sardine (Strangomera bentincki) and anchovy (Engraulis ringens) off Talcahuano, Chile. Revista de Biología Marina 28: 43-49.
- Cubillos L & D Arcos. 2002. Recruitment of common sardine (Strangomera bentincki) and anchovy (Engraulis ringens) in the 1990s, and impact of the 1997-98 El Niño. Aquatic Living Resources 15: 87-94.

- Cubillos L., C. Alarcón & H. Arancibia. 2007. Selectividad por tamaño de las presas en merluza común (Merluccius gayi gayi), zona centro-sur de Chile (1992-1997). Investigaciones Marinas 35(1): 55-69.

- Chesheva Z. 1992. Data on the biology of the Magellan hake, Macruronus magellanicus, from the Southwestern Atlantic. Journal of Ichthyology 32(7): 137-141.

- Chiang, G. 1988. Contaminación marina y calidad de aguas costeras de Chile. Revista de Biología Marina, 24(1), 1–15.

- Chong J. 2000. Ciclo de maduración ovárica, fecundidad y talla de madurez en Macruronus Magellanicus (Lönnberg, 1907) de la zona sur de Chile. Biología Pesquera 28: 3-13.

- Chong, J., N. Cortés, R. Galleguillos & C. Oyarzun. 2001. Estudio biológico pesquero del recurso pulpo en la X y XI Regiones. Informe Final. Proyecto FIP Nº 99-20, 212 pp.

- Chong L., L. Adasme, V. Ojeda, L. Muñoz, E. Garcés, A. Villalón, K. Hunt & L. Cid. 2018. Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas Profundas Sección III: Pesquería Demersal Sur Austral Artesanal, 2017. Informe Técnico Final Ifop 147 pp + anexos.

- Chong L., V. Ojeda, E. Garcés, L. Adasme, L. Muñoz, A. Villalón, K. Hunt, & L. Cid. 2019. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas profundas. Informe Final: Sección III: Pesquería Demersal Sur Austral Artesanal, 2019. Ejecutor IFOP. Requirente Subsecretaría de Economía y EMT.

- Chong L., E. Garcés, R. San Juan, V. Ojeda, F. Cerna L. Adasme, & L. Muñoz. 2022. Programa de Seguimiento de las principales Pesquerías Nacionales, año 2021. Pesquerías Demersales y Aguas profundas. Informe Final: Sección III: Pesquería demersal Sur Austral Artesanal. Ejecutor IFOP. Requirente Subsecretaría de Economía y EMT.

- Chuecas, L. 1989. Contaminación marina por metales pesados en el litoral de la región del Biobío, Concepción, Chile: el caso del mercurio y el cadmio. Amb. y Des., 1: 137-145.

- Davison, P., & Asch, R. G. 2011. Plastic ingestion by mesopelagic fishes in the North Pacific Subtropical Gyre. Marine Ecology Progress Series, 432, 173–180.

- Derraik, J. G. B. 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris: A review. Marine Pollution Bulletin, 44(9), 842–852.

- Deudero, S., & Alomar, C. 2015. Mediterranean marine litter: A growing threat for marine biota? Marine Pollution Bulletin, 98(1–2), 1–2.

- Dirección del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (Directemar). https://www.directemar.cl/directemar/site/edic/base/port/capuertos_eol.html. Visitado el 09 de octubre de 2025.
- D.F.L. N°340 de 1960, que aprobó la Ley de Concesiones Marítimas.
- D.S.(MMA) Nº38, que aprueba Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión, promulgado con fecha 30 de octubre de 2012, publicado en el D.O. 1 de agosto de 2013.
- D.S.(M) N°475, promulgado el 14 de diciembre de 1994, aprobó la Política Nacional del Uso del Borde Costero del Litoral de la República y crea la Comisión Nacional que indica.
- Dulvy N.K. & J.D. Reynolds. 2002. Predicting extinction vulnerability in skates. Conservation Biology 16: 440–450.
- Eastman, L., Hidalgo-Ruz, V., Macaya, V., Nuñez, P & M. Thiel. 2014. The potential for young citizen scientist projects: a case study of Chilean schoolchildren collecting data on marine litter. JICZM 14, 569–579. http://dx.doi.org/10.5894/rgci507.
- Edáfica 2020. Ministerio del Medio Ambiente. Inventario de Humedales Urbanos y Actualización del Catastro Nacional de Humedales. Informe Etapa III 205 pp + Cuadros y Figuras.
- El Habti M.Y., A. Zayoun, S.F. Zahra, A. Raissouni, A. & A. El Arrim. 2022. Shoreline change analysis along the Tahaddart Coast (NW Morocco): A remote sensing and statistics-based approach. Journal of Coastal Research 38(6): 1116–1127.
- EFSA. 2020. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in food and feed: scientific opinion. EFSA Journal, 18(1), 5995. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.5995.
- Engler, R. E. 2012. The complex interaction between marine debris and toxic chemicals in Leslie, H. A., van Velzen, M. J. M., Brandsma, S. H., Vethaak, A. D., Garcia-Valentin, A., Lamoree, M. H., & Polder, A. 2022. Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. Environment International, 163, 107199. https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107199.
- Engler, C. 2024. Fit for purpose? Evaluating climate change adaptation laws and policies for marine aquaculture in Chile. Frontiers in Marine Science, 11, 1386545. https://doi.org/10.3389/fmars.2024.1386545.
- Eriksen, M., Lebreton LCM, Carson HS, Thiel M, Moore CJ, et al. 2014. Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea. PLoS ONE 9(12): e111913.

- Erzini, K., Monteiro, C. C., Ribeiro, J., Santos, M. N., Gaspar, M., Monteiro, P., & Borges, T. C. 2008. The impact of ghost fishing by gill nets in the Algarve (southern Portugal). Fisheries Research, 95(2–3), 339–347.

- EULA. 2014. Centro EULA-Chile. Diagnóstico ambiental del sistema costero de San Vicente y Talcahuano: antecedentes y propuestas de gestión ambiental. Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

- EULA. 2014. Proyecto Análisis de Riesgos de Desastres y Zonificación Costera, Región del Biobío. Código BIP 30098326. Expediente Comunal Talcahuano. Gobierno Regional Región del Biobío. 89 pp.

- Fendall, L. S., & Sewell, M. A. 2009. Contributing to marine pollution by washing your face: Microplastics in facial cleansers. Marine Pollution Bulletin, 58(8), 1225–1228.

- Fernández, E., M.L. Silva, I. Sánchez., O. Pavez, R. Díaz R. & P. Fabry. 2001. Libro Resúmenes XXI Congreso de Ciencias del Mar. Viña del Mar. Página 31.

- Figueroa A., M. Contreras, B. Saavedra & C. Espoz .2016. Wetlands of Chile: Biodiversity, Endemism and Conservation Challenges. The Wetland Book 1–17. doi:10.1007/978-94-007-6173-5_247-2.

- Franco, C., A. Rudolph, J. Becerra & A. Barros. 2001. Análisis de Hidrocarburos en Sedimentos de Bahía Concepción por Cromatografía en Capa Fina. Libro Resúmenes XXI Congreso de Ciencias del Mar. Viña del Mar. página 33.

- Fuentes A. & M. I. Parker Tagle. 2025. Cambio climático y evaluación ambiental: criterios jurisprudenciales y nuevos estándares en el SEIA. Revista Derecho, Ambiente y Cambio Climático. Universidad de Concepción. N°1, 2025, 11 – 37

- Gálvez P., J. Sateler, E. Garcés, G. Moyano, K. Belmar, J. Olivares, R. San-Juan & J. González. 2020. Convenio de Desempeño 2020: Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas Profundas. Informe Técnico Final: Sección II: Pesquerías Demersales Centro Sur, 2020. Instituto de Fomento Pesquero. Subsecretaría de Economía y EMT.

- Gall, S. C., & Thompson, R. C. 2015. The impact of debris on marine life. Marine Pollution Bulletin, 92(1–2), 170–179.

- Gallardo V., I. Cañete, S. Enríquez-Brionez, R. Roa, A. Acuña & M. Baltazar. 1993. Biología del langostino colorado Pleuroncodes monodon H. Milne Edwards, 1837 y especies afines (Crustacea, Decapoda, Anomura, Galatheidae): sinopsis. En: F. Faranda & O. Parra (eds.). Elementos básicos para la gestión de los recursos vivos marinos costeros de la región del Biobío. Programa EULA, Universidad de Concepción, Monografías Científicas 2: 67-113.

- Galloway, T. S., Cole, M., & Lindeque, P. K. 2023. Interactions of microplastic particles with marine organisms. Nature Reviews Earth & Environment, 4(2), 89–105.

- Garnett, M. H., Levasseur, M., Chartrand, D., Morin, S., Bourdelais, A., Swanson, A., Kroeker, K., & Tomy, G. T. 2022. Increasing accumulation of perfluorocarboxylate (PFCA, C_4–C_9) contaminants revealed in an Antarctic firn core (1958-2017) from Dronning Maud Land. Environmental Science & Technology, 56(14), 10457–10467. https://doi.org/10.1021/acs.est.2c02592.

- Gelcich S., T. Hughes, P. Olsson, C. Folke, O. Defeo, M. Fernández & R. Steneck. 2010. Navigating transformations in governance of Chilean marine coastal resources. Proceedings of the National Academy of Sciences 107(39): 16794-16799.

- GESAMP. 1972. Report of the Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution. FAO/UNESCO/WHO/IMO/IAEA/UN/UNEP.

- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. 2017. Production, use, and fate of all plastics ever made. Science Advances, 3(7), e1700782.

- Gili R., M. Donoso, V. Ojeda, A. López & H. Miranda. 1999. Parámetros poblacionales de raya volantín de VIII a X Regiones y métodos de asignación de edades. Instituto de Fomento Pesquero Informe técnico 97–20, IFOP.

- GORE Coquimbo. 2025. Proyecto regional de reutilización de aguas servidas tratadas. Gobierno Regional de Coquimbo.

- Green, D. S., Boots, B., O'Connor, N. E., & Thompson, R. 2015. Microplastics affect the ecological functioning of an important biogenic habitat. Environmental Science & Technology, 49(10), 5937–5944.

- Guerra A., T. Cortez & F. Rocha. 1999. Redescripción del pulpo de los Changos, Octopus mimus Gould, 1852, del litoral chileno-peruano (Mollusca, Cephalopoda). Iberus 17(2):37-57.

- Gregory, M. R. 1996. Plastic 'scrubbers' in hand cleansers: a further (and minor) source for marine pollution identified. Marine Pollution Bulletin, 32, 867–871.

- Gregory, M. R. 2009. Environmental implications of plastic debris in marine settings—Entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 364(1526), 2013–2025.

- Grilly E., K. Reid, S. Lenel & J. Jabour. 2015. The price of fish: a global trade analysis of Patagonian (Dissostichus eleginoides) and Antarctic toothfish (Dissostichus mawsoni). Marine Policy 60: 186–196. https://doi-org.bibliotecadigital.uv.cl/10.1016/j.marpol.2015.06.006

- Gunnerson, Ch. & G. Peter. 1976. El derramamiento petrolífero del METULA. NOAA Special Report. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.

- Guzmán N., S. Saá & L. Ortlieb. 1998. Catálogo descriptivo de los moluscos litorales (Gastrópoda y Pelecypoda) en la zona de Antofagasta, 23º S (Chile). Estudios Oceanológicos 17:17-86.

- Gutiérrez J. & O. Zúñiga. 1977. Pleuroncodes monodon H. Milne Edwards, 1837 en la bahía de Mejillones del sur, Chile (Crustacea, Decapoda, Anomura). Revista de Biología Marina 16(2): 161- 169.

- Halpern B., M. Frazier, J. Potapenko, S. Casey, K. Koenig, C. Longo, & S. Walbridge. 2015. Spatial and temporal changes in cumulative human impacts on the world's ocean. Nature Communications 6: 7615. https://doi.org/10.1038/ncomms8615.

- Hamlin, H. J., Marciano, K., Downs, C. A., & Fauth, J. E. 2015. A comparison of plastic-associated chemicals in aquatic species. Environmental Science & Technology, 49(24), 14612–14619.

- Hanni, K. D., & Pyle, P. 2000. Entanglement of pinnipeds in synthetic materials at South-east Farallon Island, California, 1976–1998. Marine Pollution Bulletin, 40(12), 1076–1081.

- Harrison, P. & R. Hoare. 1980. Metals in Biochemistry, Chapman and Hall, London, Chap. 1.

- Horn, P. 2002. Age and growth of Patagonian toothfish (Dissostichus eleginoides) and Antarctic toothfish (D. mawsoni) in waters from the New Zealand subantarctic to the Ross Sea, Antarctica. Fisheries Research, 56: 275-287.

- Ibrahim, Y. S., Tuan Anuar, S., Azmi, A. A., Khalik, W. M. A. W. M., Lehata, S., Hamzah, S. R., Ismail, D., & Ma, Z. F. 2020. Detection of microplastics in human colectomy specimens. Journal of Gastroenterology and Hepatology, 35(7), 1116–1119.

- INE. 2024. www.ine.gob.cl/docs/default-source/variables-basicas-ambientales/publicaciones-y-anuarios/informe-anual-de-medio-ambiente/informe-anual-de-estadisticas-del-medio-ambiente-2024.pdf.

- Informe Técnico N° 255. 2018. Cuota global anual de captura de merluza común (Merluccius gayi gayi) dentro y fuera de su unidad de pesquería, año 2019. Inf. Tec. (R.Pesq.) Nº 255/2018, Subsecretaría de Pesca.

- Informe Técnico (R. Pesq.) N°304. 2018. Cuota Global Anual de Captura de Jurel para las unidades de pesquería de las regiones de Arica-Parinacota y Antofagasta, Atacama y Coquimbo, Valparaíso y La Araucanía, y De Los Ríos y de Los Lagos, año 2019. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

- Ingeniería y Gestión Ambiental. 2021. Informe Final “Insumos técnicos para la elaboración de los programas de monitoreo y control de la calidad ambiental de las normas primarias de calidad ambiental en medio hídrico, para territorios de los Programas de recuperación Ambiental y Social (PRAS)”. Versión 2. 162 p.

- Inniss L., A. Simcock, A. Yoanes, A.C. Alcala, P. Bernal, H.P. Calumpong, & J. Marcin. 2016. The First Global Integrated Marine Assessment (World Ocean Assessment I). Report United Nations Environment Programme.

- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 20254. https://censo2024.ine.gob.cl/. Visitado el 09 de octubre de 2025.

- Intergovernmental Panel on Climate Change. 2022: Summary for Policymakers. H.O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, & A. Okem (eds.). In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. doi:10.1017/9781009325844.001.

- Investing News Network. 2024, julio 15. Top 10 copper-producing countries (updated 2024). Investing News. Recuperado de https://investingnews.com/daily/resource-investing/base-metals-investing/copper-investing/copper-production-country/. Visitado el 09 de octubre de 2025.

- ITOPF. 2023. Oil Tanker Spill Statistics 2023. International Tanker Owners Pollution Federation Ltd., Londres, Reino Unido. https://www.itopf.org/knowledge-resources/data-statistics/statistics/. Visitado el 09 de octubre de 2025.

- Ivar do Sul, J.A. & M.F. Costa. 2007. Marine debris review for Latin America and the Wider Caribbean Region: from the 1970s until now, and where do we go from here? Marine Pollution Bulletin 54, 1087–1104.

- Jacobsen, J. K., Massey, L., & Gulland, F. (2010). Fatal ingestion of floating net debris by two sperm whales (Physeter macrocephalus). Marine Pollution Bulletin, 60(5), 765–767.

- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. Science, 347(6223), 768–771. https://doi.org/10.1126/science.1260352.

- Jambeck, J., R. Geyer, C. Wilcox, T. Siegler, M. Perryman, A. Andrady, R. Narayan & K. Law. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean, Science 13 (347): 768-771.

- Kantamaneni K., A. Gallagher & X. Du. 2019. Assessing and mapping regional coastal vulnerability for port environments and coastal cities. J. Coast. Conserv. 23: 59–70.

- Kasparek, M. 1995. Sea turtles in the Mediterranean: Threats and conservation. Zoology in the Middle East, 13(1), 51–62.

- Kim, K. H., Jahan, S. A., Kabir, E., & Brown, R. J. C. 2013. A review of airborne polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and their human health effects. Environment International, 60, 71-80. https://doi.org/10.1016/j.envint.2013.07.019.

- Kim, J., Lee, S., & An, S. 2014. Impacts of lost fishing gear on benthic fauna. Ocean Science Journal, 49(4), 329–338.

- Kiessling, T., Gutow, L., & Thiel, M. 2015. Marine litter as habitat and dispersal vector. In M. Bergmann, L. Gutow, & M. Klages (Eds.), Marine Anthropogenic Litter (pp. 141–181). Springer.

- La Tercera. 2025. “Chile avanza en la reubicación de relaves abandonados …”. 03 de septiembre. La Tercera – sección Sustentabilidad. Recuperado de https://www.latercera.com/sustentabilidad/noticia/chile-avanza-en-la-reubicacion-de-relaves-abandonados-impulsando-una-mineria-mas-sostenible/. Visitado el 09 de octubre de 2025.

- La Tercera. 2025. https://www.latercera.com/pulso/noticia/aes-andes-informa-cierre-de-termoelectrica-en-tocopilla-a-2025-operacion-producira-impacto-contable-en-cerca-de-us-200-millones. Visitado el 09 de octubre de 2025.

- Lamb, J. B., Willis, B. L., Fiorenza, E. A., Couch, C. S., Howard, R., Rader, D. N., True, J. D., Kelly, L. A., Ahmad, A., Jompa, J., & Harvell, C. D. 2018. Plastic waste associated with disease on coral reefs. Science, 359(6374), 460–462. https://doi.org/10.1126/science.aar3320.

- Lamilla J. 2012. Distribución espaciotemporal de Zearaja chilensis y Dipturus trachyderma en el área marítima de la región de Magallanes y Antártica chilena. Informe Final, Pesca de Investigación, 64 pp.

- Larraín A. 1975. Los equinoideos regulares fósiles y recientes de Chile. Gayana Zoología 35: 1-188.

- Lecaros O, R Juan & M Lorenzo. 1997. Hidrocarburos alifáticos en sedimentos de fondo marino en el Estrecho de Magallanes y canal Beagle, Revista de Biología Marina, 32 (2): 203-213.

- Legua J., V. Ojeda, H. Hidalgo, R. Céspedes, M. Landaeta, G. Herrera, B. Leiva. 2021. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en aguas exteriores entre las regiones de Los Lagos y Aysén, año 2021. Informe Final, Proyecto FIP.

- Lillo S., E. Molina, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, A. Saavedra. 2013. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, año 2012. Informe Final Proyecto FIP 2012-07.

- López, M. 1994. Contaminación química y calidad ambiental marina. Revista Técnica de Ciencias del Mar, 6(2), 45–58.
-
- Luarte, T., Hirmas-Olivares, A., Hofer, J., Giesecke, R., Mestre, M., Guajardo-Leiva, S., Pozo, K. 2024. Presencia e intercambio difusivo aire-agua de OCP y PCB en la bahía Fildes, isla Rey Jorge, Antártida. Science of the Total Environment, 908, 168128. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168128.

- Mardones M., M. Zúñiga, N. Barahona, C. Techeira & C. Cortés. 2022a. Reporte Stock Assessment Erizo Loxechinus albus. Plan de Manejo Zona Contigua Regiones Los Lagos y Aysén. 2021.

- Marquet P.A., S. Abades & I. Barría. 2012. Distribución y conservación de humedales costeros: una perspectiva geográfica. Humedales costeros de Chile. Aportes científicos a su gestión sustentable. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile 2-19 pp.

- Marquet, P. A., A. Gaxiola, M. Isidora Ávila-Thieme, A. Pica-Téllez, S. Vicuña, A. Alaniz, G. Etcheberry, D. González, V. Jara y L. Menares. 2022. Las tres brechas del desarrollo sostenible y el cierre de la brecha ambiental en Chile Oportunidades para una recuperación pospandemia más sostenible y con bajas emisiones de carbono en América Latina y el Caribe. Documentos de Proyectos (LC/TS.2022/35), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2022. 109 págs.

- Mc Cauley D.J., M.L. Pinsky, S.R. Palumbi, J.A. Estes, F.H. Joyce & R.R. Warner. 2015. Marine defaunation: Animal loss in the global ocean. Science 347: 6219.

- Mato, Y., Isobe, T., Takada, H., Kanehiro, H., Ohtake, C., & Kaminuma, T. 2001. Plastic resin pellets as a transport medium for toxic chemicals in the marine environment. Environmental Science & Technology, 35(2), 318–324.

- Mattsson, K., Ekvall, M. T., Hansson, L.-A., Linse, S., Malmendal, A., & Cedervall, T. (2017). Brain damage and behavioural disorders in fish induced by plastic nanoparticles delivered through the food chain. Scientific Reports, 7, 11452. https://doi.org/10.1038/s41598-017-10813-0.

- Medina M. y H. Arancibia. 1992. Interacciones tróficas entre el jurel (Trachurus murphyi) y la caballa (Scomber japonicus) en el ecosistema pelágico de la zona norte de Chile. Invest. Cient. Tecnol., Ser. Cienc. Mar 2: 67-78.

- Méndez-Sanhueza, S., González, A., Miranda-Urbina, D., & Thiel, M. 2023. Microplastics in seabird feces from coastal areas of central Chile. Animals, 13(18), 2840. https://doi.org/10.3390/ani13182840.

- Menni R., A. Jaureguizar, M. Stehmann & L. Lucifora. 2009. Marine biodiversity at the community level: zoogeography of sharks, skates, rays and chimaeras in the southwestern Atlantic. Biodiversity Conservation doi: 10.1007/s10531-009-9734-z.

- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2015. DS N° 1/2015: Norma secundaria de calidad ambiental para la cuenca del río Valdivia.

- Ministerio del Medio Ambiente. 2018. Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022, Ministerio del Medio Ambiente.

- Mondragón, B. 2018. "Las Normas de Calidad Ambiental a la luz de los fallos de los Tribunales Ambientales". Revista Justicia Ambiental: http://www.revistajusticiaambiental.cl/wp-content/uploads/2018/05/5-JUSTICIA-AMBIENTAL-N-9-153-179.pdf.

- Moore, M. J., van der Hoop, J. M., Barco, S. G., Costidis, A. M., Gulland, F. M., Jepson, P. D., Moore, K. T., Raverty, S., & McLellan, W. A. 2013. Criteria and case definitions for serious injury and death of pinnipeds and cetaceans caused by anthropogenic trauma. Diseases of Aquatic Organisms, 103(3), 229–264.

- Morales E., P. Winckler & M. Herrera. 2019. Costas de Chile. Publicaciones Universidad de Valparaíso 206 pp.

- Mudge, S. M., & Seguel, C. G. 1999. Organic contamination of San Vicente Bay, Chile. Marine Pollution Bulletin, 38(11), 1011–1021. https://doi.org/10.1016/S0025-326X(99)00132-0.

- Muncke, J., Andersson, A.-M., Backhaus, T., Boucher, J. M., Carney Almroth, B., Castillo Almorta, A., Chevrier, J., Demeneix, B. A., Emmanuel, J. A., Fini, J.-B., Gee, D., Geueke, B., Groh, K. J., Heindel, J. J., Houlihan, J., Kassotis, C. D., Kwiatkowski, C. F., Lefferts, L. Y., Maffini, M. V., Scheringer, M. 2020. Impacts of food contact chemicals on human health: A consensus statement. Environmental Health, 19, 25.5

- Murray, F., & Cowie, P. R. 2011. Plastic contamination in the decapod crustacean Nephrops norvegicus (Linnaeus, 1758). Marine Pollution Bulletin, 62(6), 1207–1217. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.03.032.

- Nakamura L. 1985. Fao species catalogue. Billfishes of the world. An annotated and illustrated. Catalogue of marlins, sailfishes, spearfishes and swordfishes known to date. FAO. Fish. Synop. 5(125), 65 pp.

- Naranjo L., J. Castillo, V. Montes & Eleuterio Yáñez. 2021. Calculating the carbon footprint of the artisanal common hake fishery (Merluccius gayi gayi) in Caleta Portales, Valparaíso, Chile. Latin American Journal of Aquatic Research 49(4): 538 -550. doi:10.3856/vol49-issue4-fulltext-2662.

- Nisbet, I. C. T., & LaGoy, P. K. 2021. Toxic equivalency factors (TEFs) for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). Regulatory Toxicology and Pharmacology, 121, 104–125.

- OECD. 2022. Global Plastics Outlook: Policy Scenarios to 2060. OECD Publishing, Paris.

- Ojeda P. 1983. Distribución latitudinal y batimétrica de la ictiofauna demersal del extremo austral de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 56:61-70.

- Organización de las Naciones Unidas (ONU). 2017.Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Comisión Brundtland): Nuestro Futuro Común. [en línea] https://es.scribd.com/doc/105305734/ONU-InformeBrundtland-Ago-1987-Informe-de-la-Comision-Mundial-sobre-Medio-Ambiente-y-Desarrollo [fecha última consulta: 3 de octubre de 2017, citado por Mondragón (2018).

- Osorio C., J. Atria & S. Mann. 1979. Moluscos marinos de importancia económica en Chile. Biol. Pesq. Chile 11: 3-47.

- Osorio C. 2002. Moluscos marinos en Chile especies de importancia económica. Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, 213 p.

- Page, B., McKenzie, J., Goldsworthy, S. D., Ward, T. M., & Shaughnessy, P. D. 2004. Entanglement of Australian sea lions and New Zealand fur seals in lost fishing gear and other marine debris. Marine Pollution Bulletin, 49(1–2), 33–38.

- Palko B.J., G.L. Beardsley & W.J. Richards. 1981. Synopsis of the biology of the swordfish, Xiphias gladius Linnaeus. FAO Fishery Synopsis 127: 1-21.

- Palma S. & P. Arana. 1997. Aspectos reproductivos del langostino colorado (Pleuroncodes monodon H. Milne Edwards, 1837), frente a la costa de Concepción, Chile. Investigaciones Marinas 27: 203-221.

- Paredes, M. T. 1998. Determinación de metales pesados en dos especies de Bivalvos del estuario de Valdivia y la Bahía de Corral (X región) mediante análisis electrotérmico. Tesis, Escuela de Biología Marina, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, 52 pp.

- Paredes F. & R. Bravo. 2005. Reproductive cycle, size at first maturation, and fecundity in the golden ling, Genypterus blacodes in the SE Pacific. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research 39: 1085-1086.

- Paredes-Osses, E., González, P., Saldías, G., & Thiel, M. 2021. Microplastics pollution in Chile: Current situation and future prospects. Frontiers in Environmental Science, 9, 757566. https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.757566.

- Parodi, M. C., Alencar Da Silva, K. M., Pacheco, P. R., & Mera, E. M. 2022. Estimación de emisiones difusas de PM10 en tranques de relaves: el caso Andacollo, Región de Coquimbo, Chile. Revista de la Construcción, 21(2), 129-141.

- Patel, M.M., Goyal, B.R., Bhadada, S.V., Bhatt, J.S. & A.F. Amin. 2009. Getting into the Brain. Approaches to enhance Brain Drug Delivery. CNS Drugs; 23, 1; Health & Medical Collection pp 35.

- Paula J. 2016. Overall assessment of the state of the coast in the Western Indian. Ocean Reg. State Coast Rep.: 500–527.

- Pavez P., H. Cerisola, C. González & C. Hurtado. 1998. Análisis y evaluación de la pesquería de reineta (Brama australis) en el litoral de la V Región. Informe Final, Proyecto FIP Nº96-26: 147 pp.

- Peng, L., Fu, D., Qi, H., Lan, C. Q., Yu, H., & Ge, C. 2020. Micro- and nano-plastics in marine environment: Source, distribution and threats – A review. Science of The Total Environment, 698, 134254. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134254.

- Peña, J. 2006. Metales traza en sedimentos de la Bahía de Puerto Montt. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 41(2), 205–214.

- Pérez M. 2018. Informe 3 Consolidado Convenio de Desempeño 2017 Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, 2018: Raya volantín, 2018 Subsecretaría de Economía y EMT.

- Persaud, D. Jaagumagi, R. & A. Hayton. 1993. Guidelines for the Protection and Management of Aquatic sediment quality in Ontario. Ontario ministry of Environment and Energy Report.

- Pichel, W. G., Churnside, J. H., Veenstra, T. S., Foley, D. G., Friedman, K. S., Brainard, R. E., Nicoll, J. B., Zheng, Q., & Clemente-Colón, P. 2007. Marine debris collects within the North Pacific Subtropical Convergence Zone. Marine Pollution Bulletin, 54(8), 1207–1211. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2007.04.010.

- Política Nacional del Uso del Borde Costero, promulgada por el D.S.(M) N°475 del Ministerio de Defensa Nacional, publicada en el D.O. 11 de enero de 1975.

- Porte, C., Janer, G., Lorusso, L. C., Ortiz-Zarragoitia, M., Cajaraville, M. P., Fossi, M. C., & Focardi, S. 2006. Endocrine disruptors in marine organisms: Mechanisms of action and biomarkers. International Journal of Biochemistry & Cell Biology, 38(7), 1210–1234.

- Provencher, J. F., Gaston, A. J., & Mallory, M. L. 2010. Evidence for increased ingestion of plastics by northern fulmars (Fulmarus glacialis) in the Canadian Arctic. Marine Pollution Bulletin, 60(9), 1406–1411.

- PROYECTO FIPA 2016-41. 2018. Caracterización de la pesquería y evaluación de stock del recurso Pulpo del Sur en la X región. Universidad Austral de Chile.

- Quilodrán, L. 2002. Diagnóstico de la contaminación costera en Chile. Ministerio del Medio Ambiente.

- Ragusa, A., Svelato, A., Santacroce, C., Catalano, P., Notarstefano, V., Carnevali, O., Papa, F., Rongioletti, M. C. A., Baiocco, F., Draghi, S., D'Amore, E., Rinaldo, D., Matta, M., & Giorgini, E. 2021. Plastic particles in human placenta: First evidence of microplastics in humans. Environment International, 146, 106274. https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106274.

- Recabarren, J., Hernández, P., & Saldías, G. 2025. Land–ocean export of microplastics in central Chile: Evidence from the Biobío River plume. Marine Pollution Bulletin, 197, 117684.

- Reisser, J., Shaw, J., Hallegraeff, G., Proietti, M., Barnes, D., Thums, M., Wilcox, C., Hardesty, B. D., & Pattiaratchi, C. 2014. Millimeter-sized marine plastics: A new pelagic habitat for microorganisms and invertebrates. PLOS ONE, 9(6), e100289. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0100289.

- Retamal M. 1981. Catálogo ilustrado de los crustáceos decápodos de Chile. Gayana Zool., 44: 1- 10.

- Rivera J.& E. Santander 2005. Variabilidad estacional de la distribución y abundancia de larvas de langostino colorado en la zona norte de Chile (Decapoda, Anomura, Galatheidae). Investigaciones Marinas 33(1): 3-23.

- Rochman, C. M. 2015. The complex mixture, fate and toxicity of chemicals associated with plastic debris in the marine environment. In M. Bergmann, L. Gutow, & M. Klages (Eds.), Marine Anthropogenic Litter (pp. 117–140). Springer.

- Roco R. 2010. Efecto del aumento de temperatura y presencia de pintura anti-incrustante sobre la supervivencia, crecimiento, alimentación y estrés en juveniles de loco Concholepas concholepas (Gastropoda, Muricidae): Impacto potencial de termoeléctricas costeras. Tesis de Licenciatura, Universidad Católica del Norte, Coquimbo.

- Rodríguez, A., Rodríguez, B., & Curbelo, A. J. 2013. Marine debris ingestion by Bulweria bulwerii (Procellariiformes) in the Canary Islands. Marine Pollution Bulletin, 70(1–2), 94–97.

- Rojo-Nieto, E., & Montoto Martínez, A. 2017. Marine litter research: A bibliometric analysis. Marine Pollution Bulletin, 122(1–2), 282–291. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.06.017.

- Romero M. S. 2011. Proyecto FIP Nº 2008-49 “Estimación de parámetros reproductivos y determinación de parámetros de crecimiento en los recursos almejas y culengue del norte de Chile (Regiones XV, I y II)”

- Rudolph, T. M., Hala, D., & Cebrián, J. 2021. Chronic exposure to PAHs in coastal sediments: effects on benthic communities and ecosystem functioning. Marine Pollution Bulletin, 173, 113–200.

- Rubilar P., L. Ariz, V. Ojeda, E. Lozada, G. Jerez, C. Osorio & I. Olivares. 2001. Estudio biológico pesquero de la macha en la X Región. Informe final. FIP 2000-17. 242 p.

- Rubilar P.S., I. Payá, A. Zuleta, C. Moreno, F. Balbontín, H. Reyes, … & A. Cuevas. 2002. Dinámica del reclutamiento de merluza del sur. Informe Final FIP-IT/2000-13: 1-142.

- Rudolph, A., Ahumada, R., & Carrasco, C. 2002. Heavy metal enrichment in Chilean coastal sediments. Marine Environmental Research, 54(1), 1–20.

- Ryan, J. & Windom, H. 1988. A geochemical and statistical approach for assessing metal pollution in coastal sediments. In V. Seeliger, L. de Lacerda & S. Patchinelam (Eds.). Metals in Coastal Environments of Latin America. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 567 pp.

- Saavedra S., L. Henríquez, P. Leal, F. Galleguillos, S. Cook & F. Cárcamo. 2019. Cultivo de Macroalgas: Diversificación de la Acuicultura de Pequeña Escala en Chile. Convenio de Desempeño, Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño. Instituto de Fomento Pesquero 106 pp.

- Saavedra A., R. Vargas, C. Grendi, M. Pizarro, A. Bustamante, C. Henríquez, & C. Silva. 2022. Evaluación hidroacústica de los stocks de anchoveta y sardina común entre las Regiones de Valparaíso y Los Lagos, año 2022. (Informe Final. Convenio Desempeño 2021. Subsecretaría Economía y EMT). Instituto de Fomento Pesquero.

- Sahoo B. & P.K. Bhaskaran. 2018. Multi-hazard risk assessment of coastal vulnerability from tropical cyclones. A GIS based approach for the Odisha coast. J. Environ. Manag. 206: 1166–1178.

- Salinas, CX, Palacios, E., Pozo, KA, Torres, M., Rebolledo, L., Gómez, V., Rondón, R., de la Maza, I., & Galbán, C. 2024. Contaminación por basura marina en una playa subantártica del Estrecho de Magallanes, Punta Arenas, Chile. Boletín de contaminación marina, 202, 116313. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116313.

- Sancho A., B. Ortiz-Von Halle & N. Naranjo. 2003. La pesca y el comercio de bacalao de profundidad Dissostichus eleginoides en América del Sur: Una perspectiva regional. Informe de la red Traffic. 191 pp.

- Santos, I. R., et al. 2009. Marine debris accumulation along the beaches of southeastern Brazil: Temporal and spatial variations. Marine Pollution Bulletin, 58(9), 1279–1286.

- Secretaría de la Convención de Ramsar. 2010. Inventario de humedales: Marco de Ramsar para el inventario y la descripción de las características ecológicas de los humedales.

- Schwabl, P., Köppel, S., Königshofer, P., Bucsics, T., Trauner, M., Reiberger, T., & Liebmann, B. 2019. Detection of various microplastics in human stool: A prospective case series. Annals of Internal Medicine, 171(7), 453–457.

- Serra R, M Aguayo, O Rojas, J Cañón & F Inostroza. 1979. Anchoveta Engraulis ringens (Jenyns) Teleostomi Clupeiformes Engraulidae. En: CORFO-IFOP (eds). Estado actual de las principales pesquerías nacionales. Bases para un desarrollo pesquero: I Peces. AP 79/18: 1-52.

- Serra R. & I. Tsukayama. 1988. Sinopsis de datos biológicos y pesqueros de la sardina Sardinops sagax (Jenyns, 1842) en el Pacifico Suroriental. FAO Sinopsis sobre la pesca N° 13.

- Serra, R. 1991. Long - term variability of the Chilean sardine. In: Proceedings of the International Symposium on the Long - Term Variability of Pelagic Fish Populations and their Environment. T. Kawasaki, S. Tanaka, Y. Toba and A. Taniguchi (eds.) New York: Pergamon Press 165 - 172 pp.

- Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA). 2024. https://www.sernapesca.cl/app/uploads/2025/05/SUBSECTOR-ACUICULTURA-2024.pdf. Visitado el 09 de octubre de 2025.

- Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA). 2024. Informe Sanitario de la Salmonicultura 2023 (publicación 2024). Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura. https://www.sernapesca.cl/noticias/sernapesca-publica-informe-sanitario-2023/. Visitado el 09 de octubre de 2025.

- Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA). 2024. https://www.sernapesca.cl/app/uploads/2025/05/Cosechas-centros-de-cultivo-por-region-2024.xlsx x. Visitado el 09 de octubre de 2025.
- Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA). 2025. https://www.sernapesca.cl/app/uploads/2025/05/Cosechas-centros-de-cultivo-por-region-2024.xlsx. Visitado el 09 de octubre de 2025.
- Setälä, O., Fleming-Lehtinen, V., & Lehtiniemi, M. 2014. Ingestion and transfer of microplastics in the planktonic food web. Environmental Pollution, 185, 77–83.
- Sexto Informe Nacional de Biodiversidad de Chile, en https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/01/6NR_FINAL_ALTA-web.pdf.
- Sharpe DMT & AP Hendry. 2009. Life history change in commercially exploited fish stocks: an analysis of trends across studies. Evolutionary Applications 2: 260-275.
- Silva, N. 2006. Características físicas y químicas de los sedimentos superficiales de canales y fiordos australes. En: Avances en el conocimiento oceanográfico de las aguas interiores chilenas, Puerto Montt a cabo de Hornos. N. Silva & S. Palma (eds.). Comité Oceanográfico Nacional - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, pp. 69-75.
- Silva N., J. Maturana, J. I. Sepúlveda & R. Ahumada. 1998. Materia orgánica, C y N, su distribución y estequiometría, en sedimentos superficiales de la región norte de los fiordos y canales australes de Chile (Crucero CIMAR-Fiordo 1). Cienc. Tecnol. Mar, 21: 49-74.
- Silva, N., V. De Vidts & J. Sepúlveda. 2001. Materia orgánica, C y N, su distribución y estequiometría, en sedimentos superficiales de la región central de los fiordos y canales australes de Chile (Crucero CIMAR Fiordo 2). Cienc. Tecnol. Mar, 24: 23-40.
- SISS (Superintendencia de Servicios Sanitarios). 2024. Informe final: Fiscalización de plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS). Ministerio de Obras Públicas.
- SNIFA-SMA. 2024. Ficha de seguimiento ambiental Emisario Coquimbo-AGV. Sistema Nacional de Fiscalización Ambiental, Superintendencia del Medio Ambiente.
- Suarez de Viveros J. 1999. “Delimitación y Definición del Espacio Litoral”. En las Actas de las Jornadas sobre el litoral de Almería: caracterización, ordenación y gestión de un espacio geográfico celebradas en Almería, 20 a 24 de mayo de 1997, 1999-01-01, ISBN 84-8108-175-2, págs. 13-23.
- Subpesca. 2018a. Informe Técnico RPESQ N°268-2018. Distribución por flota de la cuota de captura artesanal de congrio dorado en la región de Los Lagos.

- Subpesca. 2018b. Informe Técnico DAS N°20-2018. Antecedentes para la Elaboración de las Bases Administrativas para la Subasta de Licencias Transables de Pesca, Clase B en la Pesquería de Congrio dorado paralelo 41°28,6' L.S. al 47° L.S. y Congrio dorado paralelo 47° L.S. al 57° L.S. Departamento de Análisis Sectorial, División de Desarrollo Pesquero.

- Subpesca. 2018. Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas, 2017.

- Subpesca. 2021. Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas, año 2020.

- Subsecretaría para las Fuerzas Armadas (11 de abril, 2025). Comisión Nacional de uso del Borde Costero sesiona con miras a la entrega de una nueva Política Nacional Costera a finales de este año. https://www.ssffaa.cl/index76b9.html?p=6456.

- SUBPESCA. 2025. Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas, año 2024.

- Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). 2023. Informe de seguimiento ambiental – deposiciones de relaves / fiscalizaciones ambientales.

- Stotz W., J. González, M. Romero, N. Arias, F. Miranda, O. Cerda & C. Moraga. 2020. Estudio biológico-pesquero y evaluación del estado de situación de las poblaciones del recurso loco en Áreas de Libre Acceso, Región de Arica y Parinacota a Región de Valparaíso. Informe Final Proyecto FIPA 2018-31. Universidad Católica del Norte.

- Tang, J., Ni, X., Zhou, Z., Wang, L., Lin, S., & Wang, J. 2021. Microplastics in coral reef environments: Abundance, composition and potential effects. Science of the Total Environment, 773, 145518.

- Takahashi M., H. Okamura, K. Yokawa & M. Okazaki. 2003. Swimming behaviour and migration of a swordfish recorded by an archival tag. Marine and Freshwater Research 54(4): 527–534.

- Tascheri R. & G. Claramunt. 1996. Aproximación a los cambios intra-anuales en el contenido de energía del ovario de sardina (Sardinops sagax Jenyns, 1842) en el norte de Chile. Investigaciones Marinas 24: 51-66.

- Tarifeño E. 1990. La macha (Mesodesma donacium Lamarck, 1818) y sus posibilidades de cultivo. Research associate, institute of evolutionary and environmental biology. University of California, Los Angeles, 31 pp.

- Taylor, M. L., Gwinnett, C., Robinson, L. F., & Woodall, L. C. 2017. Plastic microfibre ingestion by deep-sea organisms. Scientific Reports, 6, 33997.

- Teuten, E. L., Saquing, J. M., Knappe, D. R. U., Barlaz, M. A., Jonsson, S., Björn, A., Rowland, S. J., Thompson, R. C., Galloway, T. S., Yamashita, R., Ochi, D., Watanuki, Y., Moore, C., Viet, P. H., Tana, T. S., Prudente, M., Boonyatumanond, R., Zakaria, M. P., Akkhavong, K., ... Takada, H. 2009. Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 364(1526), 2027–2045.

- Thiel, M., Hinojosa, I., Vásquez, N. & E. Macaya. 2003. Floating marine debris in coastal waters of the SE-Pacific (Chile). Marine Pollution Bulletin 46, 224–231.

- Thiel, M., Luna-Jorquera, G., Álvarez-Varas, R., Gallardo, M. A., Hinojosa, I. A., Luna, N., Miranda-Urbina, D., Morales, N., Ory, N. C., Pacheco, A. S., Portflitt-Toro, M., Retamales, M., Vásquez, N., & Rivadeneira, M. M. 2021. Citizen science reveals persistent plastic pollution on Chilean beaches. Environmental Science and Pollution Research, 28(10), 12875–12889. https://doi.org/10.1007/s11356-020-11311-5.

- Thompson, R. C. 2015. Microplastics in the marine environment: Sources, fate and effects. Marine Anthropogenic Litter (capítulo).

- Thompson, R. C., Olsen, Y., Mitchell, R. P., Davis, A., Rowland, S. J., John, A. W. G., McGonigle, D., & Russell, A. E. 2004. Lost at sea: Where is all the plastic? Science, 304(5672), 838.

- Uhrin, A. V., Fonseca, M. S., & Kenworthy, W. J. 2005. Effects of seagrass landscape pattern on vulnerability to hurricane disturbance. Marine Ecology Progress Series, 289, 71–82.

- Uhrin, A. V., & Schellinger, J. 2011. Marine debris impacts a tidal fringing-marsh in North Carolina. Marine Pollution Bulletin, 62(12), 2605–2610.

- Uhrin, A. V., Kruse, S. E., & Matthews, T. R. 2014. Quantitative assessment of derelict spiny lobster traps in the Florida Keys. Marine and Coastal Fisheries, 6(1), 20–32.

- UNEP. 2023. Global Monitoring Plan on Persistent Organic Pollutants: Third Regional Monitoring Report for Latin America and the Caribbean. United Nations Environment Programme, Nairobi.

- UNEP. 2023. Turning off the Tap: How the World Can End Plastic Pollution and Create a Circular Economy. United Nations Environment Programme, Nairobi.

- UNEP. 2001. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. United Nations Environment Programme, Geneva.

- US EPA. 2023. Polychlorinated Biphenyls (PCBs) Overview. United States Environmental Protection Agency. https://www.epa.gov/pcbs. Visitado el 09 de octubre de 2025.

- U.S. Geological Survey (USGS). 2024. Mineral commodity summaries 2024: Copper. U.S. Department of the Interior. Recuperado de https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2024/mcs2024-copper.pdf. Visitado el 09 de octubre de 2025.

- Valdés, J. & A. Sifeddine. 2009. Composición elemental y contenido de metales en sedimentos marinos de la bahía Mejillones del Sur, Chile: evaluación ambiental de la zona costera. Lat. Am. J. Aquat. Res., 37(2): 131-141.

- Valdés, J., L. López, S. Lo. Mónaco & L. Orlieb. 2000. Condiciones paleoambientales de sedimentación y preservación de la materia orgánica en bahía Mejillones del Sur (23ºS), Chile. Revista de Biología Marina y Oceanografía 35(2): 169-180.

- Valdés, J. & A. Castillo. 2014. Evaluación de la calidad ambiental de los sedimentos marinos en el sistema de bahías de Caldera (27°S), Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res., 42(3): 497-513.

- Valette-Silver, N. 1993. The use of sediment cores to reconstruct historical trends in contamination of estuarine and coastal sediments. Estuaries 16: 577-588.

- Valiela I. 1995. Marine ecological processes. Springer-Verlarg New York, 686 pp.

- Van der Hoop, J. M., Moore, M. J., Fahlman, A., Bocconcelli, A., George, C., Jackson, K., Miller, C., Prior, H., Shorter, K. A., & Howle, L. E. 2013. Behavioural impacts of disentanglement of a right whale. Marine Mammal Science, 29(4), E98–E113.

- Van den Hurk, P., Kubanek, J., & Egmond, E. 1996. Toxic effects of sediment contamination on marine organisms. Environmental Toxicology and Chemistry, 15(3), 291–299.

- Vargas-Caro C., C. Bustamante, M. Bennett & J. Ovenden. 2017. Towards sustainable fishery management for skates in South America: The genetic population structure of Zearaja chilensis and Dipturus trachyderma (Chondrichthyes, Rajiformes) in the south-east Pacific Ocean. PLOS ONE 12(2): e0172255. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172255

- Varela J. & J. Pincay-Espinoza. 2019. Food habits of South Pacific hake (Merluccius gayi) in Ecuatorian waters. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 99(8): 1851 – 1856. doi:10.1017/s0025315419000936.

- Vásquez J., J.C. Castilla & B. Santelices. 1984. Distributional patterns and diets of four species of sea urchins in giant kelp forest (Macrocystis pyrifera) of Puerto Toro, Navarino Island, Chile. Marine Ecology Progress Series 19: 55-63.

- Vásquez, J. 2005. La minería en el norte de Chile. En: Buschmann, A. & Fortt, A. (eds.) Industria y Contaminación Marina. OCEANA. 38 p.

- Vega M. A., H. Arancibia & M. A. Carmona. 2005. Taxonomía, claves y caracteres diagnósticos de pulpos costeros comunes de aguas chilenas. Documento Técnico UNITEP Nº 7, Parte I, Unidad de Tecnología Pesquera, Universidad de Concepción, 32p.

- Vera J. & L. Mayer Lux. 2024. El nuevo sistema chileno de delitos ambientales: valoración crítica de su casuismo y del uso de remisiones específicas. En Revista de Derecho Ambiental. NÚM. 21 (2024) • PÁGS. 201-230 • DOI 10.5354/0719-4633.2024.73553.

- Viehman, S., Vander Pluym, J. L., & Schellinger, J. 2011. Characterization of marine debris in North Carolina salt marshes. Marine Pollution Bulletin, 62(12), 2771–2779.

- Von Moos, N., Burkhardt-Holm, P., & Köhler, A. 2012. Uptake and effects of microplastics on cells and tissue of the blue mussel Mytilus edulis L. after an experimental exposure. Environmental Science & Technology, 46(20), 11327–11335.

- Waluda, C. M. 2013. Entanglement of Antarctic fur seals at South Georgia: Monitoring and mitigation. Marine Pollution Bulletin, 74(1), 10–16.

- Walls I. 2022. La fauna como parte del paisaje costero. Plantae y Fauna, Landuum.

- Ward R., S. Appleyard, R. Daley & A. Reilly. 2001. Population structure of pink ling (Genypterus blacodes) from southeastern Australian water, inferred from allozyme and microsatellite analyses. Marine Freshwater Research 52:965–973.

- Ward, J. E., & Kach, D. J. 2009. Marine aggregates facilitate ingestion of nanoparticles by suspension-feeding bivalves. Marine Environmental Research, 68(3), 137–142.

- Watanabe H., T. Kubodera & S. Kawahara. 2006. Summer feeding habits of the Pacific pomfret Brama japonica in the transitional and subarctic water of the central North Pacific. J. Fish Biol., 68: 1436-1450.

- Werlinger C. & M. Salamanca. Contenido de metales en muestras biológicas de la isla Rocuant, bahía Concepción, Chile. Gayana (Concepción). http://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382017000100017.

- Wehrtmann I.S., P. Arana, E. Barriga, A. Gracia & P.R. Pezzuto. 2012. Deep-water shrimp fisheries in Latin America: a review. Latin American Journal of Aquatic Resources 40(3): 497-535.

- WCS Chile. 2018. Humedales de Chile, 40 mil reservas de vida. 194 pág.

- Wolff M. & T. Aroca. 1995. Population dynamics and fishery of the chilean squat lobster Cervimunida johni porter (Decapoda, Galatheidae) off the coast of Coquimbo, northern Chile. Revista de Biología Marina 30(1): 57-70.

- Yool A. & M. Fashman. 2001. An examination of the 'continental shelf pump' in an open ocean general circulation model. Global Biogeochemical Cycles 15(4):831-844.

- Young Z., E. Aranda, R. Salas, C. Lea-Plaza, M.J. Badilla, J. Ortiz, L. Vidal & R. Toro. 1984. Perfiles Indicativos del Sector Pesquero Nacional: Recursos, Tecnología, Producción y Mercado, Congrios. Corfo-IFOP (AP 85/13), 121 pp.

- Young Z., H. González & P. Gálvez. 1998. Análisis de la pesquería de bacalao de profundidad en la zona sur-austral. Informe Final FIP–IFOP 96-40, 54 pág. + Anexo.

- Young, Z., J. Oliva, A. Olivares & E. Díaz. 1999. Aspectos reproductivos del recurso bacalao de profundidad en la I a X Regiones. Informe Final FIP–IFOP 97-16, 51 p + Anexo.

- Zamora S. & W. Stotz. 1992. Ciclo reproductivo de Loxechinus albus (Molina, 1782) (Echinodermata: Echinoidea) en Punta Lagunillas.

- Zettler, E. R., Mincer, T. J., & Amaral-Zettler, L. A. 2013. Life in the "Plastisphere": Microbial communities on plastic marine debris. Environmental Science & Technology, 47(13), 7137–7146. https://doi.org/10.1021/es401288x.

- Zilleruelo M., D. Párraga & C. Bravo. 2015. Programa de Seguimiento de las Pesquerías de Crustáceos Demersales 2014. IFOP 1–281.

- Zhang, J., Wang, L., Kannan, K., & Lam, P. K. S. 2021. Microplastics in human feces: Evidence and analytical advances. Journal of Hazardous Materials, 416, 125837.

- Zitko, V. & Hanlon, M. 1991. Another source of pollution by plastics—skin cleaners with plastic scrubbers. Marine Pollution Bulletin, 22, 41–42.

- Zitko, V., & Hanlon, M. 1991. Another source of pollution by plastics: Skin cleaners with plastic scrubbers. Marine Pollution Bulletin, 22(1), 41–42. https://doi.org/10.1016/0025-326X(91)90444-W.

- Zedler J.B. & S. Kercher. 2005. Wetland Resources: Status, Trends, Ecosystem Services, and Restorability. Annual Review of Environmental Resources 30: 39-74. http://dx.doi.org/10.1146/annurev.energy.30.050504.144248.

- Zúñiga-Jara S. & Soria-Barreto K. 2018. Economic analysis of the loco abalone (Concholepas concholepas) commercial cultivation in Chile. Latin American Journal of Aquatic Research 46(5): 895-908. https://dx.doi.org/10.3856/vol46-issue5-fulltext-4.

- Zúñiga M. Y C. Canales. 2015. Informe de Estatus y Cuota. Convenio de Desempeño 2014. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2015 en sardina común V-X regiones: Sardina común V-X Regiones 2015. Instituto de Fomento Pesquero, Subsecretaría de Economía y EMT 87 pp + Anexos.

InformePaís2025

ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE

Y DEL PATRIMONIO NATURAL



Minería e hidrocarburos

SEGUNDA PARTE CAPÍTULO VII

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

SEGUNDA PARTE

CAPÍTULO VII.
MINERÍA E HIDROCARBUROS

Autores:
Sergio Galilea Ocón (1)
Héctor Anabalón Zurita (2)

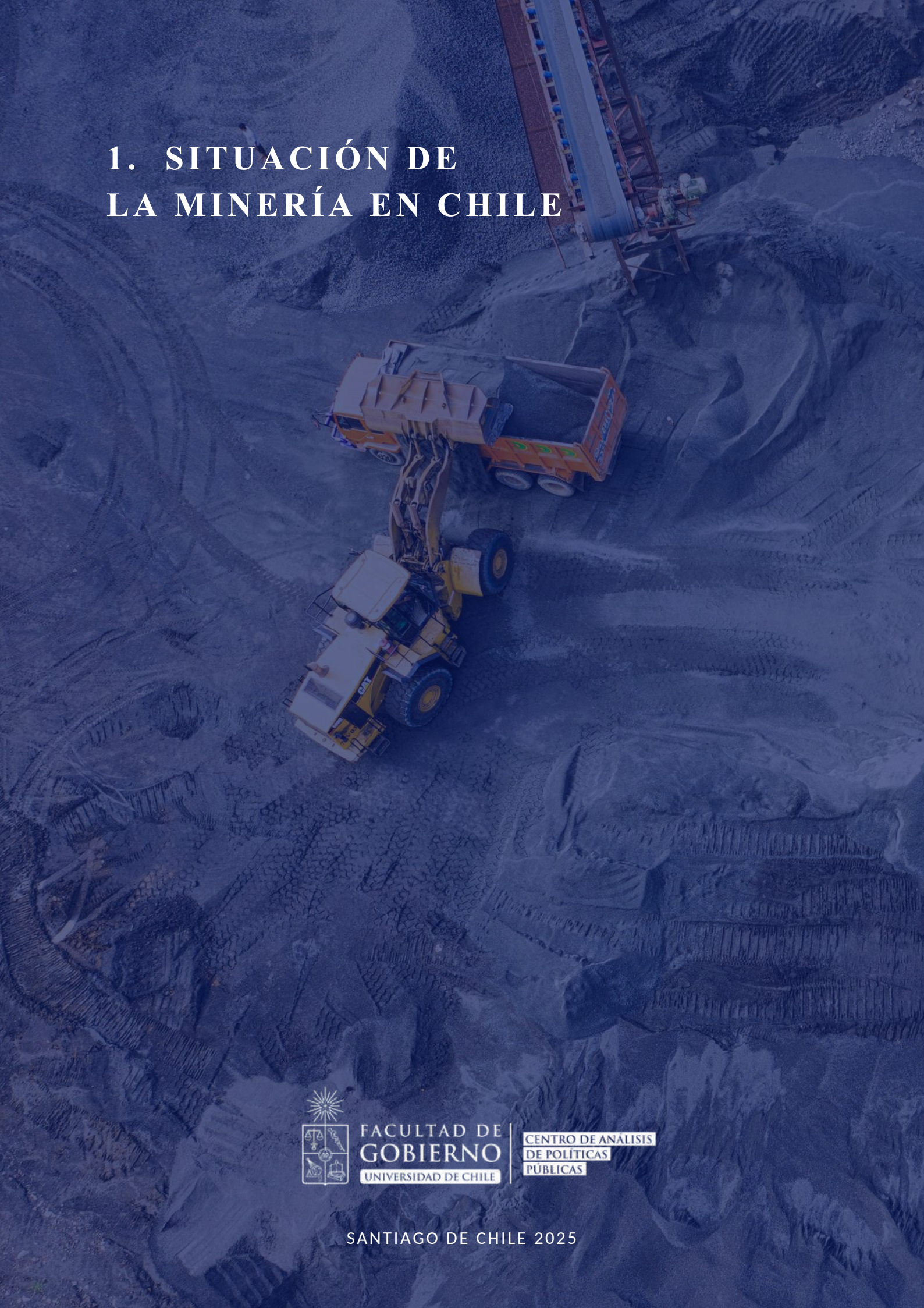
Asistentes de Investigación:
Lorena Astorga Calquín (3)

Edición:
Ángela María Larenas Libreros (4)

SANTIAGO DE CHILE 2025

(1) Director Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.
(2) Secretario ejecutivo e investigador, Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.
(3) Estudiante de Administración Pública, Universidad Autónoma de Chile, Semillerista Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.
(4) Estudiante de Administración Pública, Semillerista Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.

1. SITUACIÓN DE LA MINERÍA EN CHILE

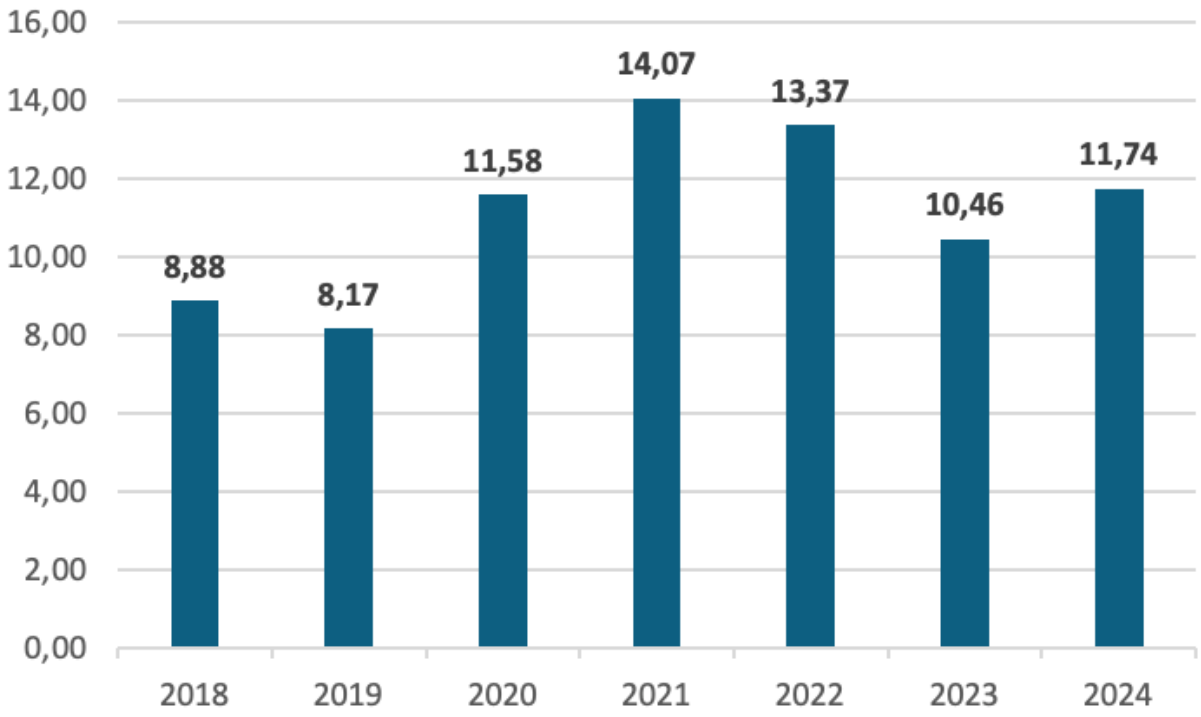


FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

El Producto Interno Bruto (PIB) es uno de los indicadores de actividad económica más relevantes para de un país, cuya definición conceptual se entiende como el "valor total de bienes y servicios de una economía, para un periodo determinado, realizada por agentes económicos que residen dentro del territorio nacional" (Banco Central de Chile). Dentro de estos agentes, se encuentran todas las empresas que forman parte de un industria o sector económico del país, siendo la minería uno de los más relevantes. De esta forma, el porcentaje de participación de la industria minera sobre el PIB al año 2024 corresponde al 11,74%, lo que refleja un aumento con respecto a lo registrado en 2023. En la figura 1 se puede observar la evolución que ha tenido este porcentaje en los últimos años.

Figura 1
Evolución de la participación del sector de la minería en Chile 2018 – 2024 (% país)



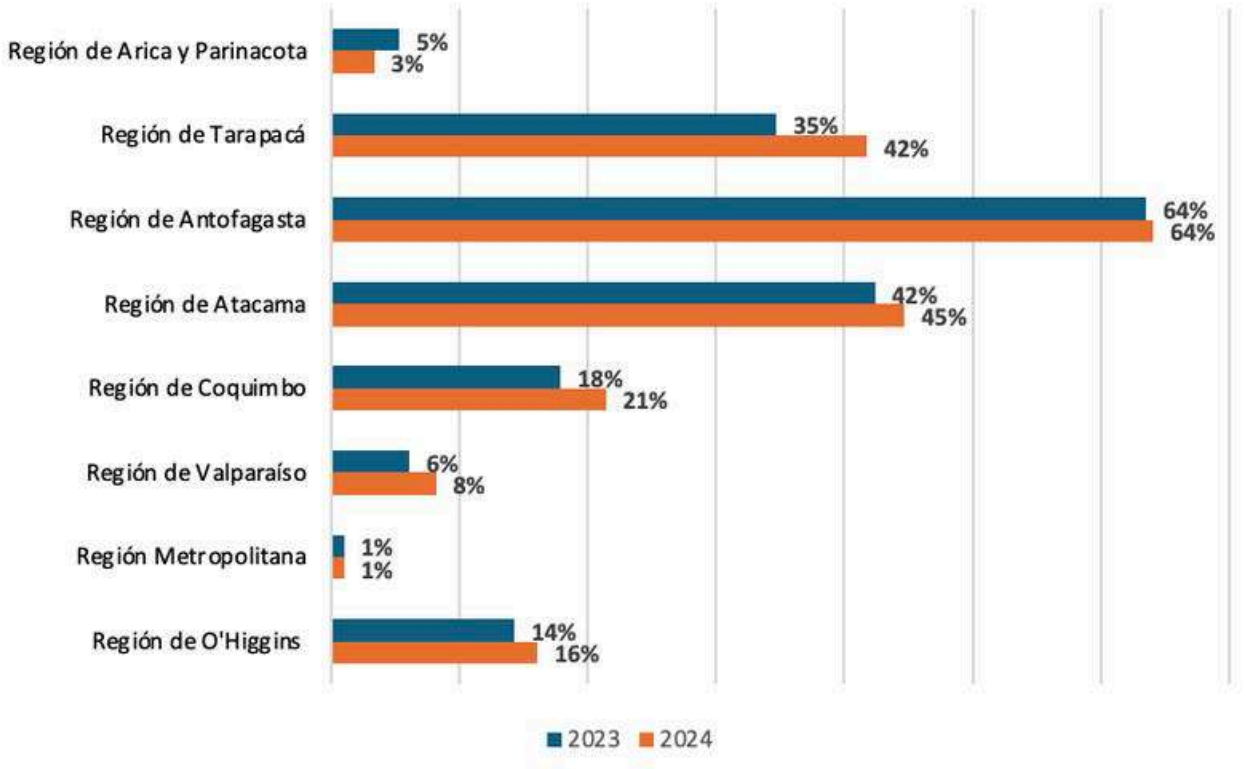
Nota: elaboración propia a partir de datos del Banco Central de Chile (2025)

Los aportes de la minería al PIB nacional corresponden a uno de los más importantes dentro de la economía del país. El desarrollo de esta industria produce un efecto multiplicador en diversas áreas económicas, tales como servicios de transporte terrestre y aéreo, fomenta el desarrollo de sectores como la construcción, la energía, la logística y el comercio local, sumando así, una enorme cantidad de empleos indirectos, que finalmente, terminan impactando a la economía del país más allá de la faena minera en sí misma. Además, contribuye de manera relevante a los ingresos fiscales del Estado, a través del pago de impuestos, el royalty minero y las utilidades de Codelco, y representa una variable fundamental de la política macroeconómica del país. En este sentido, el PIB minero durante 2024 alcanzó un aporte de US$38.788 millones, que equivale al 11,7% del PIB nacional, pero si consideramos los efectos multiplicadores por encadenamiento productivo que tiene la industria, los montos se deberían ascender a US$71.138 millones, alcanzando el 22% del PIB nacional en 2024 (Consejo Minero, 2025, p.62).

Asimismo, tal como se observa en la figura 2, el aporte que hace el sector de la minería al PIB regional de las principales zonas productoras es bastante representativa, particularmente en la Región de Antofagasta donde representa el 64% PIB regional, aportando cerca de $21.309 millones durante 2024. La Región de Tarapacá muestra un aumento de la representatividad de la actividad minera en su PIB regional aumentando de un 35% en 2023 a un 42% en 2024. Así también, las regiones Atacama y Coquimbo también presentan aumentos de sus porcentajes de representación de la actividad minera en sus respectivos PIB regionales de 2023 a 2024.

Figura 2

Porcentaje de representación de la minería en el PIB regional de zonas productoras



Nota: elaboración propia a partir de datos del Banco Central de Chile (2025)

En este sentido, la alta representatividad que tiene la actividad minera en las zonas productivas denota el fuerte impacto que tiene en la actividad económica de dichas regiones. Es así como, de la misma forma que el PIB minero impacta en el PIB nacional, el efecto multiplicador de la industria en las regiones productoras sigue la misma lógica, ya que potencia la producción de bienes y servicios de origen local, promoviendo una mayor creación de empleos de todo tipo y en diversas áreas económicas de la región.

Por otra parte, el sector minero lidera las exportaciones del país contabilizando US$60.554 millones durante el año 2024, registrando una variación al alza de 8,5% anual en comparación con datos registrados en 2023 (Banco Central de Chile, 2025, p.5-6). Además, China sigue siendo el principal destino de las exportaciones del rubro, representando el 52% de los envíos, alcanzando US$29.181 millones con una variación al alza de 4% en comparación con las cifras de 2023 (Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales [SUBREI], 2025, p.13).

En cuanto al mercado laboral, y según datos de la Encuesta Nacional de Empleo (ENE), en 2024 habían más de 285 mil personas trabajando en el rubro de la minería a nivel nacional, cifra que muestra un aumento de alrededor de 63 mil nuevos puestos de trabajo de acuerdo a los datos presentados en el Informe País 2022.

Asimismo, de acuerdo a la cifra rescatada de la ENE, sólo el 13,8% son mujeres, cifra que está muy por debajo del porcentaje nacional de participación femenina, el cual alcanza el 52,6%. Si bien la cifras han ido en alza en los últimos cinco años, teniendo una variación de 19% desde 2020 al 2024, el porcentaje de participación de la mujer sigue estando muy por debajo de las cifras de los hombres.
Así también, de acuerdo a un estudio realizado en 2023 por la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO), muestra la configuración del mercado laboral por género, el cual se puede observar en la figura 3. Aquí, se rescatan datos de participación femenina con los dos tipos de empleador que se utilizan en la industria.

Figura 3
Tasa de participación de la mujer en el sector minero 2023

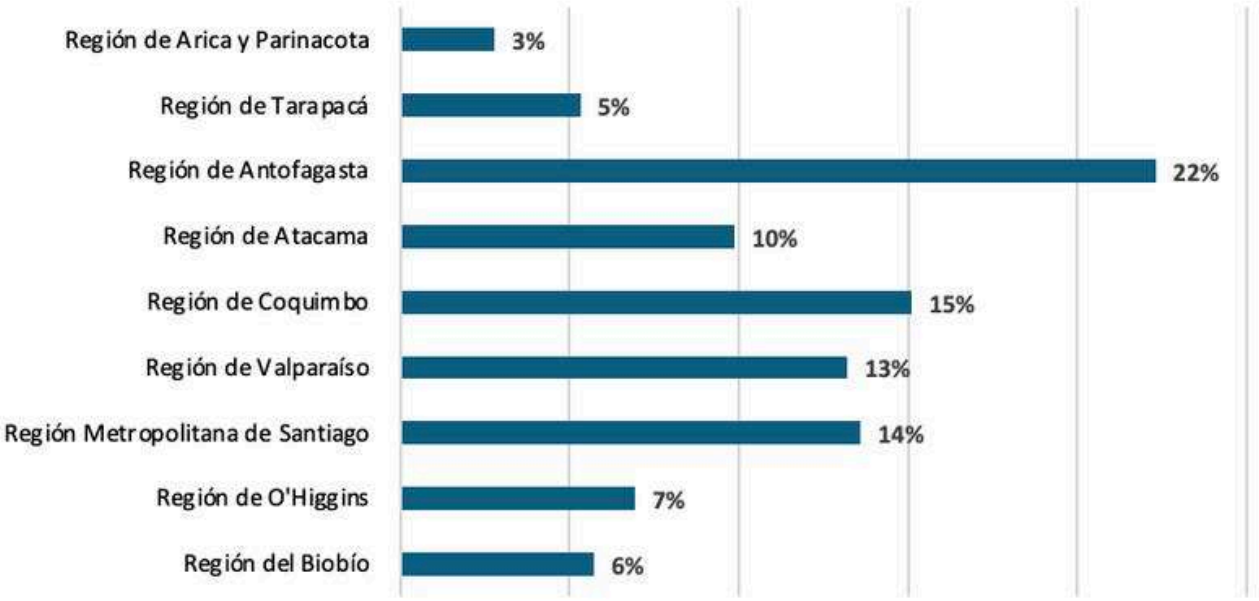


Fuente: Representación de la mujer en el sector minero en Chile al año 2023, en base a EMPAE, 2024. Estudio realizado por COCHILCO.

A partir de la figura anterior, se puede observar que del grupo de trabajadores que están contratados directamente por las empresas mineras, un 17,7% son mujeres, un porcentaje que está por sobre la cantidad de mujeres que trabajan en empresas contratistas que entregan servicios a las empresas mineras. Sin embargo, a nivel global, la contratación de personal del sector está concentrada en las empresas contratistas por sobre la contratación propia de las empresas mineras, con cerca del 78% del total de la muestra del estudio (COCHILCO, 2023, p.24).

Asimismo, este mismo estudio también señala que la participación femenina se concentra mayoritariamente en el rango etario de 31-40 años con un 37%, cuyo porcentaje está por sobre la cantidad de participación masculina, el cual llega al 32,1%. Algo similar ocurre en el rango etario de 18-30 años, donde hay mayor participación femenina que masculina con 16,7% y 14,3% respectivamente (COCHILCO, 2023, p.28).
Por otro lado, como se puede observar en la figura 4, el grueso de los trabajadores mineros, alrededor del 40%, se concentran en faenas ubicadas en las macrozonas norte y centro del país, particularmente, entre las regiones de Arica y Parinacota y Coquimbo.

Figura 4
Concentración de trabajadores a nivel regional



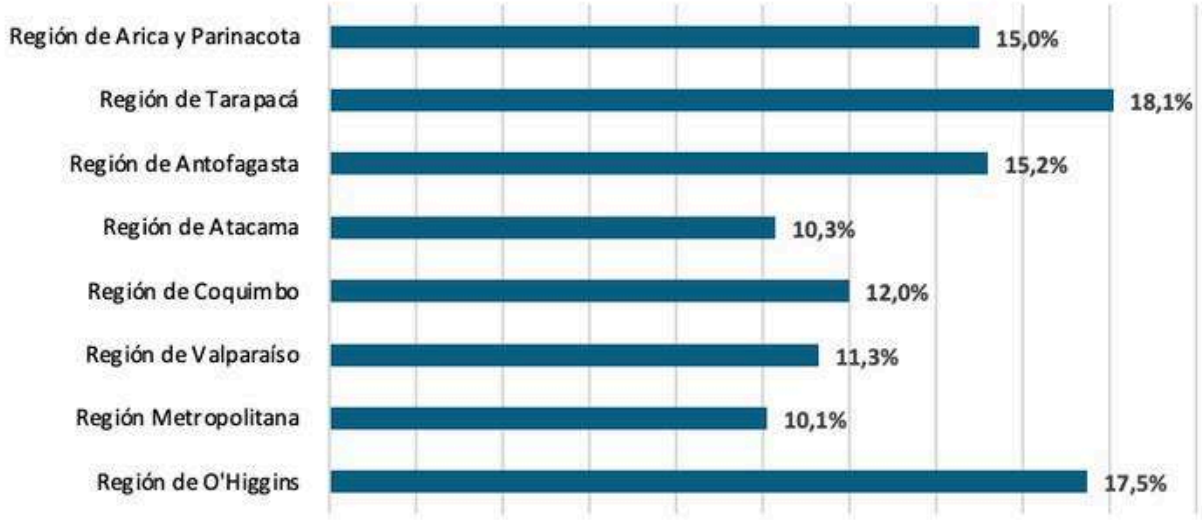
Nota: elaboración propia a partir de datos de la Encuesta Nacional de Empleo 2024. Se omitieron regiones con menos de 3% de participación.

Estos porcentajes de participación laboral a nivel regional, se condicen directamente con los niveles de producción y con los aportes al PIB regional del sector, en donde destaca la Región de Antofagasta, que es la región que mayor presencia de trabajadores mineros posee. Lo anterior está relacionado con el atractivo que ofrece la región para el desarrollo profesional y económico de los trabajadores mineros.

Igualmente, si se profundiza en la configuración de participación femenina que se tiene en estas regiones, el estudio realizado por COCHILCO nos puede dar ciertas luces, cuyos resultados se pueden observar en la figura 5. Los porcentajes de participación femenina en el sector siguen siendo bajos, si se comparan con otras industrias del país, sin embargo, hay regiones que muestran porcentajes que superan el promedio nacional de participación femenina en la minería. Tal es el caso de las regiones de Tarapacá y O'Higgins donde el porcentaje de mujeres alcanza el 18,1% y 17,5% respectivamente.



Figura 5
Tasa de participación de la mujer en el sector minero por región



Nota: elaboración propia a partir de datos de Representación de la mujer en el sector minero en Chile al año 2023, en base a EMPAE, 2024. Estudio realizado por COCHILCO.

Sin lugar a dudas, la industria de la minería ha logrado aumentar sus porcentajes de participación femenina durante los últimos años, un logro no menor considerando lo masculinizado que el sector ha sido históricamente, no obstante, siguen persistiendo las brechas salariales, culturales, los problemas para conciliar la vida familiar, entre otros temas, que son los grandes desafíos que tiene la sector minero, y así, generar espacios laborales más equitativos y diversos. En este sentido, la Mesa Nacional Mujer y Minería, creada en 2015 durante el gobierno de la Ex Presidenta Michelle Bachelet, la cual corresponde a una instancia público-privada, en donde participan diversos actores como ministerios, servicios públicos, sindicatos, empresas mineras y organizaciones de la sociedad civil, con el fin de darle una perspectiva integral a las iniciativas que se buscan promover. Además, existen mesas de coordinación regionales, las cuales están dirigidas por las Secretarías Regionales Ministeriales de Minería (Ministerio de Minería, s.f).
Esta mesa ha sido ratificada por todos los gobiernos posteriores a 2015, lo que ha permitido lograr avances significativos en el sector, pero aún queda mucho por avanzar. Es por ello que resulta de vital importancia que este tipo de instancias de diálogo público-privadas se mantengan en el tiempo, independiente de la orientación o ideología política de las futuras administraciones, porque permiten que todos actores que forman parte del sector de la minería se conecten y en conjunto generar medidas de equidad y diversidad de género.

1.1. SITUACIÓN DE LA GRAN MINERÍA EN CHILE

La producción de la gran minería en Chile es altamente relevante no sólo por los ingresos fiscales que aporta al país, sino que también por el posicionamiento de Chile en el mercado internacional de metales. Tal como se observa en la tabla 1, durante el 2024, el principal mineral explotado corresponde al cobre, con 5.5 millones de toneladas métricas finas y en un segundo lugar se encuentra el litio respectivamente.

Tabla 1
Producción y reservas mineras en Chile 2024

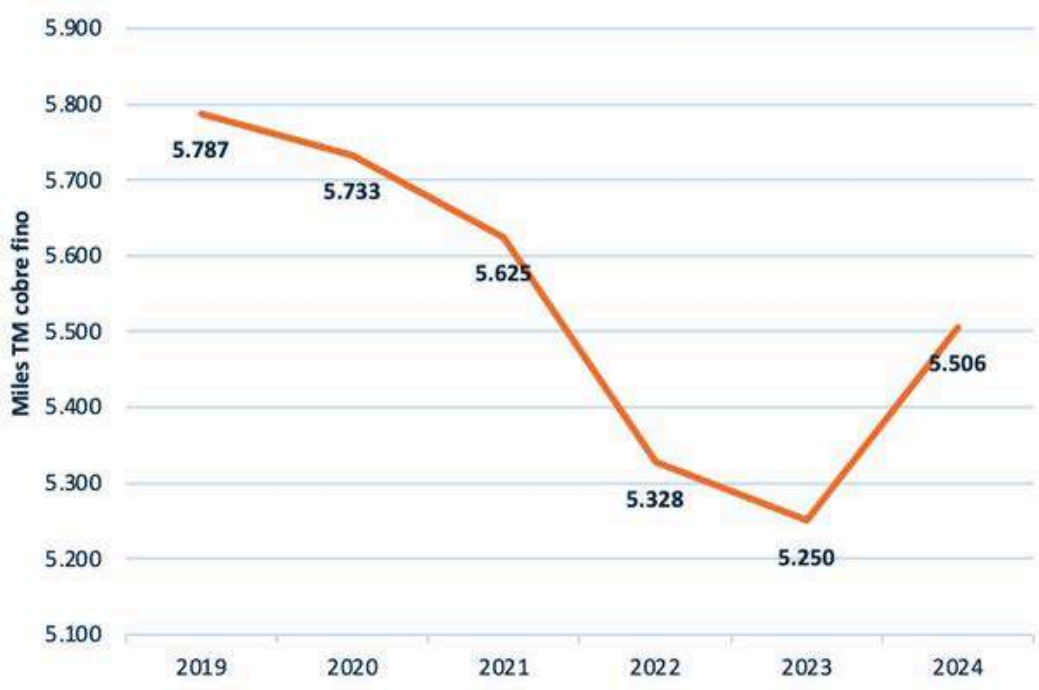
Tipo de mineral	Producción en 2024	Participación en la producción minera mundial	Ranking en la producción mundial	Participación en las reservas mundiales
Cobre	5.506 kTM	24%	1	19%
Oro	35,7 TM	1%	>15	7%
Plata	1.224 TM	5%	7	4%
Molibdeno	38.970 TM	15%	3	9%
Hierro	11 millones TM	1%	>15	n.d
Litio	261 kTM	20%	2	31%

***Nota*: elaboración propia a partir de cifras actualizadas de la minería a julio de 2025 del Consejo Minero.**

Cabe mencionar que de acuerdo a los datos expuestos en la tabla1, se muestra que la producción de hierro es mayor en comparación con la de cobre, esto se debe a que en el mercado internacional de metales, el cobre se cotiza a valores mucho más altos que el hierro, lo que al mismo tiempo se debe al hecho que el cobre es un mineral que está presente sólo en algunas zonas del mundo, y he ahí su relevancia en el país.

Por otro lado, la producción de cobre particularmente, sufrió un alza durante 2024 después de casi cinco años de números a la baja, tal como se observan en la figura 6, recuperando la tendencia al alza que perdió especialmente durante los años 2022 y 2023, cuyas bajas fueron considerables.

Figura 6
Producción nacional de cobre de mina anual (miles TM de cobre fino)



Nota: elaboración propia basado en cifras del Boletín Mensual Electrónico de Enero de 2024 y Julio 2025 de COCHILCO.

De acuerdo a los reportes anuales que realiza el Consejo Minero (CM), la baja de producción en 2022 se debió principalmente a menores leyes del mineral y la falta de proyectos nuevos que inyectasen más recursos a la producción nacional (2023, p.22). En 2023, una de las principales causas del descenso de producción fue Codelco, puesto que presentó resultados negativos en todas sus divisiones, equivalente en 129 mil toneladas; y además, durante este año sigue persistiendo el "efecto estructural que provoca la caída en la ley mineral de yacimientos que envejecen y no logran ser reemplazados por otros nuevos" (2024, p.23). Durante 2024, el sector vivió un repunte en sus cifras de producción, en donde la mayoría de las empresas privadas obtuvo incrementos en su producción en comparación con el 2023, mientras que Codelco mantuvo sus niveles de producción de 2023. También el litio presentó un crecimiento de un 5,2% con respecto al año anterior (2025, p.27).

Con respecto a las proyecciones que maneja la industria, se espera que para 2034 muestre un crecimiento de 20,7% con respecto a lo producido durante 2022, lo que significaría una producción de cobre de 6,43 millones de toneladas (COCHILCO, 2024,p.4). Sin embargo, esta proyección se realizó en 2024 y considerando la incertidumbre que se ha presentado en los mercados internacionales debido a la nueva política arancelaria de Estados Unidos durante este 2025, puede que en próximos informes estas proyecciones se corrijan, ya que la industria minera chilena todavía está en proceso de adaptación a este tipo de medidas tan disruptivas y que afectan la estructura fundamental con las que funciona el mercado (COCHILCO, 2025).

1.2. MEDIANA Y PEQUEÑA MINERÍA

Las medianas y pequeñas empresas destacan dentro del panorama minero porque tienen una especial relevancia en los territorios, tanto en aspectos de generación de empleo como a nivel de capital económico que generan dentro de las regiones en las que están presentes. La mediana minería genera aportes "a los encadenamientos productivos de las economías comunales y regionales" y donde además, destaca que "los propietarios y capitales de estas compañías son fundamentalmente chilenos". Así también, ofrecen "perspectivas favorables de crecimiento a través de la adquisición o desarrollo de yacimientos que no son de interés para la gran minería". De esta forma, el sector posee grandes oportunidades de expansión, ya que permite aprovechar los recursos subexplotados. Sin embargo, el sector presenta "mayor sensibilidad financiera para enfrentar ciclos de precios bajos de cobre, dado que tiene costos operacionales mayores que la gran minería". Además, "enfrenta mayores dificultades para acceder a capital en condiciones competitivas, lo que limita su capacidad de crecimiento y modernización"(COCHILCO, 2024, p.14-16).

Por su parte, la pequeña minería se caracteriza principalmente por la explotación de cobre, oro, carbón y caliza, lo que le permite ajustarse a toda clase de demandas y mercados, sin embargo, esta diversidad también presenta desafíos importantes, como la adaptación de tecnologías específicas de exploración, extracción, procesamiento. Estas particularidades tienen incidencia en sus costos, aspectos relacionados con la seguridad laboral y la gestión ambiental de sus operaciones (Ministerio de Minería, 2024, p.10). Algunas de sus problemáticas está asociado al acceso a la propiedad minera en cuanto al costo económico y el tiempo de tramitación de las concesiones, así como también el desconocimiento sobre el proceso en sí mismo y la concentración de propiedades de parte de mineras medianas y grandes (p.11). Otra aspecto problemático de este sector está relacionado a la viabilidad de la faena en cuanto a la información y conocimiento geológico que se disponga de los yacimientos antes de comenzar las operaciones. Dado que generalmente es escaso, la pequeña minería y la minería artesanal, realizan sus procesos de exploración y explotación de forma simultánea, generando un alto grado de incertidumbre tanto en el plano de eficiencia económica como de planificación de la faena misma. Dado estas condiciones, generalmente se apela al conocimiento y experiencia de los trabajadores para la toma de decisiones sobre la explotación del yacimiento (p.13). Además, se enfrentan a otros desafíos que impactan la eficiencia y habitabilidad de la faena misma, como la falta de acceso a agua potable, la falta de sistemas de alcantarillado, y la escasez lugares diseñados especialmente para la manipulación y consumo de alimentos y lugares de descanso adecuados, así como también, falta de iluminación apropiada para los espacios de trabajo en el interior de los yacimientos (p.15).

Por otro lado, de acuerdo a datos del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), durante el 2023 y tal como se observa en la tabla 2, el principal mineral explotado por parte de la mediana minería corresponde al hierro con más de 4 millones de toneladas métricas finas, mientras que en la pequeña minería, el cobre es el más relevante con más de 50 mil toneladas métricas finas.

Tabla 2
Producción de mediana y pequeña minería 2023

Mineral	Mediana minería	Pequeña minería
Cobre (tmf)	226.151	50.246
Oro (kg)	4.906	1.989
Plata (kg)	59.195	25.728
Hierro (tmf)	4.251.135	-
Plomo (tmf)	325	-
Zinc (tmf)	18.082	-

***Nota*: elaboración propia a partir del Anuario 2023 de SERNAGEOMIN y COCHILCO 2024.**

A su vez, tal como se observa en la tabla, la pequeña minería durante 2023 representa el 0,9% de la producción total de cobre a nivel nacional, la cual produjo 50.246 toneladas de cobre, representando un aumento de 3% en comparación con la producción de 2022. Asimismo, la regiones que presentaron mayor producción en pequeña mira son Atacama con 23.670 toneladas y Antofagasta con 11.045 toneladas, las cuales representan el 47% y 22% a nivel nacional respectivamente. La plata es el segundo mineral más explotado por la pequeña minería, concentrándose principalmente en la Región de Atacama con 8.796 kilogramos y en la Región de Valparaíso con 13.854 kilogramos. Destaca la fluctuación que ha sufrido la producción, pasando de más 10.000 kilogramos en 2022 a más de 25.000 kilogramos en 2023. Con respecto a la mediana minería, esta produjo 226.151 toneladas de cobre fino, lo que representa el 4,2% del total de la producción nacional durante 2023. En cuanto a la producción a nivel regional, la lidera la Región de Atacama con 78.648 toneladas, luego sigue la Región de Antofagasta con 68.170 toneladas y la Región de Valparaíso con 52.595 toneladas. Desde un punto de vista de las exportaciones, la pequeña minería alcanzó los US$569,5 millones y la mediana minería alcanzó los US$2.268 millones aproximadamente (COCHILCO, 2024).

De acuerdo a lo anterior, tanto la mediana como la pequeña minería presentan desafíos similares a la gran minería en la actualidad y de cara hacia el futuro, tales como la reducción de las leyes de mineral en los yacimientos del país y la adaptación a nuevas tecnologías, pero principalmente, para el caso de la pequeña minería es mantener su sostenibilidad a mediano y largo plazo, considerando el impacto que tiene este sector en la economías locales. Por ello, el Ministerio de Minería ha diseñado la Política de Fomento a la Pequeña Minería en el marco de la Política Nacional de Minería 2050, la cual tiene como principal objetivo “sentar las bases para impulsar el desarrollo de la pequeña minería y la minería artesanal metálica y no metálica en Chile, desde un punto de vista económico, ambiental y social”, en donde además se busca impulsar la modernización tecnológica del sector. De esta manera, se pretende “transitar desde un sistema

de fomento actualmente reactivo y fragmentado hacia una política pública integral de mediano y largo plazo, capaz de responder a los desafíos actuales y anticiparse a los futuros, garantizando así la viabilidad de este sector" (Ministerio de Minería, 2024, p.7).

Este tipo de políticas planeadas a largo plazo resultan fundamentales para el desarrollo económico y social de los territorios, principalmente en zonas rurales y aisladas de los grandes polos de desarrollo minero del país. Si bien, la mediana y pequeña minería como la minería artesanal son sectores menos visibles en comparación con la gran minería; estas cumplen un rol estratégico en la diversificación productiva de minerales del país, en la creación y fortalecimiento de cadenas de valor regionales y en la generación de empleo local, llegando a ser fuentes críticas de trabajo para personas que muchas veces no tienen otras alternativas laborales viables. Además, aportan a las finanzas del Estado mediante el pago de impuestos, patentes, regalías, etc., y que si bien estos aportes son de acuerdo a su escala de producción, no dejan de ser importantes para la economía nacional. Además, el desarrollo de estas políticas de fomento permiten introducir tecnologías más limpias en los procesos productivos, el fortalecimiento de los estándares de seguridad de las faenas, y permite la capacitación técnica de los trabajadores, entre otros beneficios, por lo que resulta particularmente relevante que la hoja de ruta e implementación de mejoras trascienda Gobiernos, con el fin de fortalecer el desarrollo equitativo y descentralizado del país.

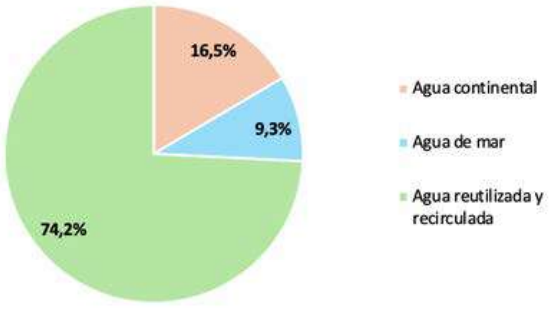
1.3. IMPACTOS MEDIOAMBIENTALES Y SOCIALES DEL SECTOR MINERO

1.3.1. CONSUMO DE AGUA DE LA MINERÍA

El agua es un recurso fundamental para la industria minera, por lo que su uso sostenible y eficiente resulta relevante para el desarrollo de este sector. Este recurso es utilizado en gran parte del proceso de la faena minera, desde la extracción hasta procesamiento del mineral, principalmente en etapas, la flotación de minerales sulfurados y la lixiviación de minerales oxidados, por lo que, el consumo que el sector hace del recurso hídrico es considerado intensivo.

Las fuentes de agua utilizadas durante la faena minera son principalmente tres: el agua continental, el agua de mar y el agua reutilizada y recirculada. Hasta 2023, los ingresos totales de agua ascendieron a 73,02 m3/s, donde 54,2 m3/s corresponde a aguas reutilizadas y recirculadas, que equivale al 74,2% del total (COCHILCO, 2024, p.7-8), tal como se observa en la figura 7.

Figura 7
Ingresos de agua a la minería del cobre 2023

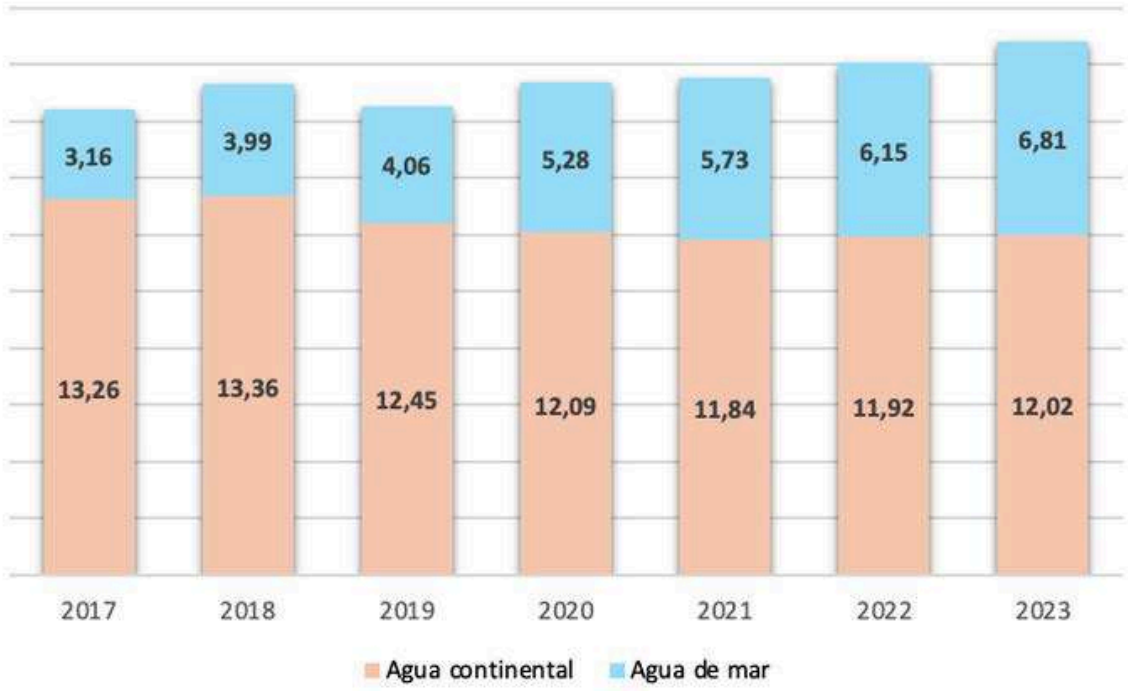


Nota: elaboración propia a partir de datos de COCHILCO (2024).

Asimismo, si consideramos las cifras indicadas en el Informe País 2022, las cifras de ingreso de agua reutilizada y agua de mar han ido en aumento, mientras que el uso de aguas continentales ha ido en descenso paulatino. De esta forma, el aumento en el uso de estas dos fuentes de agua muestra el compromiso que tiene la industria con respecto al consumo sostenible de los recursos hídricos en la actualidad, especialmente considerando los cambios que está sufriendo la matriz hídrica del país a raíz de la intensidad de los fenómenos climáticos como la disminución de las precipitaciones y/o sequías más extensas y periódicas.

Con respecto a la extracción de agua en la minería del cobre, tal como se mencionó en el Informe País 2022, la extracción de agua de mar, ya sea desalada como sin desalar, ha ido en un progresivo aumento, tal como se observa en la figura 8. Esto es debido principalmente a la estrechez hídrica presente en las zonas cordilleranas y del norte del país, que es donde la mayoría de los emplazamientos mineros se encuentran, por lo que la industria se ha visto en la obligación de invertir en nuevas tecnologías para disponer de mayores recursos hídricos.

Figura 8
Evolución de extracción de agua en la minería del cobre 2017-2023 (m3/s)



Nota: elaboración propia a partir de COCHILCO (2022 – 2023).

Si bien resulta positivo que la industria, sin una obligación legal de por medio, busque nuevas alternativas al uso de las aguas continentales con el fin de darle sostenibilidad a la producción; es menester observar que partir de 2020 en adelante, la extracción total de agua ha ido en un paulatino aumento, es decir, en 2020 fue de 17,37 m3/s, en 2021 fue de 17,58 m3/s, en 2022 fue de 18,07 m3/s y en 2023 fue de 18,83 m3/s.

Lo anterior es consecuencia principalmente de la reducción de la ley promedio del mineral, lo que ha llevado a las empresas del sector a modificar su matriz productiva inclinándose hacia la producción de concentrados, es decir, la producción está focalizándose en la etapa del procesamiento del mineral, a través de tratamientos de minerales sulfurados y una disminución del procesamiento de minerales oxidados, lo que conlleva, finalmente, a un mayor uso de agua (COCHILCO, 2023, p.9-10).

Tal como se mencionó anteriormente, la reducción de la ley del mineral en los yacimientos nacionales tiene un efecto estructural que afecta a todo el sistema productivo del sector, ya que, a menores concentraciones de mineral, mayores deben ser las cantidades de mineral que se deben procesar para poder obtener la misma cantidad de cobre; lo que a larga aumenta los costos de producción, estresa aún más los recursos hídricos de las zonas mineras, y, con todo el impacto medioambiental que esto conlleva. Lo anterior plantea desafíos relevantes para el futuro de la industria, porque si bien, durante los últimos años se han invertido grandes sumas de dinero en nuevos proyectos de exploración, estos tienden a ser prolongados en el tiempo y costosos, lo que en el intertanto provoca que industrias mineras como la peruana, se posicionen mejor en el mercado internacional de metales debido a que tienen mayores concentraciones de mineral en sus yacimientos.

En cuanto a las proyecciones de consumo de agua, se espera que para 2034 sea de 23,7 m3/s, asimismo, se espera que la demanda de agua continental disminuya en un 38,6% con respecto al consumo de 2022, y también se espera que la demanda de agua de mar aumente a 16,53 m3/s, lo que es un 157% más que en 2022.

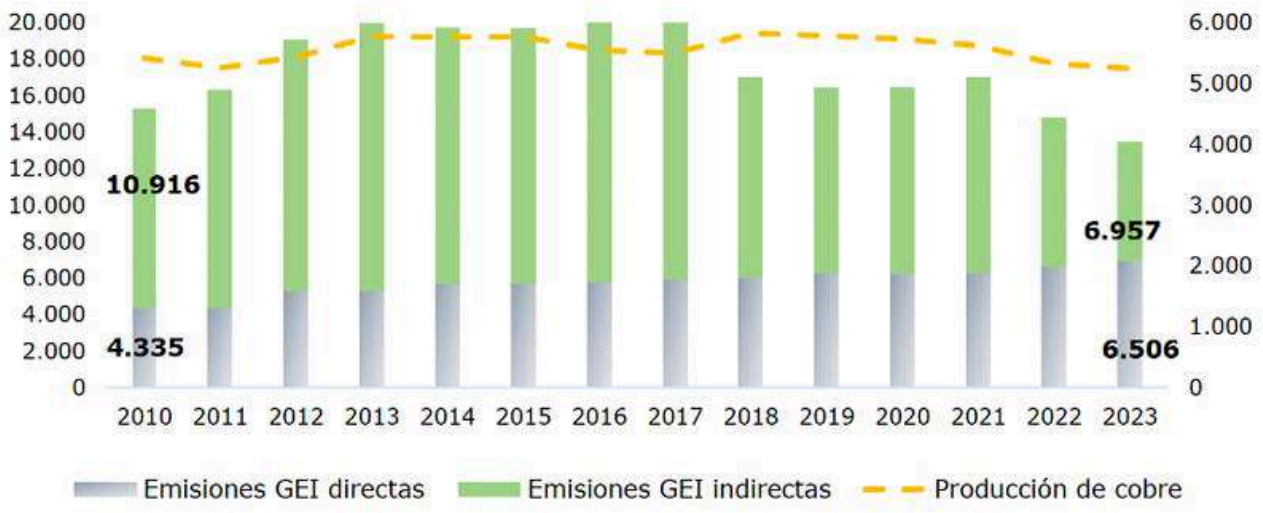
1.3.2. EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LA MINERÍA

Si bien el sector de la minería es uno de los más relevantes para la economía del país, es al mismo tiempo, uno de uno de los mayores contribuyentes a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), por lo que es necesario generar herramientas que apunten a la carbono neutralidad en los plazos que el país ha establecido al 2050. Sin embargo, hasta ahora, “no existe una regulación específica referente a la descarbonización en la industria minera”, lo que es uno de los desafíos que tiene la institucionalidad para poder cumplir con los compromisos asumidos por el país en materia de emisión de gases contaminantes (Servicio Nacional de Geología y Minería [SERNAGEOMIN], 2025).

Ahora bien, de acuerdo al último informe realizado en la materia por COCHILCO , se señala que “la minería del cobre ha ido disminuyendo sus emisiones de GEI, a pesar del aumento en el consumo energético”. Lo anterior se debe principalmente al aumento en el consumo de energía eléctrica proveniente de energías renovables, como la solar y eólica; y a la reducción de los GEI indirectos producidos por la industria. Así, entre 2010 y 2023, los GEI indirectos se redujeron un 40,4% y desde la creación del SEN (Sistema Eléctrico Nacional) en 2018, las emisiones disminuyeron 55,4% (2024). En la figura 9 se puede observar la evolución de las emisiones directas e indirectas en relación con la producción de cobre desde 2010 a 2023.

Figura 9

Evolución de emisiones GEI y producción de cobre 2010 – 2023



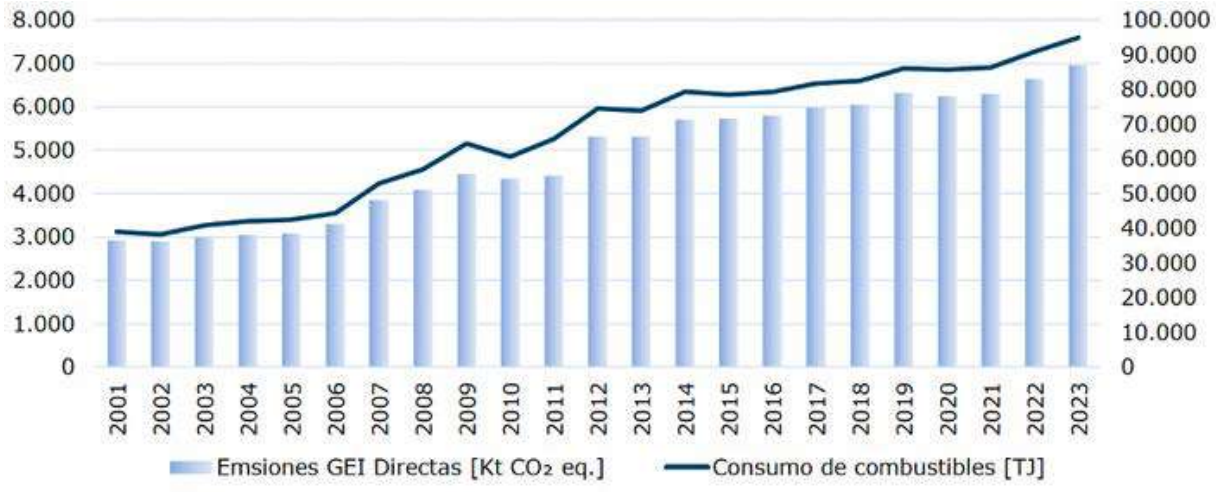
Fuente: Informe GEI 2023 (COCHILCO, 2024).

De esta manera, se puede observar que las emisiones totales de GEI han efectivamente han disminuido, sobre todo las indirectas desde 2018 en adelante, manteniendo la sostenibilidad de la producción de la industria, independiente de las bajas que ha sufrido la producción de cobre desde 2019 a 2023, cuyos resultados no mantienen ninguna relación con los cambios en la matriz energética de la industria, sino que más bien, obedecen a la reducción de la ley del mineral que se ha estado experimentado los últimos años.

Sin embargo, el mismo reporte señala que desde el 2001 al 2023, el aumento en el consumo de combustibles en la minería ha aumentado en un 144%, mientras que la producción de cobre aumentó sólo en un 11%. Algo similar ocurre con las emisiones directas de GEI, las cuales, entre 2014 y 2023, han aumentado en una tasa promedio de 2,8%, tal como se puede observar en la figura 10. En este sentido, el diésel sigue siendo uno de los principales combustibles utilizados por el sector minero y es el responsable del 91% de las emisiones directas.

Figura 10

Emisiones de GEI directas y uso de combustible 2001 – 2023



Fuente: Informe GEI 2023 (COCHILCO, 2024).

De esta forma, las minas de rajo son las que mayor consumen diésel, llegando al 81,1% del total del combustible que utiliza toda la industria, lo cual se explica principalmente al aumento de las distancias de acarreo del material extraído y la mayor profundidad que este tipo de yacimientos están alcanzando en la actualidad (COCHILCO, 2024). Es por ello que resulta de vital importancia generar nuevas tecnologías que permitan reemplazar el diésel en la operación de estos yacimientos sin que ello implique sacrificar la sostenibilidad productiva del sector.

1.3.4. IMPACTOS DE LA ACTIVIDAD MINERA EN LAS COMUNIDADES LOCALES

En 2024 se publicó un estudio realizado por investigadores tanto chilenos como extranjeros, el cual revelaba los impactos de las contaminación de la producción minera en el Área de Desarrollo Indígena (ADI), Alto El Loa, la cual se encuentra ubicada en la zona de alta cordillera en la Región de Antofagasta. Cerca de esta área, existen cuatro grandes yacimientos, El Abra, Radomiro Tomic, Chuquicamata y Ministro Hales, además de un relave llamado Talabre. Mediante el análisis de anillos de árboles recogidos en los pueblos de Lasana y Caspana, el estudio determinó que existe una correlación entre los datos de producción de cobre de los yacimientos antes mencionados, y un aumento de las concentraciones de metal en las aldeas vecinas. De esta forma, durante los años 90, que coincidió con el boom minero y una extracción intensiva, las concentraciones de metal en los anillos de los árboles son mayores que en otros períodos de tiempo (Zanetta-Colombo et al, 2024).

Además, otro estudio publicado en 2022 por varios de los mismos investigadores del estudio de 2024, analizó la composición química del polvo presente en varias localidades de Alto El Loa (el cual fue rescatado de techos, ventanas y suelo), y señala el potencial de resuspensión de polvo provenientes del embalse de relave Talabre. Lo anterior es debido a la alta radiación solar y la escasa humedad superficial del lugar, lo que favorece una alta evaporación de los relaves y deja material seco en la superficie, el cual es susceptible al transporte atmosférico, es decir, los patrones del viento determinan la forma en que este material contaminante se traslada a largas distancias por la zona. Cabe señalar que Talabre se encuentra a 10 kms. de Alto El Loa, el cual tiene residuos de la producción de cobre y otros metales que pueden resultar tóxicos para la salud de las personas, como el arsénico, antimonio, cadmio, molibdeno y plomo (Zanetta-Colombo et al, 2022).

Los resultados de estos dos estudios muestran el impacto que tiene el polvo generado por la actividad minera en las localidades cercanas a los yacimientos. Además, hay que considerar que este polvo no sólo proviene del lugar donde se realiza la extracción y procesamiento del mineral, también aquel que se traslada en los camiones de las empresas mineras hacia los puertos para su exportación, cuyo recorrido atraviesa diversas localidades y ciudades tales como Calama. Este traslado también genera dispersión del polvo durante el trayecto, lo que aumenta su impacto medioambiental en las zonas mineras.

A los estudios anteriores, se debe agregar que en agosto de 2024, la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) de Antofagasta presentó dos cargos en contra de Codelco, particularmente por su división Ministro Hales, ubicada en la comuna de Calama, donde la autoridad constató que la empresa no llevó a cabo las medidas ambientales relacionadas con el tranque de relave Talabre. Lo anterior se debió a una denuncia ciudadana la cual apunta a infiltraciones generadas por dicho relave desde 2019, cuya contaminación llegaría al acuífero del Río Loa, donde además se indica "que la pluma de contaminación tendría dirección hacia la ciudad de Calama, como aguas abajo, afectando el acuífero protegido de Yalquincha, lo cual implicaría una expansión del área de influencia que comprendió originalmente la línea base del proyecto"(Superintendencia del Medio Ambiente [SMA]. 2024). Además, durante inicios de 2024, el Colegio Médico de la región solicitó que se decretara emergencia oncológica, debido a que la región tiene la tasa de mortalidad por cáncer más alta del país, de acuerdo a un estudio realizado por del Departamento de Epidemiología del Ministerio de Salud (Diario de Antofagasta, 2024).

De esta forma, la región de Antofagasta es donde mayormente se concentra la industria de la minería del cobre del país, sin embargo, al mismo tiempo presenta una serie de vulneraciones medioambientales que afectan directamente la salud y calidad de vida de su población. En este sentido, en mayo de 2023, el Dr. David R. Boyd, relator especial de las Naciones Unidas sobre Derechos Humanos y Medio Ambiente, hizo una visita oficial al país, y en su reporte final da cuenta de situaciones donde señala que, "aprendí que el polvo de los relaves de las minas del norte supone un riesgo a la salud de las personas, especialmente de los niños, que viven al lado de donde llegan las corrientes de viento de estos riesgos ambientales". Asimismo, menciona que la reducción del caudal del Río Loa, debido principalmente al uso intensivo de las mineras "afecta a los pueblos originarios de la región, incluidos sus derechos al agua, a los alimentos y a sus medios de subsistencia, junto con sus derechos culturales" (2023).

Finalmente, el reporte de la ONU antes mencionado hace hincapié que el país "enfrenta crisis medioambientales atemorizantes e interconectadas las cuales han violado durante muchos años los derechos humanos, incluido el derecho fundamental a vivir en un ambiente limpio, saludable y sostenible" (2023). Dicha afirmación se sustenta porque el 28 de julio de 2022, la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró que el acceso a un "medio ambiente limpio, saludable y sostenible" como un derecho humano universal y si bien la resolución no es jurídicamente vinculante para los Estados miembros, se espera que esta decisión tenga "un efecto de goteo", es decir, que poco a poco los países impulsarán este reconocimiento a sus legislaciones nacionales (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], 2022). Hasta el momento, no hay ningún proyecto de ley que busque modificar la legislación del país en torno a esta resolución de la ONU.

El crecimiento económico que entrega a las regiones en donde se desarrolla la industria de la minería del cobre en Chile es fundamental para su desarrollo, no obstante, este crecimiento debe ir en equilibrio con el cuidado al medio ambiente, ya que la economía depende directamente de los recursos naturales, cuya sobreexplotación o contaminación del medio compromete el futuro productivo de dicha industria. La degradación de los recursos naturales y su medio tiene altos costos sociales, tales como la salud pública y la justicia intergeneracional, es decir, se debe considerar el cuidado del medio ambiente ahora, para no hipotecar el futuro de las próximas generaciones.



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

1.4. PLANES Y POLÍTICAS PÚBLICAS DEL SECTOR MINERO CON RESPECTO AL CAMBIO CLIMÁTICO

Durante los últimos años, el Estado ha estado abocado en la creación de políticas públicas y planes que establezcan los lineamientos que guiarán a la industria minera en los próximos 25 años, especialmente considerando los desafíos que el cambio climático supone para el país, con su impacto tanto a nivel medioambiental como social.

De esta manera, en 2021 se publicó la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), donde se establecen límites de emisiones de carbono por sector económico al 2030, los que son obligatorios y vinculantes una vez que se aprobó la Ley Marco de Cambio Climático. A partir de este documento se alinearon una serie de políticas públicas asociadas a los diversos sectores económicos del país, los cuales deben implementar acciones y medidas que apunten a la mitigación y adaptación al cambio climático (2021). Así, el sector de la minería deberá cumplir con una serie de objetivos a desarrollar a largo plazo, tales como: desarrollar proyectos y/o estrategias que promuevan la participación directa de las comunidades aledañas y pueblos indígenas; minimizar los efectos negativos de la actividad minera, llevando a cabo proyectos que busquen reducir el uso de agua dulce fresca en las faenas mineras; impulsar el suministro de las operaciones a través de fuentes de energía renovable, donde además se promueva su investigación y su desarrollo tecnológico; y finalmente, incorporar criterios de adaptación al cambio climático en el diseño de las operaciones mineras (2021, p.114 – 116).

A partir de la ECLP, en 2022 se promulgó la Política Nacional Minera 2050 (PNM2050) la cual fija una serie de objetivos que tiene el sector para los próximos años, y así, generar mejores mecanismos de respuesta y adaptación frente a las futuras transformaciones que enfrentará el país, y por ende, la industria minera. La finalidad de esta política:

“es fijar un horizonte de largo plazo, ambicioso pero realista, que tenga la virtud, por una parte de ordenar y orientar la acción del Estado y sus organismos, trascendiendo los períodos presidenciales y dando continuidad a los considerandos esenciales incluidos, y por otra, que sea capaz de convocar y alinear al sector privado y a la sociedad civil para legitimar e implementar acciones concretas que permitan construir la minería del año 2050” (p.22).

De esta forma, se definieron siete aspectos en los cuales se requiere desarrollar procesos sustentables de adecuación tales como respuestas de mitigación y adaptación al cambio climático; productividad minera y características de los yacimientos mineros; consecuencias sobre las personas y territorios en el marco de elementos culturales, ambientales y sociales; y adaptabilidad a las diversas realidades de los mercados mundiales (p.19).

Dentro del ámbito económico, uno de los principales desafíos es el "importante deterioro de la productividad del sector minero", y si bien, el sector sigue manteniendo una posición competitiva a nivel internacional, hay factores como la disminución de las leyes de los yacimientos o su mayor dureza, que podrían impactar en dicha competitividad. Considerando lo anterior, se requerirá de la incorporación de mayores exigencias y estándares sociales y ambientales, además de la inyección de capital y mayores inversiones. Así también, se debe considerar los impactos que tendrá la integración de nuevas tecnologías en el capital humano, tanto en términos de empleabilidad como formación de nuevas capacidades profesionales. (p.20).

Desde un punto de vista ambiental, la disponibilidad de los recursos hídricos en zonas de extracción minera es particularmente extenúa, por lo que resulta fundamental encontrar soluciones compatibles con el cambio climático y desarrollar conocimientos asociados a los riesgos y consecuencias sociales y ambientales que conlleva el uso de este recurso. Así también, es necesario abordar los efectos que tiene el sector sobre la biodiversidad, los ecosistemas y los servicios ecosistémicos asociados, especialmente en aquellos lugares donde hay una gran riqueza de diversidad biológica, un gran número de especies nativas y que tienen una relevancia cultural, científica y/o económica (p.21).

Por otro lado, en julio de 2022 se publicó la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC), la cual tiene como principal objetivo "establece un marco jurídico para hacer frente a los desafíos que presenta el cambio climático, con la finalidad de alcanzar y mantener la neutralidad de emisiones de gases de efecto invernadero al año 2050". En este sentido, la ley determina los instrumentos de gestión institucional, ya sea a nivel nacional, regional y local, estableciendo, además, al Ministerio del Medio Ambiente como la autoridad nacional encargada de velar por el cumplimiento de esta ley marco (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile [BCN], 2025). La promulgación de esta ley permitió el diseño de planes sectoriales orientados al cambio climático, mandatando al Ministerio de Minería en la elaboración de dicho plan para el sector, el cual se encuentra actualmente en proceso de toma de razón por parte de la Contraloría General de la República.

El Plan Sectorial de Cambio Climático (PSCC) en el sector de la minería tiene como objetivo "fortalecer la prevención y respuesta del sector minero ante el cambio climático, impulsando el desarrollo de una minería resiliente en todos sus niveles, abarcando operaciones de pequeña, mediana y gran escala, tanto metálicas como no metálicas" (2024, p.35). Algunas de las líneas de acción que considera el PSCC está la descarbonización de las operaciones mineras mediante "el fomento de contratos de suministro de energía eléctrica 100% renovable" (p.41) e "incentivar la gestión de huella de carbono de los proveedores de la industria minera"(p.43). Otra línea relevante es la reducción del consumo de agua continental en la industria, a través del uso de otras fuentes alternativas (p.49) y la recuperación de ecosistemas degradados por operaciones mineras abandonadas (p.63).

Junto con lo anterior, el PSCC considera una serie de otros aspectos en los que el sector minero debe abocarse para cumplir con las metas propuestas en la PNM2050, tales como la emisión de gases de efecto invernadero e impacto y vulnerabilidad de las operaciones mineras, que incluye el uso del recurso hídrico, impacto de temperaturas y precipitaciones extremas y el impacto de las marejadas.

Por otro lado, un estudio realizado en 2024 por el Ministerio de Hacienda en conjunto con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), busca establecer cuáles serán los costos asociados en la ejecución de las medidas establecidas en el ECLP, para cumplir con las metas establecidas por el país y qué brechas se deben abordar para poder implementar de forma adecuada dichas medidas. En este sentido, los costos netos a largo plazo más altos se encuentran en el sector de minería, específicamente en el proceso de desalinización de la industria, donde se estima que el valor presente de los paquetes de acción durante el periodo 2022 – 2050 será de US$12.948 millones (p.9). Asimismo, el informe muestra la desagregación de los costos a nivel regional, en donde la Región de Antofagasta lidera con US$3.349 millones, le sigue la Región de Atacama con US$1.617 millones y la Región de Tarapacá cuenta con US$1.346 millones, siendo estas regiones del norte del país las que mayores costos concentran en comparación con el resto de las regiones del país, mostrando la desigual distribución de los costos netos y que se debe principalmente a la mayor presencia de la actividad minera en aquellas regiones (p.17 – 18).

Todas estas políticas y programas buscan fomentar un uso adecuado de los recursos naturales en un contexto de cambio climático, donde todos los actores, tanto públicos como privados, deben asumir sus cuotas de responsabilidad, lo cual tiene directa relación con el concepto de justicia climática, el cual "implica que la equidad y los derechos humanos ocupen un lugar central en la toma de decisiones y las acciones en materia de cambio climático". En este sentido, el concepto apela a la "desigual responsabilidad histórica que tienen los países y las comunidades con respecto a la crisis climática" (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2023). De esta forma, considerando el rol extractivista de la industria minera del cobre en el país, se debe proteger a las comunidades locales de sus consecuencias ambientales negativas, las cuales se pueden incrementar debido a los efectos del cambio climático. Así, se busca que los costos y las responsabilidades sean compartidas y que no recaigan únicamente en las comunidades más vulnerables, sino que todos los actores de la industria sean parte de un proceso que promueva la equidad social y cuidado adecuado al medio ambiente.

2. LITIO



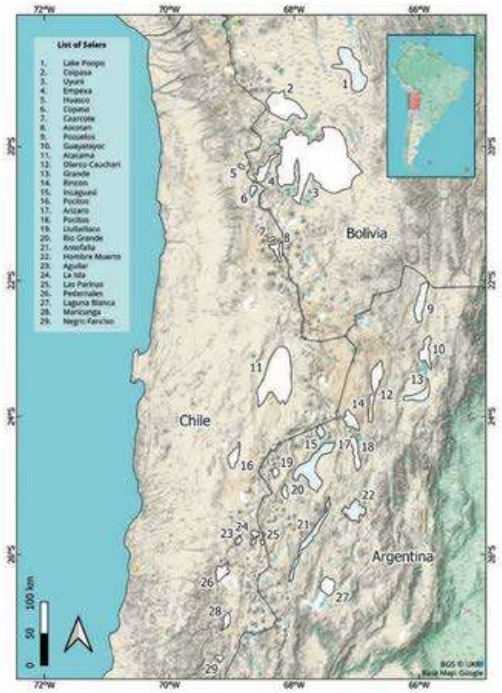
FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

El litio en Chile se encuentra principalmente concentrado en la zona norte del país, en lugares que alguna vez estuvieron sumergidas, las cuales se han ido evaporando a través de los años, lo que ha generado la formación de los salares, que son cuencas de aguas subterráneas y cerradas, es decir, una especie de humedales altoandinos. Otra característica del litio en Chile, es que este no está presente en rocas, sino que en las salmueras, que son extensiones de agua salada que se encuentran en los salares (Observatorio Latinoamericano de Conflictos Ambientales [OLCA], 2024, p.11).

Los salares chilenos son parte del denominado "triángulo del litio" junto con Argentina y Bolivia, y es una zona en donde se concentran una gran cantidad de lagunas y salares con un alto potencial de explotación de litio, tal como se puede observar en la figura 11, en donde destacan el Salar de Atacama en Chile, el Salar Hombre Muerto en Argentina y el Salar de Uyuni en Bolivia como las principales fuentes de litio en cada país respectivamente.

Figura 11
Mapa del Triángulo del Litio



Fuente: Halkes, Hughes y Petavratzi, 2024. The Lithium Voice.

Estos salares se encuentran ubicados entre los 2300 y 4000 metros sobre el nivel del mar, donde gracias a su ubicación a gran altitud en plena Cordillera de Los Andes, combinado con condiciones climáticas como la irradiación solar y la aridez han permitido crear uno de los ecosistemas más extremos del planeta, por lo que su flora y fauna son únicas, incluyendo microorganismos muy diversos y poco comunes. Las montañas que circundan estos salares tienen altos niveles de litio, pero no poseen los niveles adecuados como para explotarlos comercialmente, sin embargo, con el tiempo, este litio mediante un proceso de lixiviación, se traslada al salar a través de las aguas superficiales, subterráneas y geotérmicas. Gracias a estas condiciones geológicas y climáticas particulares de esta zona, el agua se concentra por evaporación, formando así las salmueras, las cuales tienen altos niveles de litio y otros minerales como potasio, magnesio y sodio. (Halkes, Hughes y Petavratzi, 2024, p.6 – 7).

Por otro lado, en cuanto a las reservas disponibles en el país, de acuerdo a datos del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS por sus siglas en inglés), y según la última medición realizada hasta 2024, a nivel mundial, Chile es uno de los países con las mayores reservas de litio, con más de nueve millones de toneladas, luego le siguen Australia con 4.8 millones de toneladas y con cuatro millones de toneladas de litio. (2025).

Asimismo, los usos del litio se clasifican en dos grandes grupos; primeramente, las baterías de ion-litio las cuales son utilizadas en la fabricación de autos eléctricos y las baterías recargables usadas en computadores, tablets, teléfonos inteligentes, herramientas, scooters, entre otros; y para sistemas de almacenamiento energético de energías renovables. En un segundo grupo, se encuentra el uso tradicional que se le ha dado al litio, como en la fabricación de vidrios y cerámicas, puesto que les entrega una serie de propiedades como menor expansión térmica y mayor fortaleza; además de su uso en grasas y lubricantes puesto que les da viscosidad y permite usarlos a temperaturas y condiciones variables; y otros usos tradicionales como en sistemas de aire acondicionado y usos en la industria farmacéutica (COCHILCO, 2023, p.2).

Desde un punto de vista jurídico, el litio en Chile, desde mediados de los años setenta es considerado como un mineral estratégico. Fue así como, en 1976, mediante el DL 1557, se introdujeron modificaciones a la Ley 16.319 (creación de la Comisión Chilena de Energía Nuclear), el cual declara al litio un mineral de interés nuclear, junto con otros minerales (art. 37). Ya en 1979, mediante el DL 2.886 se establece que por motivos de interés nacional, el litio queda reservado para el Estado (art.5). Luego, mediante la Ley Orgánica Constitucional (LOC) sobre concesiones mineras de 1982, se establece que el litio no es susceptible para concesión minera, para finalmente el 1983, queda establecido en el Código de Minería que la exploración o explotación del litio podrá ejecutarse directamente por el Estado o sus empresas, o por medio de contratos especiales de operación (art.8).

2.1. ESTRATEGIA NACIONAL DEL LITIO

En abril de 2023, en cadena nacional, el Presidente de la República Gabriel Boric presentó al país la Estrategia Nacional del Litio, un mineral declarado estratégico dado las altas reservas que posee el país y el aumento de la demanda internacional del mineral. En este sentido, los desafíos que supone el cambio climático ha llevado al mundo a desarrollar tecnologías limpias que no dependan de los combustibles fósiles, lo que ha potenciado el inicio de una transición de energética de carácter global, basado en la generación de energías renovables no convencionales, las que requieren de nuevos mecanismos de almacenamiento de energía eléctrica y en donde el litio cumple un rol fundamental. Junto con lo anterior, también se define como un mineral estratégico debido a su relevancia geopolítica a nivel regional y mundial, y he ahí, la potencialidad del litio como un mineral generador de riqueza para el país (2023, p.7).

2.1.1. OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA NACIONAL DEL LITIO

Dentro de los principales objetivos que tiene la Estrategia está el “desarrollo sostenible del potencial productivo”, el que busca “aumentar el potencial productivo, asegurando su máxima recuperación, un mínimo de impacto en el medio ambiente y el diálogo y participación de las comunidades y pueblos indígenas”. Por tanto, la Estrategia pretende avanzar en dos dimensiones de forma paralela, primero, el de

crear condiciones que permitan aumentar la producción de litio, especialmente en el Salar de Atacama, pero cuidando la sustentabilidad y las dinámicas hidrogeológicas que este posee. Y segundo, busca disponer las condiciones para potenciar el desarrollo de nuevos proyectos de extracción en otros salares, los cuales se prevé comenzarán su producción dentro de seis a ocho años. El logro de este objetivo se basa en el conocimiento ya existente sobre la explotación de salares de parte de la industria y el manejo que tiene el Estado en la formulación y seguimiento de contratos (2023, p.13). Este objetivo apunta principalmente al desarrollo responsable de la industria del litio, validando el rol que tienen las comunidades cercanas a los salares y el respeto a los recursos naturales de los que éstas dependen para su subsistencia, donde además se considera el respeto a su cultura y su presencia en aquellas zonas desde tiempos ancestrales.

El segundo objetivo de la Estrategia es asegurar la sostenibilidad social y ambiental, y para ello, se pretende desarrollar un nuevo marco normativo de salares y litio que considere dichos aspectos. Además, se debe tener en cuenta el valor de los salares como ecosistemas complejos, por lo que se "contempla el desarrollo de líneas base de biodiversidad e hidrogeología previa a la explotación del mineral". Esto posibilitará generar avances en biotecnología y nuevas tecnologías basadas en la biodiversidad de los salares, fomentando así su conservación y el desarrollo científico del país. También, se mantendrá la exclusión de explotación de aquellos salares que ya se encuentran protegidos o que aquellas áreas que se consideran prioritarias para la conservación de biodiversidad (2023. p.13-14). En este sentido, este objetivo apunta principalmente a fortalecer la actual institucionalidad ambiental y crear nuevas regulaciones específicas para la explotación del litio, la que es fundamental no sólo para la protección de los ecosistemas de los salares y las comunidades indígenas que viven en las zonas aledañas a estos, sino que también establece una certeza jurídica a las empresas que pretenden ser parte de la industria del litio en el país. También busca promover el desarrollo tecnológico y científico que ofrece el estudio de los ecosistemas salares y su biodiversidad.

El tercer objetivo busca el "desarrollo tecnológico y de encadenamiento productivo", de esta forma se pretende "superar la lógica extractivista" y fomentar la economía y el empleo local y el desarrollo tecnológico asociado a la explotación del litio. Es así como, con este objetivo se habla de encadenamientos productivos aguas arriba y aguas abajo. El primero hace referencia a la creación de nuevos conocimientos a partir de la exploración y extracción del mineral. Lo anterior abarca una serie de actividades, como modelos hidrogeológicos y fisicoquímicos de los salares; desarrollo y uso de nuevas tecnologías que disminuyan el impacto; utilización de fuentes energéticas renovables para las operaciones y de sistemas de tratamiento de aguas. Por otro lado, los encadenamientos productivos aguas abajo hace referencia a todas aquellas actividades que se pueden potenciar después de la extracción del mineral, como fomentar procesos de refinación y obtención de químicos del litio; la producción de elementos que son necesarios para la fabricación de baterías y la minería y metalurgia de otros minerales también necesarios para su elaboración (2023.p.14). En otras palabras, este objetivo apunta a promover una industria que desarrolle valor agregado a los recursos explotados, lo cual va desde la generación de conocimiento científico y productivo hasta el desarrollo de elementos que son necesarios para la fabricación de baterías. Es un objetivo particularmente desafiante para el país, ya que la creación de valor agregado a la extracción de minerales en el país siempre se ha considerado muy costosa por parte de los empresarios relacionados con el sector, debido a la inversión inicial con la que se debe contar, por lo que, la generación de alianzas público – privadas resultarán fundamentales para que el país pueda dar ese salto desde el extractivismo al desarrollo con valor agregado en la industria del litio.

Tanto el cuarto y quinto objetivo de la Estrategia apuntan a la participación del Estado tanto en las rentas que genere el litio como en sostenibilidad fiscal. El primero apunta a maximizar el aprovechamiento fiscal en el ciclo alto de su precio. Además de implementar asociaciones público – privadas que permitan una recaudación destinada a financiar programas sociales y desarrollo tecnológico y productivo. En este sentido, se pretende realizar algo muy parecido a lo que sucede con el cobre y replicar el impacto que tiene en la economía macroeconómica del país, y así, potenciar los aportes fiscales que su explotación puede generar. Con respecto a la sostenibilidad fiscal, específica que se realizará un ajuste en los ingresos fiscales del litio, "ya que la metodología actual de cálculo del balance cíclicamente ajustado reconoce la totalidad de estos ingresos como estructurales, aun cuando contienen un componente claramente transitorio"; y en caso de no realizarse este ajuste, se pone el peligro la sostenibilidad fiscal (2023, p.15). La sostenibilidad fiscal y el equilibrio macroeconómico es una de las políticas económicas más exitosas de los últimos años que ha desarrollado el país, lo que ha permitido generar la estabilidad necesaria para fomentar nuevas inversiones en los diversos ámbitos productivos existentes, por lo que resulta fundamental mantener dichos estándares.

El sexto objetivo consiste en la diversificación de actores, ya sean de forma privada o en diferentes modalidades de asociación con el Estado, que busca "estimular un mercado más competitivo, abierto y transparente, que permita desarrollar una actividad más eficiente a la vez que altamente comprometida con el cumplimiento de mayores estándares ambientales y sociales". Lo anterior permite mejores perspectivas de ingresos fiscales, mejoras tecnológicas y la generación de cadenas de proveedores, mayor desarrollo local y/o regional y diálogo permanente con las comunidades ubicadas en los alrededores de los salares (2023, p.15). Lo anterior resulta fundamental para evitar la concentración de la producción de litio en muy pocas empresas, además de la presencia de diferentes miradas sobre cómo se va desarrollando la industria. Además, permite una economía más diversificada, creando un ecosistema económico amplio y dinámico, entregando estabilidad y previsibilidad.

Finalmente, el séptimo objeto de la Estrategia consiste en la diversificación productiva, la cual busca que el sector del litio sea un aporte a la diversificación productiva del país. Este objetivo busca complementar el objetivo anterior, ya que se busca que la industria del litio no se convierta en un monopolio donde pocos se beneficien, sino que convertirla en una cadena global de valor, es decir, que las distintas actividades necesarias para la extracción y producción de mineral sean llevados a cabo en distintos lugares geográficos del país, para así potenciar la economía y el empleo local a zonas más amplias (2023, p.16). El impacto económico y social de esta diversificación productiva resulta fundamental para el desarrollo industrial local, atrae empleo, atrayendo a profesionales de diversas áreas a ser parte de la industria.

2.1.2. DEFINICIONES ESTRATÉGICAS

Las definiciones estratégicas son fundamentales para llevar a cabo y dar cumplimiento a los objetivos definidos en la Estrategia Nacional del Litio.

La primera definición estratégica corresponde a la presencia del Estado en todo el ciclo productivo del litio, es decir, en la etapa de exploración, explotación y manufactura. Desde un punto de vista de la exploración, conviene generar conocimiento sobre la cantidad y calidad de las reservas existentes actualmente en el territorio, además de las condiciones medioambientales que estas presentan. Lo anterior permitirá diseñar mejores contratos que generen mayor rentabilidad, definirá las políticas de innovación productiva y determinará las regulaciones socioambientales. Desde un punto de vista de la explotación, conviene generar instancias de mitigación de los riesgos socioambientales y la formación de enclaves. Así también, favorece la acumulación de conocimiento, maximiza los ingresos fiscales, se genera información confiable sobre las utilidades, rentas de la operación, costos asociados, insumos y ventas, y sobre todo el proceso de refinación. La forma en la que el Estado pretende participar dentro de la industria es a través de la Empresa Nacional del Litio. Dado que hasta el momento esta aún no está creada, la participación del Estado se realizará a través de Codelco y Enami. Junto con lo anterior, se considera crear un Comité Corfo, que gestione la discusión, elaboración e implantación de medidas que aborden los aspectos productivos de la Estrategia (2023, p.18). Actualmente, el proyecto de ley que crea la Empresa Nacional del Litio aún no ha sido enviado al Congreso, y el rol que está tomando Codelco y Enami en la exploración y explotación parece sepultar la idea de una empresa pública dedicada al litio. Por otro lado, el Comité del Litio y Salares comenzó a funcionar desde mediados de 2023, que depende de la Corfo.

La segunda definición estratégica consisten en la creación de capacidades, la cual está enfocada en “el desarrollo armónico y sustentable de la industria, en lo económico, social y ambiental”, este sentido, muchas de estas capacidades se podrían considerar como “bienes públicos”, ya que su desarrollo es una ganancia para todos los actores que intervienen en la industria. Desde una perspectiva científica, a través de la investigación de los salares y los conocimientos que se obtengan será posible establecer estándares de cuidado de alta calidad. En este sentido, actualmente, el escaso conocimiento que se tiene sobre los salares está disperso en diversas entidades tanto públicas como privadas, tales como la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN), el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), universidades e institutos tecnológicos. Por ello, la estrategia plantea la creación de un instituto tecnológico y de investigación de carácter público, que tenga como principal objetivo la generación de conocimiento y tecnologías que permitan mejorar los distintos procesos de extracción, producción y generación de valor del litio. Además, la generación de modelos hidrobiológicos que permitan minimizar el impacto asociados a las operaciones de extracción y producción (2023, p.19). El 17 de enero de 2025 fue lanzado oficialmente, en Antofagasta, el Instituto Nacional de Litio y Salares (INLiSa), el cual busca “generar, aplicar y compartir conocimientos, tecnología e información para contribuir al desarrollo sostenible de la cadena de valor de la industria del litio y a la gestión sostenible del valor económico, ambiental y social de los salares de Chile” (Diario Oficial, 2024, p.3).

La tercera definición estratégica considera la asociación público – privada, como eje fundamental de desarrollo de la industria del litio en el país. El mecanismo consiste en que la exploración y explotación del mineral debe ejecutarse directamente por empresas del Estado, o a través de empresas privadas mediante concesiones administrativas y contratos especiales de operación de litio (CEOL). En este sentido, se establece que independiente del mecanismo que se utilice para dicha asociación, esta debe promover los objetivos descritos en la Estrategia Nacional, y donde el interés público sea determinante en las decisiones

fundamentales (2023, p.20). Las asociaciones público – privadas resultan de vital importancia para el desarrollo de cualquier industria, dado que incentivan la eficiencia de los costos y cumplimientos de objetivos de gestión; y estimulan la innovación y competitividad empresarial al generar nuevos mercados y oportunidades de negocio. Todo lo anterior, combinado con el interés público que busca el Estado, genera una industria robusta, competitiva y con proyección internacional.

La cuarta definición estratégica hace referencia al marco institucional, en donde ya se ha definido que se debe revisar el rol que tendrán los organismos fiscalizadores y definir "la relación entre las decisiones centrales y los gobiernos regionales y comunales". Si bien Chile posee un robusto marco regulatorio en torno a la minería de roca, dichas normativas no se pueden aplicar de la misma forma en el caso del litio, por lo que resulta urgente abordar un marco institucional acorde a las características y necesidades de la industria (2023, p.22).En este sentido, un ordenamiento jurídico sólido define quién puede participar, bajo qué condiciones y con qué límites, lo que es fundamental para entregar una seguridad jurídica a los inversores y protege los intereses nacionales. Además, dado que la industria del litio impacta a salares y comunidades aledañas a estos, resulta vital regular aspectos como el uso del agua, protección de los ecosistemas salares y asegurar la participación ciudadana para un desarrollo sostenible de la industria
.
Finalmente, la última definición estratégica corresponde a la sostenibilidad social y territorial e implica el involucramiento de las comunidades. Lo anterior incluye procesos de diálogo que considere todas preocupaciones y expectativas que tengan los distintos actores en torno a la industria del litio, ya sea comunidades indígenas, la academia a través de universidades y centros tecnológicos, organizaciones de la sociedad civil y la empresa privada (2023, p.22). Esta definición busca mejorar la calidad de vida de las comunidades, quienes podrán acceder a mejores empleos y mayores oportunidades de crecimiento económico local, sin embargo, no se debe dejar de lado la protección al medio ambiente y los ecosistemas de los salares, ya que se debe evitar la sobreexplotación de recursos como el agua, así como también evitar la contaminación que esta industria puede traer consigo a las localidades. Asimismo, esta definición estratégica está directamente relacionada con la anterior, ya que el establecimiento de mecanismos participativos debe quedar expreso en la normativa legal que rija a la industria del litio.

2.1.3. CRÍTICAS A LA ESTRATEGIA NACIONAL DEL LITIO

Dentro de las críticas que ha recibido la Estrategia se encuentran contenidas en el informe realizado por el Observatorio Latinoamericano de Conflictos Ambientales (OLCA), el cual señala que dicha Estrategia:

"no se construyó a partir de procesos amplios de diálogo, que es lo que se establece que se haría, sino que nació como una operación política con mucho protagonismo empresarial y del poder Ejecutivo, mientras territorios, ciencia local y comunidades indígenas, no fueron considerados" (2024, p.23).

Algo similar señaló un informe de la Alianza de Humedales Andinos, la cual reúne a una serie de organizaciones medioambientales y de la sociedad civil y comunidades locales de Argentina, Bolivia y Chile, en donde se indica que la consulta indígena y los procesos de participación ciudadana fueron ejecutados tardíamente, es decir, posterior a las etapas de negociación y toma de decisiones en cuanto a la elaboración de la Estrategia Nacional del Litio (2024, p.17). Lo anterior contradice una de las materias primordiales que pretende abarcar dicha Estrategia que es la efectiva participación de las comunidades locales en los procesos de toma de decisiones en cuanto al manejo y explotación de los recursos y cómo los afectarán. En esta línea, el Acuerdo de Escazú, el cual fue ratificado por Chile en 2022, tiene como principal objetivo "garantizar derechos de acceso a la información, a la participación en el proceso de toma de decisiones ambientales y a la justicia en material ambiental" (BCN, 2022, p.2), por lo que resulta relevante que la normativa ambiental actual generé los cambios necesarios para hacer efectiva la participación de las comunidades locales en todo el proceso de toma de decisiones y no solamente en la etapa en que los diseños de los proyectos de exploración y explotación de minerales ya están visados entre las empresas y el Estado. La participación ciudadana en el proceso de toma de decisiones es fundamental, ya que proporciona resultados más inclusivos y representativos, fomentando la confianza en las instituciones y fortaleciendo la legitimidad democrática de los procesos normativos de evaluación ambiental existentes. Además, permite entregar sostenibilidad en el tiempo a las decisiones ambientales, incluso frente a cambios de gobierno, de esta forma las decisiones no se entienden como impuestas, sino que como un acuerdo entre todos los actores que forman parte del proceso.

Por otro lado, el informe de OLCA cuestiona la "falta de independencia de gran parte de los estudios realizados sobre salares", con una mirada inclinada hacia la explotación y no hacia el entendimiento de éstos de forma más íntegra, puesto que carece de un análisis ecosistémico "que considere a estos humedales altoandinos como frágiles e interconectados" (2024, p.24). Lo anterior apunta directamente a la iniciativa de crear la Red de Salares Protegidos, donde varias ONG ambientalistas han criticado la falta de rigor científico al momento de elegir qué salares se van a proteger y cuáles serán explotados. En este sentido, el informe de la Alianza de Humedales Andinos hace una crítica similar, señalando que bajo los criterios de priorización actuales predomina la valoración productiva como potencial geológico por sobre los factores ecológicos a la hora de tomar decisiones estratégicas. Además, también se hace hincapié en gran cantidad de salares menos estudiados que están siendo considerados para proyectos de explotación de litio, sólo porque no hay suficiente información ambiental que los considere como ecosistemas vulnerables y únicos (2024, p.17).

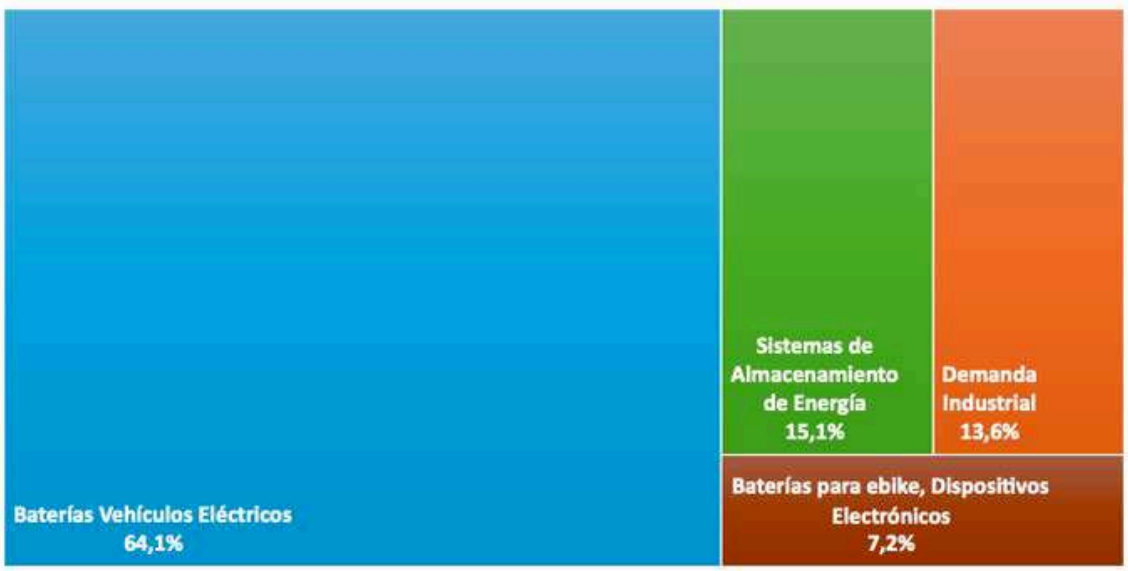
2.2. NUEVOS USOS DEL LITIO Y DEMANDA

Actualmente, el litio tiene un rol fundamental en el proceso de transición energética que está viviendo el mundo, y con el fomento de la electromovilidad y el uso de energía verdes han incrementado su uso posicionándolo como un metal crítico y estratégico. Con respecto a las nuevas energías renovables, como la solar o eólica, si bien se ha promovido su uso, existe una problemática con estás, y es que no son sistemas constantes y/o predecibles de generación eléctrica, es decir, muchas veces su producción se puede ver interrumpida o afectada por factores climáticos o puede haber un exceso de producción, por lo que su almacenamiento es vital para la sostenibilidad de las matrices energéticas.

Para lograr la estabilidad y sostenibilidad de las matrices eléctricas, durante los últimos años se han desarrollado una serie de tecnologías en base a litio, en donde se encuentran los BESS (Battery Energy Storage System), los cuales "son sistemas en los que las baterías, individualmente o más a menudo en conjunto, se utilizan para almacenar la electricidad producida por las centrales generadoras y ponerla a disposición cuando se necesite". Así también, las baterías de ion-litio es la opción más extendida y rentable de almacenamiento actualmente, las que suelen utilizar litio combinados con otros materiales como hierro y fosfato, que se utilizan en baterías LFP; además, las investigaciones más avanzadas se están concentrando en las baterías de litio-azufre (Enel Green Power). De esta manera, mediante estos sistemas de almacenamiento de electricidad y las nuevas tecnologías que se están aplicando en la diversificación de baterías de litio se está avanzado en el proceso de descarbonización de los sistemas productivos y la disminución de la contaminación originada de medios de transporte basados en combustibles fósiles; y con ello, contribuir a la disminución de contaminantes que incrementan los efectos del cambio climático.

En este sentido, durante 2024, la demanda de litio llegó a las 1.098 mil toneladas de carbonato de litio equivalente (LCE), la cual tuvo una variación de 19% en comparación con la cifra de 2023, que alcanzó 920 mil toneladas de LCE. Asimismo, el litio para el uso de las baterías ion-litio para autos eléctricos y para los BESS alcanzó un 79,2% de LCE en 2024, demostrando la alta demanda de litio para su fabricación. Así se puede observar en la figura 12.

Figura 12
Demanda global de litio por sector 2024



Nota: elaboración propia en base a datos de COCHILCO en base a Benchmark Minerals, CRU y Macquarie

Si se comparan las cifras de la figura anterior con los datos de 2023, se puede observar que el uso de litio para vehículos eléctricos también tuvo un aumento, el cual pasó de un 62% al 64,1% en 2024. El uso de litio en los BESS también sufrió un aumento, el cual pasó de un 10% en 2023 a un 15,1% en 2024. Por otro lado, la demanda de litio para uso industrial y para la fabricación de baterías para dispositivos electrónicos y ebike disminuyó de 2023 a 2024. Así, la demanda industrial en 2023 fue de un 16% versus un 13,6% en 2024; y en cuanto a baterías para dispositivos en 2023 la demanda fue de 12% y en 2024 bajó a 7,2% (COCHILCO).

Asimismo, si se consideran las cifras macro de la cantidad de litio destinada a baterías ion-litio alcanza un 86,4% del total de LCE que se produjo en 2024, siendo la industria de mayor demanda de litio en la actualidad. Las baterías de ion-litio se han convertido en un elemento esencial para el desarrollo tecnológico y el proceso de digitalización que ha experimentado el mundo durante los últimos años, ya que toda la tecnología de almacenamiento de energía de los dispositivos electrónicos, desde celulares, cámaras fotográficas, computadores, tablets, etc., están basadas en el litio que caracteriza a este tipo de baterías. Su relevancia radica en una serie de características que las definen, como "su alta densidad de energía, su alta eficiencia energética y a su prolongado tiempo de vida" (Quintero, 2021), es decir, permite almacenar más energía en menos espacio y peso; y pueden tener muchos ciclos de carga y descarga antes de degradarse. Asimismo, gracias a su reducido tamaño, este tipo de baterías son muy versátiles y tienen muchas aplicaciones, como por ejemplo, se pueden utilizar en dispositivos para el cuidado de la salud, como marcapasos, biosensores portátiles, herramientas quirúrgicas, desfibriladores, entre otros elementos (Quintero, 2021). Lo anterior demuestra la infinidad de usos que tienen este tipo de baterías y explica lo crítico que es el litio actualmente.

Junto con lo anterior, hay destacar el rol que juega China en el mercado internacional del litio. Así, China durante 2024 fue el principal destino de las exportaciones de litio del país, alcanzando un 71%, un alza respecto a la cifra que se presentó en 2023, donde correspondió al 60%. A pesar de que el valor exportado disminuyó de US$4.007 millones en 2023 a US$2.057 millones en 2024, China sigue manteniendo un preponderante en el destino de las exportaciones de litio del país (SUBREI, 2025, p.13 – 14). Asimismo, a nivel mundial, China es el país que más litio demanda para la fabricación de baterías, con un consumo del 55% del total durante 2024. También lidera el crecimiento de ventas de vehículos eléctricos y BESS, lo que explicaría en gran medida su liderazgo en demanda de litio a nivel mundial (COCHILCO, 2025).

Este nivel de participación de China en el mercado internacional del litio se debe principalmente a que controla gran parte de la cadena de valor del litio. Lo anterior es el resultado de la llamada "Estrategia de Doble Circulación", donde sus principales objetivos son "la búsqueda de alternativas internas para enfrentar los vaivenes económicos externos, causados principalmente por la guerra comercial y la pandemia". Desde un punto de vista energético busca "el fomento a la producción interna de minerales estratégicos como el litio para reducir la dependencia de factores externos" y al mismo tiempo busca "aumentar la participación en operaciones y proveedores internacionales que aseguren el suministro de minerales para la fabricación de baterías" (BCN, 2023). En este sentido, China considero aspectos tanto económicos como geopolíticos a la hora de diseñar dicha estrategia, por lo que optó por aumentar la explotación interna de litio, y consciente que su producción no es suficiente para cubrir la demanda necesaria para la producción de baterías; ha optado por diversificar sus fuentes de litio, por lo que ha invertido grandes sumas de dinero en proyectos de exploración y explotación de litio en países como Chile, Argentina, Bolivia y Australia; permitiéndole así, cierta independencia de acceso a suministros, ya que no depende de un solo proveedor.

Junto con lo anterior, China ha conseguido un liderazgo en los eslabones industriales de la cadena de valor del litio, donde puede procesar y refinar la materia prima bruta; puede fabricar los cátodos y ánodos, los cuales son componentes claves para las baterías; además, participa en la producción de baterías a través de empresas como CATL y BYD; y finalmente, también estas forman parte del proceso de fabricación de autos eléctricos. Sin embargo, para mantener los niveles de producción de baterías y su liderazgo en la industria de la electromovilidad y el almacenamiento de energía, China necesita tener socios comerciales extranjeros que le permitan suplir la demanda interna de litio, por lo que el manejo de sus relaciones diplomáticas han resultado de vital importancia durante los últimos años. De esta manera y a través de diferentes mecanismos de influencia, como la participación en asociaciones multilaterales como los BRICS; la inversión y financiamiento de infraestructura relevante en países productores; y la participación de sus empresas del rubro en proyectos internacionales, permite que de una u otra forma, una influencia donde se combinan intereses económicos como geopolíticos.

Lo anterior abre otra arista hacia Chile, donde la concentración comercial de exportaciones de litio a China genera una dependencia que puede llegar a ser riesgosa para el país, ya que queda expuesto a una vulnerabilidad frente a sucesos que no dependen de Chile, tales como cambios en la demanda de litio de parte de China, posibles consecuencias asociadas a las políticas arancelarias de países como Estados Unidos o frente a tensiones internacionales de distinta índole. Por lo tanto, la dependencia de China por el litio es un beneficio, pero al mismo tiempo también es una vulnerabilidad para Chile, es decir, todas las políticas que ha impulsado China durante los últimos años para no depender de un solo proveedor de litio, se han transformado en un arma de doble filo para el país. Por ello resulta relevante lo que plantea la Estrategia Nacional del Litio, la cual promueve la creación de valor agregado a la producción nacional de litio, para así tener mayor control y participación en las cadenas de valor, lo que a largo plazo será uno de los grandes desafíos de la industria nacional.

2.3. ALGUNOS DE LOS PROYECTOS DE EXPLOTACIÓN DE LITIO MÁS RELEVANTES

Uno de los proyectos cuyo Contrato Especial de Litio (CEOL) ya se encuentra aprobado es de Salares Altoandinos de la Empresa Nacional de Minería (ENAMI) que desarrollará en conjunto con Río Tinto (empresa anglo – australiana) como socio operador, el cual contará con una inversión de capital de US$3.000 millones. En este sentido, Rio Tinto entrega “una opción de financiamiento que permite asegurar los recursos necesarios para el proyecto hasta alcanzar la operación comercial”. ENAMI tendrá un 49% de participación inicial en la propiedad, que se reflejarán en el gobierno corporativo y en las definiciones estratégicas del proyecto (Empresa Nacional de Minería [ENAMI], 2025).

Este CEOL estará vigente hasta el 31 de diciembre de 2060 y se estima que genera más de US$15.000 millones de aportes fiscales al país. Además, este proyecto es el primero en aprobarse en el contexto de la Estrategia Nacional del Litio, donde el Ministerio de Minería desarrolló la consulta indígena durante 2024, llegando a acuerdo con seis comunidades ubicadas en los alrededores del proyecto, en donde se estableció un comité de gobernanza con participación paritaria con dichas comunidades indígenas. El proyecto de Salares Altoandinos es uno de los que mayor volumen de recursos litio de Chile, con cerca de 15 millones de toneladas de carbonato de litio equivalente (LCE), siendo el 28% de los recursos totales de litio del país (ENAMI, 2025).

El Salar Maricunga, el segundo salar con mayor concentración de litio después del salar de Atacama, es uno de los salares que más proyectos de explotación tiene en carpeta. En marzo de 2024 se consolidó la adquisición de Lithium Power International Limited (LPI) por parte de Codelco, la cual era dueña del proyecto de litio en el salar de Maricunga, conocido como Proyecto Blanco que era contiguo a las propiedades que ya poseía Codelco en el salar (Portal Minero, 2024). Junto a lo anterior, se suma otro acuerdo en el cual Codelco también con Rio Tinto suscribieron una asociación para la creación de una sociedad que busca desarrollar el proyecto Maricunga SpA. La empresa anglo – australiana tendrá una participación de 49,99% y Codelco contará con el 51,01%, dando cumplimiento a lo establecido en la Estrategia Nacional del Litio, donde además, Rio Tinto aportará hasta US$900 millones como capital de inversión. Tanto este último proyecto como la adquisición de LPI consolidan la posición estratégica de la Corporación en el salar. (CODELCO, 2025).

Otro proyecto que se espera se lleve a cabo en el Salar de Maricunga es el desarrollado por la empresa Simco Lithium, cuya propiedades de un fondo de inversión de Singapur y Cominor, perteneciente al grupo chileno Errázuriz, relacionado con el empresario Francisco Javier Errázuriz, ex dueño de Unimarc. Cabe destacar que las propiedades que tiene este grupo sobre el Salar son anteriores a la declaración del litio como mineral no concesible por parte del Estado chileno, y otras adquiridas posteriormente (Marticorea, 2023). A principios de 2025, la empresa logró llegar a un acuerdo con las comunidades cercanas al Salar, donde se establece una mesa de trabajo permanente, donde se busca abordar problemáticas sociales y medioambientales. Uno de los aspectos positivos que se tuvieron en cuenta durante el proceso de negociación con la comunidad colla, es que Simco, busca operar con “una planta piloto con tecnología direct lithium to product (DLP)” la cual realiza “un proceso de extracción directa” desde donde se puede producir hidróxido de litio, es decir, no usa sistemas de evaporación solar utilizado por otras empresas como SQM o Albemarle en el Salar de Atacama, sino que este sistema permite la reinyección de la salmuera sin litio al salar y utiliza menos agua fresca y energía (Carrizo, 2025).

Por otro lado, durante 2024 se gestó una asociación público – privada entre Codelco y SQM, quienes desarrollarán en conjunto el proyecto Salar Futuro, el cual tiene como objetivo producir litio refinado del Salar de Atacama, en donde ambas empresas participaran a través de sus filiales Minera Tatar y SQM Salar, respectivamente. El proyecto además, pretende una producción más eficiente y sostenible, utilizando menos salmuera y sin uso de agua continental. Así también, se ha definido que durante un primer periodo 2025 – 2030 SQM estará a cargo de la administración general, donde se proyecta una producción adicional de 300 mil toneladas de carbonato de litio equivalente (LCE). Luego asumirá Codelco en el periodo 2031 – 2060, donde se proyecta tener una producción anual entre 280 a 300 mil toneladas de LCE (CODELCO Y SQM). La asociación de ambas empresas no ha estado exenta de polémicas durante los últimos meses, en donde en Congreso Nacional a través de una comisión investigadora especial fue la encargada de recabar antecedentes relacionados con la asociación entre Codelco y SQM. En el documento emanado por parte de la comisión parlamentaria, se critica principalmente la decisión de los entes gubernamentales, Codelco y Corfo (Corporación de Fomento de la Producción), de negociar con SQM en vez de recurrir a una licitación pública, especialmente considerando el potencial productivo y estratégico que tiene el Salar de Atacama, siendo una de las mayores fuentes de litio a nivel mundial. Además, se cuestiona la opacidad del acuerdo, en donde se afirma:

“que esta decisión estratégica, de enorme relevancia para el país, se haya concretado mediante un simple intercambio de cartas entre el Vicepresidente de CORFO y el Presidente del Directorio de CODELCO, sin un acto administrativo formal ni acuerdo previo de los respectivos directorios” (Cámara de Diputadas y Diputados, 2025, p.19).

En este sentido, se afirma que no existe documentación ni registros administrativos, como actas de reuniones, donde queden registrados los términos y condiciones de las negociaciones que se llevaron a cabo entre SQM y Codelco. También, se critica la falta de transparencia de parte de los intervinientes, en este caso Corfo y Codelco, en cuanto a informar anticipadamente que se estaban llevando negociaciones de este tipo, sobre todo porque se esta puede estar afectado el patrimonio fiscal y el interés público (p.20). Junto con lo anterior, varios líderes de las comunidades indígenas denunciaron la ausencia de consultas y participación en la toma de decisiones que afectan a sus territorios y sus formas de vida ancestrales (p.24).
Estos son algunos de los proyectos que se están desarrollando en el marco de la Estrategia Nacional de Litio, con el fin de potenciar la producción nacional y favorecer el rol estratégico de Chile en los mercados internacionales de metales. Sin embargo, este proceso tiene desafíos relevantes por delante, los cuales pasan por encontrar en punto de equilibrio entre el desarrollo económico y reducir el impacto ambiental y el uso de agua continental de las operaciones, para lo cual será fundamental el uso de nuevas tecnologías de extracción de litio que permita el menor impacto posible en los ecosistemas de los salares y en las comunidades indígenas de los alrededores.

2.4. IMPACTO SOCIAL Y AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA DEL LITIO

La extracción de litio y minerales raros son fundamentales para el proceso de transición energética que el mundo está llevando a cabo. Sin embargo, el proceso de extracción de estos minerales puede dar a lugar a daños irreparables en los ecosistemas en donde estos se encuentran, donde además se afectan los derechos humanos de las comunidades indígenas que habitan las zonas aledañas. En este sentido, el Secretario General de Naciones Unidas, António Guterres señaló que “no podemos repetir los errores del pasado con una explotación sistemática de los países en desarrollo reducida a la producción de materias primas básicas”. Esta alocución hace referencia a lo devastador que puede llegar a ser la industria de la minería para el medio ambiente y sus ecosistemas, particularmente en zonas desérticas donde por ejemplo, para extraer una tonelada de litio se necesitan alrededor de dos millones de agua continental (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2024) .

En este sentido, la bióloga marina Patricia Marconi en entrevista con Mongabay señala que “los salares y humedales enfrentan una creciente escasez de agua, agravada por el uso de métodos evaporíticos que secan entre un millón a dos millones de litros de agua por tonelada de litio obtenido al final del proceso”. Además hay que considerar que “estos ambientes tienen un balance hídrico negativo ¿Qué significa esto? Que se evapora mucha más agua que la que ingresa al sistema a través de las precipitaciones, entre siete y nueve veces más” (Arellano, 2025). Todo este proceso de producción de litio, afecta el ya frágil ecosistema de los salares y humedales andinos, incluyendo a la fauna de la zona, como es el caso de los flamencos. La conservacionista Dominique Durand, señala para el mismo medio que:

“cuando tú cambias el pH o la composición del agua, ¿qué pasa? Que todos los organismos, como el fitoplancton y el zooplancton ya no viven. Al no vivir, los flamencos no pueden comer. El problema es que, cuando se saca más agua, los salares se vuelven más salinos e impiden la vida de los seres vivos ahí” (Arellano, 2025).

Asimismo, el Salar de Atacama y el Salar de Maricunga son sitios claves para la nidificación del flamenco andino, que corresponde a los salares que el Estado ha dado prioridad de explotación en la Estrategia Nacional del Litio. Lo anterior resulta preocupante, ya que representa una degradación y pérdida de hábitats que son fundamentales para el desarrollo de los flamencos, una especie que es considerada de gran valor ecológico, cultural y ambiental, ya que estas aves son históricamente muy representativas del Desierto de Atacama y sus lagunas.

Por otro lado, en Chile, los grandes salares que son actualmente considerados económicamente explotables se encuentran rodeados de comunidades indígenas ancestrales, particularmente, el pueblo Colla. La actividad base de la cultura Colla es la trashumancia, la cual consiste en el movimiento de ganado estacional, es decir, en primavera y verano se acarrean animales a la alta cordillera. En tiempos antiguos incluía la ladera del Salar Maricunga, lo que en la actualidad no es posible debido a los cierres perimetrales existentes en la zona. Llegando el otoño se comienza a bajar de alta cordillera y en invierno se establecen en la parte baja, especialmente cerca de quebradas. Asimismo, dentro de la cultura Colla, la Pachamama y el agua son elementos fundamentales, puesto que se encuentran en el centro de su cosmovisión (Rivera, 2021, p.21 – 22). La extracción y producción de litio requiere altos volúmenes de agua continental, lo que pone en riesgo no sólo los ya frágiles ecosistema altoandinos, sino que también, el modo de vida tradicional del pueblo Colla, el cual está basado en la relación armónica con la tierra y sus recursos. La alteración de sus territorios, la pérdida de acceso al agua y la falta de participación en los procesos de toma de decisiones sobre los recursos naturales del territorio, representan amenazas latentes que pueden llegar a desarticular una cultura ancestral invaluable y única.



3. CARBÓN Y GAS NATURAL



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

Dentro del panorama de producción minera nacional, el carbón y gas natural tienen un papel mucho más reducido en comparación con la extracción de minerales como el cobre o el litio, sin embargo, han tenido un rol más bien regional e histórico para el país. El carbón corresponde a "un material fósil, derivado de la descomposición de materia orgánica de origen vegetal y de tipo mayormente leñoso, depositada en ambientes pantanosos o lagunares. Su grado de fosilización incrementa su madurez y su poder calorífico". Usualmente el carbón se utiliza para la generación de energía en termoeléctricas, además de su uso en fundiciones y calefacción habitacional (SERNAGEOMIN, 2025, p.110). Por otro lado, el gas natural "es un combustible de origen fósil, que se encuentra asociado a yacimientos de petróleo. Es un producto incoloro e inodoro, no tóxico, más ligero que el aire". Su uso está asociado principalmente "como combustible básico en aplicaciones industriales: generación de vapor, fundiciones, elaboración de vidrios, cerámicas, textil, papel, cemento; aplicaciones en los medios de transporte convencionales, y aplicaciones domiciliaria y comercial" (SERNAGEOMIN, 2025, p.111).

Actualmente, la producción minera de carbón y gas natural se concentran en las regiones de Biobío, y de Magallanes y la Antártica Chilena. De esta manera, en la tabla 3 se puede observar la producción en los últimos dos años.

Tabla 3

Producción de carbón y gas natural 2023 – 2024

Año	Carbón (t)	Gas Natural (miles de m3)
2023	24.270	1.380.305
2024	17.486	1.328.596

Nota: elaboración propia a partir de información del Anuario 2024 de SERNAGEOMIN.

De acuerdo a la tabla, la producción de carbón del año 2024 alcanzó 24.270 toneladas, la cual se redujo en un 28% en comparación con la producción de 2023. Mientras que el gas natural presentó una disminución de 3,7% en comparación con las cifras de 2023 SERNAGEOMIN, 2025, p.110 – 111). Dado que las producciones de carbón y gas natural son bajas, el país ha tenido que recurrir a la importación de estos, dado que hasta 2023, de acuerdo al Balance Nacional de Energía (BNE), el uso de carbón para la generación de electricidad alcanza el 18,1% del total de los energéticos utilizados por la matriz energética del país (Ministerio de Energía, 2025). Si bien es un porcentaje que va en disminución, aún existen termoeléctricas funcionando en el país, por lo que es necesario tener insumos suficientes para su funcionamiento. En este sentido, las importaciones totales de carbón durante 2024 alcanzaron los 5.726.181 toneladas, de las cuales Colombia es el principal importador con 4.050.579 toneladas, luego le sigue Estados Unidos con 808.242 toneladas, Australia con 799.003 toneladas y Canadá con 68.456 toneladas. Por otro lado, en cuanto al gas natural, se importaron 3.631.151 toneladas en total durante 2024, donde el principal abastecedor es Argentina con 2.724.217 toneladas y luego le sigue Estados Unidos con 906.934 toneladas (Comisión Nacional de Energía, s.f.).

Lo anterior se debe fundamentalmente a que Chile no cuenta con grandes reservas de carbón y gas natural, las cuales se concentran sólo en las regiones de Biobío y Magallanes respectivamente. Desde un punto de vista económico, Chile es más vulnerable y dependiente debido a las fluctuaciones en el precio en los mercados internacionales, lo que impacta directamente en los costos de producción de energía eléctrica, y por ende, en las tarifas aplicadas a los consumidores. Esta vulnerabilidad se pretende ir mitigando a mediano y largo plazo con el reemplazo de estos hidrocarburos por el uso de energías renovables, como la solar y eólica, sin embargo, se debe seguir manteniendo la sostenibilidad del sistema energético del país, por lo que el proceso de recambio no es inmediato. Además, estas nuevas energías renovables tienen sus desafíos propios, ya sea en su implementación como en la sostenibilidad que le pueden entregar al sistema nacional de energía eléctrica.

3.1. POLÍTICAS PÚBLICAS DE DESCARBONIZACIÓN DE LA MATRIZ ENERGÉTICA

Desde hace varios años, el país ha comenzado el proceso de descarbonización, especialmente en el sistema de generación eléctrica, donde se ha priorizado el uso de energías renovables no convencionales (ERNC) tales como la energía solar y la eólica por sobre el uso de termoeléctricas para la generación de energía eléctrica. En este sentido, las termoeléctricas son grandes instalaciones donde se utilizan combustibles fósiles como carbón o gas natural, y gracias a su combustión se realiza la transformación de agua en vapor (Foro Nuclear). Sin embargo, dado los altos niveles de contaminación y daño al medio ambiente que generan las termoeléctricas, el país ha optado por un proceso de descarbonización, especialmente considerando los compromisos internacionales que Chile ha asumido en la disminución de gases de efecto invernadero (GEI), además de las políticas nacionales asociadas a la mitigación y resiliencia al cambio climático. Por ello, el Ministerio de Energía diseñó el Plan de Retiro y/o Reconversión de Unidades a Carbón, el cual pretende el retiro anticipado, de centrales a carbón antes de 2040, y donde además, se planificó una primera etapa para 2024 que permite la salida de once unidades (2020, p.5).

En este sentido, de acuerdo al Informe País 2022, se informó que hasta junio de 2020 se habían retirado tres unidades, y hasta noviembre de 2024, “ya se han retirado 11 unidades por un total de 1,7 GW y se estima que al 2026 existirán otras 9 unidades disponibles para retiro o reconversión por un total de 2,2 GW”, no obstante, se hace hincapié que se han retirado unidades de mayor antigüedad, por lo tanto el impacto en el sistema ha sido menor, por lo que esta primera etapa se considera como preparación para “constatar que el sistema eléctrico requiere condiciones habilitantes que permitan cubrir los distintos atributos que las centrales a carbón proveen al funcionamiento seguro y eficiente de la red eléctrica”. Y si bien se ha aumentado el uso de fuentes renovables, estas aún no pueden reemplazar a fuentes fósiles en el corto y mediano plazo (Ministerio de Energía, 2024, p.4).

3.2. IMPACTOS MEDIOAMBIENTALES Y SOCIALES DE LAS TERMOELÉCTRICAS

Considerando que las termoeléctricas en el país aún utilizan el carbón como principal hidrocarburo en su producción, los impactos que estas tienen en las zonas donde están emplazadas sigue latente. De acuerdo a un estudio publicado en 2019, se señala que los niños residentes en zonas expuestas a las termoeléctricas,

"reportar un menor desarrollo de la función pulmonar a largo plazo", además de "una mayor frecuencia de síntomas respiratorios (tos, sibilancias y dificultad para respirar), mayor prevalencia de sarampión y neumonía, y más diagnósticos de asma" (Revista Chilena de Pediatría, 2019, p.113). Lo anterior se debe principalmente a la alta exposición a material particulado que liberan las termoeléctricas a partir de sus procesos de combustión, en el cual hay "dióxido de nitrógeno (NO_2), dióxido de azufre (SO_2), dióxido de carbono (CO2) y metales pesados como el mercurio (Hg); adicionalmente, las emisiones de NO_2 y SO_2 son precursores en la atmósfera de ácido nítrico y sulfúrico" (p.103).

Asimismo, un estudio realizado en 2019 por la Universidad Católica en conjunto con Chile Sustentable reveló altas tasas de muerte y patologías asociadas a la contaminación generadas por las termoeléctricas. Por ejemplo, en Tocopilla, la probabilidad de morir por tumores es dos veces más alta a la media nacional y en Huasco las personas con asma alcanzan el 397% más que la media nacional. Así también, se reveló que "el riesgo de morir por una enfermedad cerebrovascular en Huasco es 281% mayor que el promedio nacional; las probabilidades de desarrollar enfermedades crónicas de las vías respiratorias es un 139% más alta" y en Tocopilla "el riesgo de fallecer a causa de tumores malignos en tráquea, bronquios y pulmón es 172% mayor", y las consultas médicas por "patologías crónicas de las vías respiratorias y con enfermedades isquémicas del corazón prácticamente duplican a las del promedio nacional" (González, 2019).

Estos estudios resultan más que preocupantes, debido a que en estas zonas siguen operando termoeléctricas, particularmente en Huasco sigue operando Guacolda Energía, la cual no tiene fecha de cierre programada. En el caso de Tocopilla, operaba el llamado Complejo Térmico Tocopilla (CTT), donde en 2022 la compañía Engie Energía desconectó las últimas dos unidades a carbón que operaba, después de desconectar otras dos unidades en 2019. La compañía seguirá operando otra unidad pero basada en gas (Guillou, 2022). Así también, en 2024 se concretó el cierre definitivo de las últimas centrales a carbón, las cuales eran operadas por AES Andes, y con esto, Tocopilla deja de tener este tipo de unidades por primera vez desde 1915 (Guillou, 2024). Por otro lado, en 2024 se solicitó cese de las operaciones de las unidades Central Termoeléctrica Andina (CTA) y Central Termoeléctrica Hornitos (CTH), además de otras dos unidades ubicadas en el llamado Complejo Térmico Mejillones (CTM) operadas también por Engie Energía, en donde además, pretende reconvertir a gas natural la central Infraestructura Energética Mejillones (IEM), culminando así el proceso iniciado por dicha empresa de dejar de producir energía basado en carbón (Guillou, 2024).

Sin embargo, si bien resulta positivo el cierre de termoeléctricas en Chile, hay algo de lo que se habla poco, que son los pasivos ambientales, que son todos los componentes que fueron producidos por proyectos de actividades industriales altamente contaminantes que fueron cerrados o abandonados. Estos pasivos van desde las instalaciones, emisiones, restos de materiales o depósitos de residuos producidos por las operaciones de estas industrias. Lo anterior conlleva una serie de riesgos para el medio ambiente y la salud de las personas que habitan en las zonas cercanas a estas unidades industriales (Godfrid, Poo, Palmisano, Fuentes y Glave, 2023). En este sentido, estos pasivos ambientales son los daños sociales y a los ecosistemas naturales y que tienden a ser permanentes, y que quedan como herencia de estas actividades industriales tan contaminantes, una herencia que es percibida como negativa por las comunidades circundantes. Uno de los ejemplos más patentes en la actualidad es lo ocurrido en Coronel, donde en 2020 y 2022 se cerraron dos termoeléctricas, Bocamina I y Bocamina II respectivamente.

La comunidad denuncia abandono y falta información ya que no se realizó un adecuado proceso de transición justa (Contardo, 2025).

En 2021 se creó la Estrategia de Transición Justa en el sector Energía, el cual está orientado particularmente al cierre y nuevos usos de centrales a carbón. Uno de sus pilares fundamentales señala "se deberán diseñar y ejecutar acciones de manera participativa durante el proceso de cierre y/o nuevos usos de los espacios e infraestructura de las centrales a carbón"(Ministerio de Energía, 2021, p.18). Asimismo, también existe el término transición socioecológica justa, el cual es una variante del concepto anterior, y que "surge como respuesta para equilibrar el bienestar humano, el empleo y la necesidad de cambios en los modelos productivos para alcanzar las metas globales ambientales" (Ministerio de Medio Ambiente [MMA], 2024, p.6). En este sentido, resulta fundamental la aplicación adecuada de estos procesos en las comunidades que han sufrido por años la contaminación de centrales termoeléctricas y que han padecido las consecuencias sociales de la presencia de estas, con el fin de generar equidad social y territorial. Es decir, los procesos de transición socioecológica no se limitan al solo hecho de reemplazar tecnologías contaminantes por energías limpias, sino que apunta a una transformación estructural del modelo de desarrollo, donde se enfrenten simultáneamente la crisis ambiental y las desigualdades sociales. En el caso de Chile, se trata de reconocer y reparar los daños históricos que han sufrido comunidades como Coronel, Tocopilla o Huasco, donde las termoeléctricas han dejado pasivos ambientales y vulneraciones en la salud de las personas. De igual manera, la participación activa de las comunidades en el proceso de toma de decisiones que están directamente relacionada con la reconversión laboral y la creación real de alternativas de desarrollo sostenible. Si estos elementos se abordan de manera inadecuada, el proceso de descarbonización corre el riesgo de producir las mismas injusticias sociales, ambientales y territoriales que pretende corregir.

Si bien resulta positivo el cierre de termoeléctricas o la reconversión de estas, sobre todo por los beneficios medioambientales y en salud de las personas que habitan las localidades denominadas zonas de sacrificio, Chile enfrenta importantes desafíos en materias de descarbonización. Primero que todo, se debe generar un proceso de transición socioecológica justa para las comunidades aledañas a las zonas de sacrificio donde operan las termoeléctricas, ya que estas unidades generan empleo local y refuerzan la actividad económica de dichas zonas Junto con lo anterior, resulta importante generar planes de descontaminación y recuperación ambiental, ya que el material particulado que producen las termoeléctricas seguirá depositado en el suelo de estas lugares, lo que seguirá siendo perjudicial para la salud de los habitantes de la zona y para otros sectores económicos locales como la agricultura. Así también, otro desafío relevante para el país es garantizar la seguridad del suministro eléctrico, ya que las termoeléctricas durante muchos años han significado una fuente estable y continua de energía, por lo que el cierre de estas implica acelerar la expansión de energías renovables, como la solar y la eólica, y los sistemas de almacenamiento como baterías o sistemas BESS. Finalmente, llegar a la meta de la carbono neutralidad a 2050 implica construir un sistema energético justo, limpio y sostenible, y sobre todo, que repare y se haga cargo del daño medioambiental y social causado en el pasado.

4. PROPUESTAS DE POLÍTICAS PÚBLICAS EN MINERÍA



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

- **Modernización del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA)**

El SEA corresponde al servicio que administra el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), el cual consiste en un instrumento de gestión ambiental mediante el cual se evalúan los impactos ambientales de una actividad o proyecto, que incluyen los proyectos asociados a minería. Durante los últimos años, este sistema ha sido criticado por los diversos actores que forman parte del proceso de evaluación, desde los empresarios que buscan generar proyectos de inversión como las comunidades locales que se pueden ver afectadas por proyectos mineros. Procesos y trámites burocráticos y lentos, los que no necesariamente garantizan una correcta protección del medio ambiente, además de baja participación en las consultas ciudadanas, las cuales tampoco se fomentan e informan adecuadamente a las comunidades locales, están dentro de las principales críticas que recibe el sistema. Si bien, ya se aprobó un proyecto de ley de busca agilizar los procesos administrativos de evaluación y entrega de permisos para proyectos de inversión, también se deben asegurara mecanismos efectivos de participación temprana y vinculante de las comunidades locales, no sólo en etapas finales de los proyectos, sino que también en etapas de diseño y desarrollo de estos, con el fin de encontrar un adecuado equilibrio entre desarrollo económico y reducción de los impactos sociales y ambientales que estos proyectos podrían tener eventualmente en las comunidades. Asimismo, aplicar criterios más exigentes en zonas altamente saturadas o en sectores con ecosistemas frágiles como salares, glaciares, humedales y acuíferos estratégicos. Desde un punto de vista técnico, la incorporación de equipos multidisciplinarios certificados e independientes, además de un aumento de personal capacitado resulta fundamental para aumentar y fortalecer las capacidades del sistema. También resultaría positivo, la creación e incorporación de modelos predictivos más complejos que evalúen los efectos acumulativos de la actividad minera de forma más integrada y sinérgica en las zonas en donde ésta se desarrolla, lo cual permitiría mejorar los criterios de evaluación y su aplicación, de acuerdo a los efectos globales y no individuales, que es como se hace actualmente.

- **Fortalecer la institucionalidad hídrica**

El uso de los recursos hídricos es fundamental en la industria de la minería, sin embargo conlleva una serie de efectos negativos para las comunidades locales, ya que deben competir por el recurso con la industria minera y con la agricultura, especialmente en zonas donde hay un alto nivel de estrés hídrico. Por ello, resulta fundamental fortalecer la institucionalidad actual en cuanto a la administración, asignación, fiscalización y resolución de conflictos en torno al uso de aguas continentales. Actualmente, hay una serie de instituciones gubernamentales que tienen alguna injerencia y competencia en cuanto a los recursos hídricos, lo que puede generar duplicidad de funciones, falta de coordinación y vacíos de responsabilidad en su administración, uso y fiscalización. Debido a la complejidad institucional existente, durante el primer proceso constituyente se propuso la creación de la Agencia Nacional de Aguas, la cual estaba diseñada como un órgano autónomo y descentralizado, el que tenía como objetivo el aseguramiento del uso sostenible del agua, tanto para el uso humano como para la preservación y conservación de ecosistemas que dependen de este recurso (art.144). Si bien el cuerpo constitucional no fue aprobado por la ciudadanía, la propuesta de una institucionalidad integrada y coordinadora a nivel nacional que planifique, fiscalice y monitoree la gestión de los recursos hídricos del país no deja de ser relevante y necesaria, especialmente considerando los desafíos que tiene el país frente al cambio climático.

- **Fortalecimiento de la justicia territorial y relación con la comunidades**

En este aspecto conviene establecer un marco normativo vinculante de consultas a comunidades indígenas y locales, en donde se garantice la participación efectiva de estas, ya sea en el proceso de diseño de los proyectos como en la toma de decisiones. Lo anterior promueve la legitimidad de los proyectos de inversión y explotación de minerales y previene futuros posibles conflictos sociales y medioambientales con las empresas. Además, la creación de mecanismos institucionales de reparación ambiental por el daño acumulativo que la actividad minera genera en las zonas en donde se desenvuelve, resulta fundamental para la justa distribución de los efectos negativos y riesgos que conlleva la actividad minera y el acceso equitativo a los beneficios del desarrollo. Asimismo, fomentar la creación y desarrollo de sistemas de gobernanza local, en donde todos los actores involucrados, desde las comunidades hasta los empresarios y representantes del Estado, participen y compartan el poder de decisión sobre un territorio es vital para que la actividad minera sea socialmente legítima, responsable con el medio ambiente y generadora de justicia territorial.



BIBLIOGRAFÍA

- Arellano, A. (28 de febrero de 2025). Amenazas silenciosas: nuevo censo analiza situación de los flamencos en el Triángulo del Litio. Mongabay. https://es.mongabay.com/2025/02/amenazas-silenciosas-censo-analiza-situacion-flamencos-triangulo-del-litio/

- Banco Central de Chile (s.f.). ¿Qué es el Producto interno Bruto (PIB)? https://www.bcentral.cl/contenido/-/detalle/ver-mas-preguntas-frecuentes-5-1?exact_match=true

- Banco Central de Chile (2025). Base de datos estadísticos (BDE). https://si3.bcentral.cl/siete/

- Banco Central de Chile (2025). Indicadores de Comercio Exterior. Cuarto trimestre de 2024. https://www.bcentral.cl/documents/33528/6938391/Indicadores%20de%20Comercio%20Exterior%20cuarto%20trimestre%202024.pdf/53a1d560-60e6-ecb4-3cbc-013cadc7837d?version=2.0&t=1740400039808

- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (2025). Ley 21.455: Ley Marco de Cambio Climático. Ministerio de Medio Ambiente. https://bcn.cl/32l1s

- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (1976). Decreto Ley 1.557 Modifica la Ley Orgánica de la Comisión Chilena de Energía Nuclear y dicta normas sobre contratos de operación. Ministerio de Minería. https://bcn.cl/2vzu3

- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (1979). Decreto Ley 2.886 Deja sujeta a las Normas Generales del Código de Minería la Constitución de Pertenencia Minera (…). Ministerio de Minería. https://bcn.cl/2ho83

- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (1982). Ley 18.097 Ley Orgánica Constitucional sobre Concesiones Mineras. Ministerio de Minería. https://bcn.cl/26tl6

- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (1983). Código de Minería. https://bcn.cl/263hl

- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (2022). Acuerdo de Escazú Discusión legislativa en torno a su aprobación en Primer Trámite Constitucional. Asesoría Técnica Parlamentaria. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/33189/2/Acuerdo_de_Escazu._Aprobacion_1T_Camara.pdf#:~:text=El%20Acuerdo%20de%20Escazú%20es%20el%20primer,ambientales.%20Además%2C%20es%20el%20primer%20tratado%20a.

- Carrizo, E. (14 de enero de 2025). Grupo Errázuriz saca ventaja a Codelco en Maricunga en su relación con las comunidades locales. *Diario La Tercera*. https://www.latercera.com/pulso/noticia/grupo-errazuriz-saca-ventaja-a-codelco-en-maricunga-en-su-relacion-con-las-comunidades-locales/6R4FBGUFFNC7FNXK5OQBAGF2CU/

- Comisión Chilena del Cobre (2024). *Representación de la mujer en el sector minero en Chile al año 2023*. Dirección de Estudios y Políticas Públicas. https://www.cochilco.cl/web/genero/

- Comisión Chilena del Cobre (2024). *Producción chilena de cobre de mina por empresa – anual y mensual.* Boletín Enero 2024. https://boletin.cochilco.cl/productos/boletin.asp?anio=2024&mes=01&tabla=tabla22

- Comisión Chilena del Cobre (2025). *Producción chilena de cobre de mina por empresa – anual y mensual.* Boletín Julio 2025. https://boletin.cochilco.cl/productos/boletin.asp?anio=2025&mes=07&tabla=tabla22

- Comisión Chilena del Cobre (2024). *Monitoreo de variables e indicadores relevantes de la mediana y pequeña minería chilena*. Dirección de estudios y políticas públicas. https://www.cochilco.cl/web/pequena-y-mediana-mineria/

- Comisión Chilena del Cobre (2023). *Consumo de agua en la minería del cobre. Actualización al año 2023*. https://www.cochilco.cl/web/sustentabilidad/

- Comisión Chilena del Cobre (2022). *Consumo de agua en la minería del cobre. Actualización al 2021. Transición metodológica*. https://www.cochilco.cl/web/sustentabilidad/

- Comisión Chilena del Cobre (2024). *Informe GEI 2023. Emisiones de gases de efecto invernadero (directas e indirectas) asociadas a la minería del cobre al año 2023*. Dirección de Estudios y Políticas Públicas. https://www.cochilco.cl/web/sustentabilidad/

- Comisión Chilena del Cobre (2024). *Proyección de demanda de agua en la minería del cobre. Período 2023 – 2034.* https://www.cochilco.cl/web/sustentabilidad/

- Comisión Chilena del Cobre (2025). *Informe de Tendencias Mercado del Cobre. Proyecciones para el período 2025 – 2026. Primer Trimestre*. https://www.cochilco.cl/web/informe-trimestal-del-cobre/

- Comisión Chilena del Cobre (2023). *El mercado de litio. Desarrollo reciente y proyecciones al 2035. Actualización a mayo 2023*. https://www.cochilco.cl/web/litio/

- Comisión Chilena del Cobre (2025). *Mercado del Litio. Proyección 2025 – 2026*.

- Comisión Nacional de Energía (s.f.) Energía Abierta. Importaciones y exportaciones de hidrocarburos.http://energiaabierta.cl/visualizaciones/importaciones-y-exportaciones/

- Consejo Minero (2025). Cifras actualizadas de la minería julio 2025. https://consejominero.cl/wp-content/uploads/2025/07/20250728-CAM-julio.pdf

- Consejo Minero (2023). La industria minera en 2022. https://consejominero.cl/wp-content/uploads/2023/05/La-industria-minera-en-2022-1.pdf

- Consejo Minero (2024). La industria minera en 2023. https://consejominero.cl/wp-content/uploads/2024/10/LA-INDUSTRIA-MINERA-EN-2023-1.pdf

- Consejo Minero (2025). La industria minera en 2024. https://consejominero.cl/wp-content/uploads/2025/05/Reporte-Anual-CM-2024-La-industria-minera-en-2024.pdf

- Contardo, E. (22 de enero de 2025). Mega domos en desuso y salud deteriorada: Lo que queda en Coronel tras cierre de termoeléctricas. El Desconcierto. https://eldesconcierto.cl/2025/01/22/mega-domos-en-desuso-y-salud-deteriorada-lo-que-queda-en-coronel-tras-cierre-de-termoelectricas

- Corporación Nacional del Cobre (2019). Flotación “Burbujas de Cobre”. https://www.codelcoeduca.cl/codelcoeduca/site/artic/20190109/asocfile/20190109005132/flotacion_media_t__cnico_060119.pdf

- Corporación Nacional del Cobre (2019). Lixiviación “El riego”. https://www.codelcoeduca.cl/codelcoeduca/site/artic/20190109/asocfile/20190109005316/lixiviacion_media_t__cnico_080119.pdf

- Corporación Nacional del Cobre (19 de mayo de 2025). Codelco elige a Rio Tinto como socio para el desarrollo de proyecto de litio en el salar de Maricunga. https://www.codelco.com/prensa/2025/codelco-elige-a-rio-tinto-como-socio-para-el-desarrollo-de-proyecto-de

- Corporación Nacional del Cobre y SQM (s.f). Asociación Codelco – SQM. https://acuerdocodelcosqm.cl/asociacion-codelco-sqm/

- Corporación Nacional del Cobre y SQM (s.f). Proyecto Salar Futuro. *https://acuerdocodelcosqm.cl/proyecto-salar-futuro/*

- Cortés, S., Yohannessen, K., Tellerías, L., y Ahumada, E. (2019). Exposición a contaminantes provenientes de termoeléctricas a carbón y salud infantil: ¿Cuál es la evidencia internacional y nacional?. Revista chilena de pediatría, 90(1), p.102-114. https://andespediatrica.cl/index.php/rchped/article/view/748/1031

- Diario Oficial de la República de Chile (19 de diciembre de 2024). Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación aprueba constitución y estatutos del Instituto Nacional del Litio y Salares. Núm. 44.028. Ministerio del Interior. *https://www.diariooficial.interior.gob.cl/publicaciones/2024/12/19/44028/01/2585135.pdf*

- El Diario de Antofagasta (25 de enero de 2024). Antofagasta y alta tasa de mortalidad por cáncer: Colegio Médico pide declarar Emergencia Oncológica en la región. https://www.diarioantofagasta.cl/regional/188392/antofagasta-y-alta-tasa-de-mortalidad-por-cancer-colegio-medico-pide-declarar-emergencia-oncologica-en-la-region/

- Empresa Nacional de Minería (02 de mayo de 2025). Avanza el proyecto de litio Salares Altoandinos de ENAMI con ingreso de CEOL a Contraloría. https://www.enami.cl/Noticias/Pages/Avanza-el-proyecto-de-litio-Salares-Altoandinos-de-ENAMI-con-ingreso-de-CEOL-a-Contraloría---.aspx

- Empresa Nacional de Minería (22 de mayo de 2025). ENAMI desarrollará con Rio Tinto el proyecto de litio Salares Altoandinos habilitando una inversión estimada en US$ 3 mil millones. https://www.enami.cl/Noticias/Pages/ENAMI-desarrollará-con-Rio-Tinto-el-proyecto-de-litio-Salares-Altoandinos-habilitando-una-inversión-estimada-de-US$-3-mil-m.aspx

- Empresa Nacional de Minería (09 de agosto de 2025). ENAMI y Gobierno firman el primer CEOL de la Estrategia Nacional del Litio. https://www.enami.cl/Noticias/Pages/ENAMI-Y-GOBIERNO-FIRMAN-PRIMER-CEOL-DE-LA-ESTRATEGIA-NACIONAL-DEL-LITIO--.aspx

- Enel Green Power. BESS: Sistema de almacenamiento de energía en batería. https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/energias-renovables/almacenamiento/bess

- Foro Nuclear (s.f). ¿Qué es una central termoeléctrica? https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/preguntas-y-respuestas/sobre-distintas-fuentes-de-energia/que-es-una-central-termoelectrica/

- Gobierno de Chile (2021). Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile. Camino a la carbono neutralidad y resiliencia a más tardar al 2050. https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/11/ECLP-LIVIANO.pdf

- Gobierno de Chile (2023). Estrategia Nacional del Litio. https://s3.amazonaws.com/gobcl-prod/public_files/Campañas/Litio-por-Chile/Estrategia-Nacional-del-litio-ES_14062023_2003.pdf

- Godfrid, J., Poo, P., Palmisano, T., Fuentes, C. y Glave, M. (2023). Hacia una política de gestión integral de pasivos ambientales mineros en Chile. Análisis y Propuesta. Nro. 70. Grupo de Análisis para el Desarrollo (GRADE) https://repositorio.grade.org.pe/bitstream/handle/20.500.12820/746/GRADEAP70.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- González, K. (25 de agosto de 2019). Estudio UC: habitantes de zonas con termoeléctricas se enferman 4 veces más. Diario La Tercera. https://www.latercera.com/nacional/noticia/estudio-uc-habitantes-zonas-termoelectricas-se-enferman-4-veces-mas/796915/

- Guillou, V. (28 de septiembre de 2022). Engie desconectará este viernes la última unidad a carbón de su central en Tocopilla y operará solo a gas. Diario La Tercera. https://www.latercera.com/pulso/noticia/engie-desconectara-este-viernes-la-ultima-unidad-a-carbon-de-su-central-en-tocopilla-y-operara-solo-a-gas/DYYQZLG5WJBZVAKMTEOVGYAPOA/

- Guillou, V. (15 de abril de 2024). Tocopilla ya no tiene centrales a carbón: AES Andes desconecta Norgener casi dos años antes del plazo original. Diario La Tercera. https://www.latercera.com/pulso/noticia/tocopilla-ya-no-tiene-centrales-a-carbon-aes-andes-desconecta-norgener-casi-dos-anos-antes-del-plazo-original/I7BBBU3VGNECLKITXCJA6VM3ZA/

- Guillou, V. (10 de mayo de 2024). Engie solicita cese de operaciones de dos unidades en Mejillones y dejaría de producir en base a carbón en 2026. Diario La Tercera. https://www.latercera.com/pulso/noticia/engie-solicita-cese-de-operaciones-de-dos-unidades-en-mejillones-y-dejaria-de-producir-en-base-a-carbon-en-2026/2ASOCTTJTBC5TARZI4RAQAHLLQ/

- Halkes, R., Hughes, A. y Petavratz, E. (2024). Los salares: una introducción breve. The Lithium Voice. Edición nro. 7. P.6-11. https://lithium.org/wp-content/uploads/2024/09/The-Lithium-Voice-Volume-7-September-2024-Spanish.pdf

- Instituto Nacional de Estadísticas de Chile (INE). Serie Anual: Población ocupada según rama de actividad económica. https://www.ine.gob.cl/estadisticas/sociales/mercado-laboral/ocupacion-y-desocupacion

- Marticorea, J. (12 de noviembre de 2023). Simco, el otro proyecto de litio que podría sumar Codelco en Maricunga. Diario El Mercurio. https://www.litoralpress.cl/SimbiuPDF/2023/11/12/4617847.pdf

- Ministerio de Energía (2020). Plan de Retiro y/o Reconversión de Unidades a Carbón.https://energia.gob.cl/sites/default/files/plan_de_retiro_y_o_reconversion_centrales_carbon.pdf

- Ministerio de Energía (2024). Plan de Descarbonización. 2do Tiempo de la Transición Energética. Borrador para consulta pública. https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/20241108_plan_descarbonizacion.pdf

- Ministerio de Energía (15 de abril de 2025). Balance Nacional de Energía 2023 confirma caída de la participación del carbón en la generación de electricidad. https://energia.gob.cl/noticias/nacional/balance-nacional-de-energia-2023-confirma-caida-de-la-participacion-del-carbon-en-la-generacion-de-electricidad

- Ministerio de Energía (2021). Estrategia de Transición Justa en el sector Energía. Parte I: Acompañando el cierre y nuevos usos de centrales a carbón en Chile.https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/estrategia_transicion_justa_2021.pdf

- Ministerio de Hacienda del Gobierno de Chile y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2024). Análisis de las principales necesidades y brechas de financiamiento existentes para la implementación de la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP).https://www.undp.org/es/chile/publicaciones/analisis-de-las-principales-necesidades-y-brechas-de-financiamiento-existentes-para-la-implementacion-de-la-estrategia-climatica

- Ministerio de Medio Ambiente (2024). Plan sectorial de cambio climático: sector minería. Período 2025 - 2029. Ministerio de Minería. https://participa.minmineria.gob.cl/es-CL/projects/consulta-publica-pscc

- Ministerio de Medio Ambiente (2024). Estrategia Nacional de Transición Socioecológica Justa (Anteproyecto). https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2024/10/01-Anteproyecto-CP-ENTSEJ.pdf

- Ministerio de Minería (2021). Evaluación Ambiental Estratégica de la Política Nacional Minera 2050. https://eae.mma.gob.cl/storage/documents/02_IA_Política_Nacional_Minera_2050.pdf.pdf

- Ministerio de Minería (2024). Política de Fomento a la Pequeña Minería periodo 2025 – 2034.https://www.minmineria.cl/politicafomento/doctos_descarga/Politica-Fomento-Pequena-Mineria-web.pdf

- Ministerio de Minería. Mesa Nacional Mujer y Minería. https://participa.minmineria.gob.cl/es-CL/folders/mesa-mujer-y-mineria

- Organización de Naciones Unidas (14 de septiembre de 2024). Cinco cosas que debe saber sobre los minerales de “energía limpia” y el sucio proceso de su extracción.https://news.un.org/es/story/2024/09/1532741

- Portal Minero (14 de marzo de 2024). Codelco adquiere el 100% de las acciones de empresa australiana para explotar litio en el Salar de Maricunga. https://www.portalminero.com/wp/codelco-adquiere-el-100-de-acciones-de-empresa-australiana-para-explotar-litio-en-el-salar-de-maricunga/

- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (28 de julio de 2022). Decisión histórica: la ONU declara que el medio ambiente es un derecho humano. https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/decision-historica-la-onu-declara-que-el-medio-ambiente-saludable

- Quintero, V. (2021). Baterías de Ion Litio: características y aplicaciones. I+D Tecnológico, 17(1), 14-22. https://doi.org/10.33412/idt.v17.1.2907

- Rivera, E. (2021). Comunidad indígena Colla, comuna de Copiapó. Salares Andinos. Ecología de saberes por la protección de nuestros salares y humedales. Observatorio Plurinacional de Salares Andinos. https://bibliotecadigital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/bb7a9f82-9e2e-44be-a074-2ab1a5267c81/content

- Servicio Geológico de Estados Unidos (2025). Lithium Data in metric tons, lithium content, unless otherwise specified. U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2025/mcs2025-lithium.pdf

- Servicio Nacional de Geología y Minería (2024). Anuario de la minería de Chile 2023.https://www.sernageomin.cl/pdf/anuario/Anuario_de_la_mineria_de_chile_2023_V2.pdf

- Servicio Nacional de Geología y Minería (2025). Anuario de la minería de Chile 2024.https://www.sernageomin.cl/pdf/anuario/anuario_de_la%20mineria_2024.pdf

- Servicio Nacional de Geología y Minería (2025). Guía de implementación de proyectos mineros y revisión de tecnologías que contribuyan a la descarbonización de la industria minera en Chile.https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2025/06/Guía-descarbonización-2025.pdf

- Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales (2025). Perspectiva del comercio exterior de Chile y sus principales socios comerciales / Enero – Diciembre 2024. Ministerio de Relaciones Exteriores. https://www.subrei.gob.cl/docs/default-source/estudios-y-documentos/reporte-semestral---mayo-2025.pdf?sfvrsn=bf60ff0b_1

- Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales (2025). Tercera radiografía del litio: una perspectiva desde el comercio internacional. Ministerio de Relaciones Exteriores. https://www.subrei.gob.cl/docs/default-source/estudios-y-documentos/otros-documentos/informe_litio_2024.pdf?sfvrsn=79364470_2

- Superintendencia del Medio Ambiente (22 de agosto de 2024). Antofagasta: SMA formula dos cargos graves contra la empresa minera Codelco División Ministro Hales. https://portal.sma.gob.cl/index.php/antofagasta-sma-formula-dos-cargos-graves-contra-la-empresa-minera-codelco-division-ministro-hales/

- Zanetta-Colombo, N., Scharnweber, T., Christie, D., Manzano, C., Blersch, M., Gayo, E., Muñoz, A., Fleming, Z., y Nüsser, M. (2024). When another one bites the dust: Environmental impact of global copper demand on local communities in the Atacama mining hotspot as registered by tree rings. Science of The Total Environment, Vol. 920. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969724010933

- Zanetta-Colombo, Fleming, Z., Gayo, E., Manzano, C., Panagi, M., Valdes, J. y Siegmud, A. (2022). Impact of mining on the metal content of dust in indigenous villages of northern Chile. Environment International, Vol. 169. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412022004172

InformePaís2025

ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE
Y DEL PATRIMONIO NATURAL



Los asentamientos humanos

SEGUNDA PARTE CAPÍTULO VIII

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

SEGUNDA PARTE
CAPÍTULO VIII.
LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

Autores:
Renee Saa Vidal (1)

Asistentes de Investigación:
Fernando Jorquera (2)

Edición:
Héctor Anabalón Zurita (3)
Ángela María Larenas Libreros (4)

(1) Investigador, Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.
(2) Estudiante de Administración Pública, Semillerista Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.
(3) Secretario ejecutivo e investigador, Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.
(4) Estudiante de Administración Pública, Semillerista Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.

1. CARACTERIZACIÓN DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

Los asentamientos humanos constituyen formas de concentración de población y actividades que, en sus distintas escalas, presentan diversos niveles de organización social, territorial, económica y política, lo que se traduce en modos de funcionamiento diferenciados. Es precisamente en estos sistemas donde se manifiestan con mayor claridad las **mega presiones** vinculadas a los problemas ambientales y a los conflictos derivados de ellos, con impactos directos en la calidad de vida de la población.

Entre estas presiones destacan, en particular en las principales ciudades, aquellas relacionadas con la expansión física derivada del crecimiento demográfico. Este proceso implica no solo un mayor consumo de suelo, sino también problemas de movilidad urbana, como el aumento de los tiempos de desplazamiento, la congestión vehicular y, en consecuencia, la contaminación atmosférica (abordada en otro capítulo de este informe). A ello se suma la necesidad constante de ampliar y modernizar las redes de infraestructura y servicios básicos —agua potable, alcantarillado, tratamiento de aguas servidas, manejo de residuos y provisión de recursos naturales—, todos ellos estrechamente asociados a la dinámica de los asentamientos.
En muchos de estos espacios se generan efectos negativos vinculados al crecimiento urbano, la producción y el consumo, el uso del suelo, la movilidad de la población y la degradación de su estructura física. Asimismo, diversos asentamientos enfrentan limitaciones en el acceso a agua, saneamiento y drenaje, junto con una alta dependencia de fuentes energéticas no renovables y una pérdida irreversible de su base de recursos naturales.

Los factores demográficos, combinados con la pobreza, la escasez de recursos y patrones de producción y consumo insostenibles, tienden a agravar los procesos de degradación ambiental y agotamiento de recursos, dificultando así las posibilidades de avanzar hacia un desarrollo sostenible.

Si bien en las últimas décadas el país ha experimentado avances significativos en la cobertura de servicios básicos y en la ejecución de grandes obras de infraestructura, uno de los principales desafíos actuales consiste en **mejorar las condiciones de vida en el conjunto de los asentamientos humanos**. Esto implica fortalecer la calidad de la vivienda, la infraestructura social y los servicios, con el objetivo de reducir la brecha que aún separa a Chile de los estándares ambientales alcanzados por los países más desarrollados.

1.1 EL SISTEMA DE ASENTAMIENTOS

Del total de **40 ciudades con más de 50.000 habitantes**, de acuerdo con el Censo de Población de 2024, más de la mitad se localiza entre los valles del Aconcagua y del Biobío. Este porcentaje se incrementa aún más si se consideran los centros poblados de menor tamaño.

En el norte de Chile, la ocupación del territorio y el aumento de los niveles de urbanización han estado fuertemente determinados por la **actividad minera**. El crecimiento en número y escala de las explotaciones ha impulsado un desarrollo sostenido de las ciudades con base económica en la minería. A diferencia de la zona central, este poblamiento ha sido altamente concentrado en las principales ciudades productoras y en los puertos de embarque, siguiendo la lógica de una **economía extravertida** que articula de manera casi unidireccional el lugar de explotación con el puerto de salida.

Otro factor decisivo fue la política de industrialización por sustitución de importaciones, impulsada por el Estado durante varias décadas. Este modelo, orientado al mercado interno, fomentó la instalación de industrias en las principales urbes, lo que atrajo fuertes corrientes migratorias por la expectativa de empleo. Como consecuencia, aumentó el número de centros urbanos con más de 100.000 habitantes, especialmente entre 1992 y 2017 (ver tabla 1). Así como hay un aumento en el número de ciudades de más de 100 mil habitantes, hay una disminución significativa de aquellas ciudades en rangos menores de población y el Gran Santiago al 2024 sigue siendo el primer conglomerado, a pasos de ser acompañado por el Gran Concepción. No existen cifras recientes para completar la tabla con los datos del Censo de Población del 2024.

Cuadro No 2

Ciudades clasificadas por su tamaño, Censos de Población 1992, 2002 y 2017

	Censo 1992		Censo 2002		Censo 2017	
Rango de asentamientos (Ciudades)	Número de asentamientos según rango (Ciudades, Pueblos, Aldeas y Caseríos)	Población por categoría de asentamiento	Número de asentamientos según rango (Ciudades, Pueblos, Aldeas y Caseríos)	Población por categoría de asentamiento	Número de asentamientos según rango (Ciudades, Pueblos, Aldeas y Caseríos)	Población por categoría de asentamiento
De 2000 a 4990	26	98.662	10	21.416	14	28.644
De 5000 a 10.000	58	420.290	70	500.632	81	587.639
De 10.000 a 19.999	91	1.290.930	47	667.294	54	784.981
De 20.000 a 49.999	64	1.994.541	31	1.062.884	42	1.340.485
De 50.000 a 99.999	11	809.592	12	828.525	12	857.355
De 100.000 a 499.999	16	2.279.110	14	2.326.143	19	3.359.971
De 500.000*a 999.999	2	1.417.809	2	1.419.084	2	1.655.474
más de 1.000.000**	1	4.770.995	1	5.457.542	1	6.526.316
Total	**269**	**13.081.929**	**187**	**12.283.520**	**225**	**15.140.865**

Fuente: INE Censos de Población 1992, 2002 y 2017

1.1 1 Clasificación por categoría de asentamientos

Durante la segunda mitad del siglo XX, Chile consolidó su carácter **altamente urbano**. En 1970, el **75,6% de la población** vivía en áreas urbanas; en 1985 esa cifra ascendía al **83,3%**; y en 2002 llegaba al **86,7%**.
El **Instituto Nacional de Estadísticas (INE)** distingue dos grandes categorías de asentamientos: **urbanos y rurales**.

- **Urbanos:** localidades con más de 2.000 habitantes, o entre 1.001 y 2.000 si al menos el 50% de su población económicamente activa se dedica a actividades secundarias y/o terciarias. También se incluyen excepcionalmente centros turísticos con más de 250 viviendas concentradas. Se subdividen en

- **Ciudades:** más de 5.000 habitantes.
- **Pueblos:** entre 2.001 y 5.000 habitantes, o entre 1.001 y 2.000 si cumplen el criterio de actividad económica (INE, 2005).

- **Rurales:** asentamientos dispersos o concentrados con menos de 1.000 habitantes, o entre 1.001 y 2.000 si menos del 50% de la población económicamente activa trabaja en actividades secundarias y/o terciarias. La **aldea** corresponde a aquellos asentamientos rurales con viviendas concentradas y entre 301 y 1.000 habitantes.

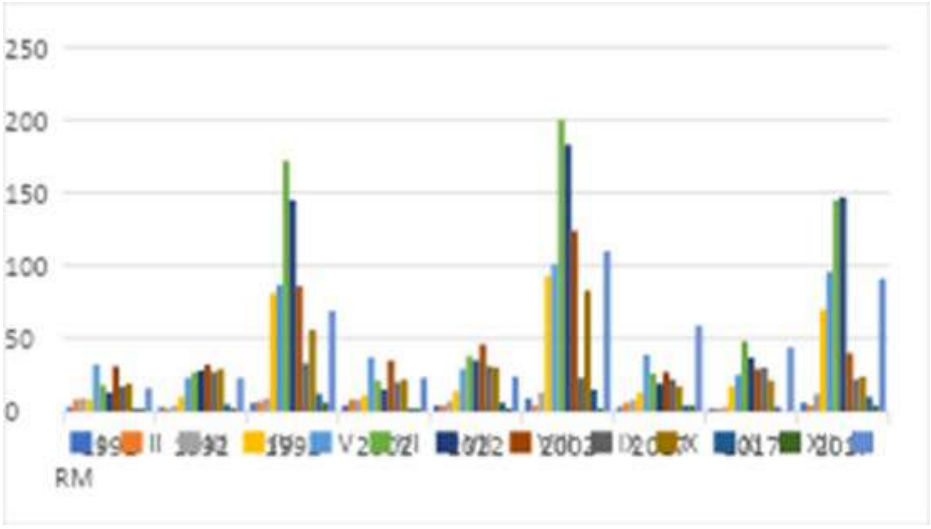
El **Censo 2002** agregó nuevas categorías urbanas:

- **Ciudades mayores:** capitales regionales o provinciales con entre 100.001 y 500.000 habitantes.
- **Grandes Áreas Urbanas:** conjuntos macro urbanos que unen comunas conurbadas, con población entre 500.000 y 1.000.000 habitantes.
- **Metrópoli:** aglomeración que supera el millón de habitantes, conformada por varias comunas integradas funcionalmente.

Tabla 3 Ciudades, pueblos y aldeas por región y país (1992-2002)

	Cuidades	Pueblos	Aldeas	Cuidades	Pueblos	Aldeas	Cuidades	Pueblos	Aldeas
Regiones	1992	1992	1992	2002	2022	2002	2017	2017	2017
I	3	3	6	4	4	9	3	2	6
II	8	2	7	8	4	4	6	2	4
III	9	4	9	8	7	13	8	3	12
IV	8	10	81	11	14	93	13	17	70
V	32	23	87	37	29	101	39	25	96
VI	18	27	172	21	38	200	26	48	145
VII	13	28	145	15	35	183	19	37	147
VIII	31	32	86	35	46	124	27	29	40
IX	17	27	33	20	31	23	22	30	22
X	19	29	56	22	30	83	17	21	24
XI	2	5	12	2	6	15	4	3	10
XII	2	2	6	2	2	2	4	0	4
RM	16	23	69	23	24	110	59	44	91
Total	**178**	**215**	**769**	**208**	**270**	**960**	**247**	**261**	**671**

Fuente: INE, Censos de 1992 y 2002.



1.2 LA POBLACIÓN EN LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS

Los censos de población y vivienda constituyen una base fundamental para el estudio y seguimiento de la evolución de los asentamientos humanos en el país. Para la elaboración de este informe, se utilizaron los datos del Censo de 2017 y los avances parciales del Censo de Población 2024, los cuales incluyen registros de población total por comuna.

El Censo 2024 se realizó bajo la modalidad de *censo de derecho*, lo que implica que las personas fueron registradas en su lugar habitual de residencia, independientemente del lugar donde se encontraban al momento de la encuesta. Esto difiere del *censo de hecho*, que contabiliza a las personas según el lugar donde pasaron la noche anterior al día del censo. Esta diferencia metodológica podría explicar algunas de las variaciones observadas al comparar los resultados de ambos censos.

Según datos comparativos, la población total del país alcanzó los 17.123.913 habitantes en 2017 y llegó a 18.480.432 en 2024. Si bien las proyecciones del INE estimaban que para esta última fecha la población se acercaría a los 20 millones, el crecimiento observado fue considerablemente menor que el esperado. El incremento registrado —equivalente a 1.356.519 personas en siete años— representa un aumento del 7,34 %, explicado principalmente por una aceleración en la emigración y una sostenida baja en la tasa de natalidad.

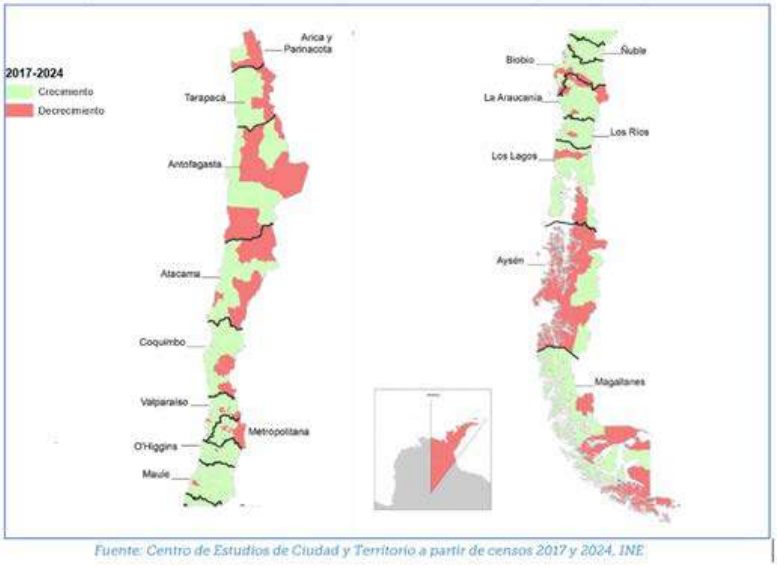
La relación entre población urbana y rural según el Censo 2024 aún no ha sido publicada. Sin embargo, los datos preliminares sugieren una distribución similar a la de 2017, cuando el 87,8 % de la población residía en centros urbanos.

Hasta la fecha, el INE no ha entregado información desagregada sobre la población residente en los distintos tipos de asentamientos (ciudades, pueblos, aldeas y caseríos), como sí se hacía en años anteriores. Por ello, solo es posible estimar de forma aproximada la población correspondiente a la categoría de “ciudades” a partir de los datos comunales del Censo 2024 y de las proyecciones oficiales.

De acuerdo con la definición del INE, se consideran ciudades todas aquellas aglomeraciones urbanas con más de 5.000 habitantes, así como algunas cabeceras de provincia —como Chile Chico, Cochrane, Cabo de Hornos y Putre— que, pese a tener menos de 5.000 habitantes, son clasificadas como ciudades debido a su rol administrativo. Según esta clasificación, existen 261 ciudades en el país, con una población que varía entre los 568.086 habitantes de Puente Alto y los 1.547 habitantes de Putre, según el Censo 2024.

Al comparar ambos censos a nivel comunal y regional, se evidencian importantes disminuciones de población en algunas zonas, y aumentos significativos en otras. Sin embargo, los resultados no coinciden con las proyecciones del INE realizadas en 2021. El estudio realizado por el MINVU/CECT, 2024, indica cuáles comunas en el país han experimentado entre los dos censos 2017 y 2024 incrementos o decrecimiento en su población, que está graficado en la siguiente figura.

Figura 1: Variación de la población por comuna entre 2017 y 2024, por región



Fuente: Centro de Estudios de Ciudad y Territorio a partir de censos 2017 y 2024, INE

1.2.1 LA POBLACIÓN Y LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS EN LAS REGIONES

El análisis de la población urbana por regiones, desde el norte hasta el sur del país, se presenta en las siguientes tablas, desagregadas por región y sus respectivas comunas.

- **Arica-Parinacota**

La región de Arica-Parinacota presenta un incremento de población entre 2017 y 2024, centrada en la ciudad de Arica, mientras que Putre, General Lagos y Camarones experimentan un descenso brusco en su población. El asentamiento humano más importante es la ciudad-puerto de Arica, de gran importancia geopolítica de entrada y salida de productos de Bolivia.

Proyecciones de Población por Comuna y Región 2015-2021 Censos 2017 y 2024

XV Arica y Parinacota

Comuna	2015	2016	Censo 2017	2018	2019	2020	2021	Censo 2024	Dif 2017/2024	%
Arica	235,677	239,710	221,364	247,663	251,548	255,390	250,795	241,653	20,289	8.40
Camarones	778	778	1,255	781	791	791	1,239	861	(394)	(45.76)
General Lagos	594	577	684	530	517	502	810	508	(176)	(34.65)
Putre	2,077	2,084	2,765	2,090	2,094	2,095	2,536	1,547	(1,218)	(78.73)
Total	239,126	243,149	226,068	251,064	254,950	258,778	255,380	244,569	18,501	7.56

ente: INE 2021 (https://www.ine.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-población y Censos Población 2017 y 20

- **Tarapacá**

La región de Tarapacá presenta un crecimiento en población de 39.248 habitantes en gran parte debido al crecimiento de las ciudades de Alto Hospicio y de Iquique. Ambas constituyen un conglomerado urbano de 341.673 habitantes del total de 369.806 habitantes de la región. Iquique, Alto Hospicio y Pozo Almonte son las entidades en la región que tienen la categoría de ciudad. El asentamiento de Colchane experimenta una disminución muy brusca en población, posiblemente derivada del tipo de censo, equivalente al 118,8 % de su población respecto a la registrada en 2017, como se observa en la siguiente tabla.

Proyecciones de Población por Comuna y Región 2015-2021 Censos 2017 y 2024

III Atacama

Comuna	2015	2016	Censo 2017	2018	2019	2020	2021	Censo 2024	Dif 2017/2024	%
Alto del Carmen	6,305	6,412	5,299	6,624	6,736	6,829	5,754	4,788	(511)	-10.67
Caldera	17,542	17,830	17,662	18,369	18,633	18,888	19,612	18,805	1,143	6.08
Chañaral	13,725	13,698	12,219	13,621	13,563	13,511	13,149	12,345	126	1.02
Copiapó	172,231	175,524	153,937	181,962	185,116	188,189	173,253	168,831	14,894	8.82
Diego de Almagro	15,224	14,939	13,925	14,360	14,072	13,785	14,258	11,397	(2,528)	-22.18
Freirina	6,915	6,992	7,041	7,160	7,233	7,306	7,739	7,577	536	7.07
Huasco	10,263	10,429	10,149	10,768	10,930	11,093	11,374	9,369	(780)	-8.33
Tierra Amarilla	17,194	17,530	14,019	18,190	18,500	18,816	14,374	11,846	(2,173)	-18.34
Vallenar	53,087	53,338	51,917	53,747	53,907	54,046	57,224	54,222	2,305	4.25
Total	312,486	316,692	286,168	324,801	328,690	332,463	316,737	299,180	13,012	4.35

Fuente: INE 2021 (https://www.ine.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-población y Censo Poblacion 2024)

- **Antofagasta**

La región de Antofagasta, con una población censada de 635.416 habitantes en 2024, registra una disminución total de 5.534 personas en el período analizado. En la región se ubican varias ciudades, siendo la principal Antofagasta, con 401.096 habitantes y un incremento del 2,81 % respecto del año 2017. La segunda ciudad en jerarquía es Calama, con 166.334 habitantes, la cual presenta una disminución significativa de 15.563 personas, equivalentes al 9,36 %. Tocopilla, tercera ciudad según número de habitantes, también experimenta una reducción poblacional, con una caída del 10,2%.
Por el contrario, Mejillones, con 14.084 habitantes, muestra un importante aumento poblacional del 16,5 %. En el interior de la región, San Pedro de Atacama, centro turístico, experimenta un leve incremento en su población. Finalmente, Taltal también presenta una disminución en el número de habitantes, con una variación cercana al 10 %.

Proyecciones de Población por Comuna y Región 2015-2021 Censos 2017 y 2024

II Antofagasta

Comuna	2015	2016	Censo 2017	2018	2019	2020	2021	Censo 2024	Dif 2017/2024	%
Antofagasta	378,244	384,065	361,873	395,453	400,967	406,362	433,712	401,096	39,223	9.78
Calama	176,459	179,200	165,731	184,543	187,129	189,654	193,343	166,334	603	0.36
María Elena	5,162	5,000	6,457	4,680	4,521	4,371	6,773	4,834	(1,623)	-33.57
Mejillones	11,309	11,541	13,467	11,977	12,192	12,403	15,168	14,084	617	4.38
Ollagüe	313	311	321	306	309	305	283	256	(65)	-25.39
San Pedro de Ata	7,418	7,626	10,996	8,052	8,256	8,476	10,675	9,843	(1,153)	-11.71
Sierra Gorda	3,095	3,151	10,186	3,258	3,314	3,359	1,772	1,472	(8,714)	-591.98
Taltal	13,050	13,174	13,317	13,396	13,509	13,601	13,806	12,097	(1,220)	-10.09
Tocopilla	27,590	27,807	25,186	28,180	28,348	28,507	28,214	25,400	214	0.84
Total	622,640	631,875	607,534	649,845	658,545	667,038	703,746	635,416	27,882	4.39

Fuente: INE 2021 (https://www.ine.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-población y Censo Población 2024)

La región de Atacama incrementa su población en 4,3%, alcanzando en el año 2024 un total de 299.180 habitantes. En su interior, la ciudad de Copiapó es la que más crece en población junto con Vallenar y en menor proporción Caldera, Chañaral y Freirina. Por parte, Diego de Almagro, junto a Tierra de Amarilla y Alto del Carmen, disminuyen su población en porcentajes sobre el 10 %, como se muestra en la siguiente Tabla

Dado que la información censal corresponde a la población total de cada comuna, las respectivas ciudades homónimas también presentan una disminución o crecimiento en su población urbana.

Proyecciones de Población por Comuna y Región 2015-2021 Censos 2017 y 2024

I Tarapacá

Comuna	2015	2016	Censo 2017	2018	2019	2020	2021	Censo 2024	Dif 2017/2024	%
Alto Hospicio	112,142	118,413	108,375	131,512	138,319	145,285	134,085	142,086	33,711	23.73
Camiña	1,293	1,278	1,250	1,272	1,268	1,262	1,384	1,335	85	6.37
Colchane	1,696	1,688	1,728	1,682	1,675	1,671	1,588	790	(938)	-118.73
Huara	2,936	2,943	2,730	2,984	2,983	2,991	3,043	2,858	128	4.48
Iquique	198,123	199,629	191,468	201,948	202,809	203,439	227,127	199,587	8,119	4.07
Pica	6,639	6,653	9,296	6,652	6,648	6,645	6,085	6,272	(3,024)	-48.21
Pozo Almonte	13,940	14,156	15,711	14,562	14,752	14,936	17,853	16,878	1,167	6.91
Total	336,769	344,760	330,558	360,612	368,454	376,229	391,165	369,806	39,248	10.61

Fuente: INE 2021 (https://www.ine.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-población y Censo Población 2024)

- **Atacama**

La región de Atacama incrementa su población en 4,3%, alcanzando en el año 2024 un total de 299.180 habitantes. En su interior, la ciudad de Copiapó es la que más crece en población junto con Vallenar y en menor proporción Caldera, Chañaral y Freirina. Por parte, Diego de Almagro, junto a Tierra de Amarilla y Alto del Carmen, disminuyen su población en porcentajes sobre el 10 %, como se muestra en la siguiente Tabla

Dado que la información censal corresponde a la población total de cada comuna, las respectivas ciudades homónimas también presentan una disminución o crecimiento en su población urbana.

Proyecciones de Población por Comuna y Región 2015-2021 Censos 2017 y 2024

III Atacama

Comuna	2015	2016	Censo 2017	2018	2019	2020	2021	Censo 2024	Dif 2017/2024	%
Alto del Carmen	6,305	6,412	5,299	6,624	6,736	6,829	5,754	4,788	(511)	-10.67
Caldera	17,542	17,830	17,662	18,369	18,633	18,888	19,612	18,805	1,143	6.08
Chañaral	13,725	13,698	12,219	13,621	13,563	13,511	13,149	12,345	126	1.02
Copiapó	172,231	175,524	153,937	181,962	185,116	188,189	173,253	168,831	14,894	8.82
Diego de Almagro	15,224	14,939	13,925	14,360	14,072	13,785	14,258	11,397	(2,528)	-22.18
Freirina	6,915	6,992	7,041	7,160	7,233	7,306	7,739	7,577	536	7.07
Huasco	10,263	10,429	10,149	10,768	10,930	11,093	11,374	9,369	(780)	-8.33
Tierra Amarilla	17,194	17,530	14,019	18,190	18,500	18,816	14,374	11,846	(2,173)	-18.34
Vallenar	53,087	53,338	51,917	53,747	53,907	54,046	57,224	54,222	2,305	4.25
Total	312,486	316,692	286,168	324,801	328,690	332,463	316,737	299,180	13,012	4.35

Fuente: INE 2021 (https://www.ine.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-población y Censo Poblacion 2024)

- **Valparaíso**

La región de Valparaíso se caracteriza por contar, en casi todas sus comunas, con al menos un asentamiento humano de carácter urbano que cumple con el umbral poblacional para ser considerado ciudad, según la definición del INE (INE, 2019). Las únicas excepciones son seis comunas que no presentan en su interior un asentamiento con categoría de ciudad: Isla de Pascua, Juan Fernández, Panquehue, Papudo, Petorca y Zapallar.

Otra particularidad relevante de los asentamientos urbanos en la región es la existencia de diversas conurbaciones, que articulan varias comunas mediante una continuidad física y funcional. Entre ellas destacan:

- **Gran Valparaíso: Valparaíso – Concón – Quilpué – Villa Alemana**
- **Olmué – Limache**
- **Los Andes – Calle Larga**
- **Maitencillo – La Laguna de Zapallar (Puchuncaví – Zapallar)**
- **Quillota – La Calera – Hijuelas – La Cruz**
- **San Antonio – Cartagena – Las Cruces – Santo Domingo**
- **Algarrobo – El Quisco – El Tabo**
- **San Felipe – Villa Los Almendros – Santa María**
- **San Rafael (Los Andes – San Felipe)**
- **Zapallar – Cachagua**

En términos de crecimiento poblacional, la región experimentó un incremento del 4,2 % entre los censos de 2017 y 2024. No obstante, varias comunas presentan una reducción en su población, situación influida en parte por el tipo de levantamiento utilizado en el censo 2024. Un caso destacado es el de Isla de Pascua, que muestra una disminución del 61,5 %. También se registra una baja de población en las comunas de Valparaíso, Los Andes y Santa María.

En contraste, algunas comunas costeras e interiores registran aumentos significativos de población, lo que incide directamente en el desarrollo de asentamientos con categoría de ciudad. Tal es el caso de Concón, El Quisco, El Tabo, Quintero, Papudo y Santo Domingo en la zona costera, junto con Quillota, La Cruz, Limache en el interior, todas las cuales presentan incrementos intercensales significativos, según se detalla en la siguiente Tabla

Proyecciones de Población por Comuna y Región 2015-2021 Censos 2017 y 2024

		V Valparaíso								
Comuna	2015	2016	Censo 2017	2018	2019	2020	2021	Censo 2024	Dif 2017/2024	%
Algarrobo	10,474	10,588	13,817	10,820	10,938	11,032	15,436	16,076	2,259	14.05
Cabildo	20,117	20,137	19,388	20,129	20,129	20,113	20,715	20,015	627	3.13
Calle Larga	14,405	14,712	14,832	15,329	15,637	15,947	16,804	16,597	1,765	10.63
Cartagena	20,213	20,396	22,738	20,733	20,890	21,036	25,815	24,599	1,861	7.57
Casablanca	28,831	29,333	26,867	30,316	30,805	31,296	29,556	29,876	3,009	10.07
Catemu	13,960	14,062	13,998	14,229	14,317	14,389	15,360	13,760	(238)	-1.73
Concón	48,778	50,154	42,152	52,938	54,356	55,805	46,527	48,294	6,142	12.72
El Quisco	13,093	13,359	15,955	13,917	14,191	14,479	18,056	18,971	3,016	15.90
El Tabo	10,116	10,351	13,286	10,839	11,095	11,346	14,587	16,260	2,974	18.29
Hijuela	18,050	18,143	17,988	18,277	18,340	18,400	19,218	19,286	1,298	6.73
Isla de Pascua	6,370	6,600	7,750	7,077	7,327	7,582	8,445	4,800	(2,950)	-61.46
Juan Fernández	857	863	926	880	889	896	1,053	904	(22)	-2.43
La Calera	55,121	55,343	50,554	55,748	55,924	56,067	53,736	50,631	77	0.15
La Cruz	19,145	19,667	22,098	20,721	21,255	21,790	26,008	24,939	2,841	11.39
La Ligua	33,878	33,883	35,390	33,865	33,839	33,803	37,957	39,270	3,880	9.88
Limache	45,398	45,709	46,121	46,320	46,598	46,870	50,439	56,145	10,024	17.85
Llaillay	24,680	24,826	24,608	25,095	25,209	25,331	26,760	25,484	876	3.44
Los Andes	68,041	68,401	66,708	69,048	69,345	69,609	68,401	63,440	(3,268)	-5.15
Nogales	23,783	23,859	22,120	23,984	24,033	24,079	23,559	22,136	16	0.07
Olmué	15,987	16,075	17,516	16,241	16,305	16,374	19,535	19,778	2,262	11.44
Panquehue	7,333	7,361	7,273	7,410	7,427	7,438	7,694	7,269	(4)	-0.06
Papudo	5,263	5,310	6,356	5,369	5,394	5,417	6,270	7,561	1,205	15.94
Petorca	10,323	10,351	9,826	10,405	10,415	10,432	10,590	10,206	380	3.72
Puchuncaví	17,762	18,115	18,546	18,842	19,213	19,572	20,391	22,539	3,993	17.72
Putaendo	16,391	16,469	16,754	16,592	16,648	16,702	17,768	17,336	582	3.36
Quillota	93,633	94,749	90,517	96,948	98,022	99,063	98,561	96,753	6,236	6.45
Quilpué	168,070	170,853	151,708	176,377	179,109	181,831	168,931	162,559	10,851	6.68
Quintero	27,667	28,124	31,923	29,035	29,480	29,931	36,821	35,754	3,831	10.71
Rinconada	10,396	10,703	10,207	11,347	11,681	12,013	11,471	11,855	1,648	13.90
San Antonio	96,764	97,136	91,350	97,780	98,054	98,299	97,323	96,770	5,420	5.60
San Esteban	18,480	18,765	18,855	19,320	19,588	19,859	20,952	20,112	1,257	6.25
San Felipe	73,842	74,337	76,844	75,259	75,696	76,103	84,445	80,413	3,569	4.44
Santa María	15,665	15,836	15,241	16,171	16,334	16,489	16,539	15,134	(107)	-0.71
Santo Domingo	9,299	9,432	10,900	9,673	9,789	9,906	12,126	13,171	2,271	17.24
Valparaíso	295,489	295,731	296,655	296,004	296,007	295,916	317,424	284,938	(11,717)	-4.11
Villa Alemana	138,348	141,729	126,548	148,580	152,035	155,527	141,528	139,571	13,023	9.33
Viña del Mar	323,530	325,195	334,248	328,241	329,616	330,898	364,472	334,871	623	0.19
Zapallar	6,205	6,223	7,339	6,256	6,268	6,274	8,100	7,960	641	8.03
Total	1,825,757	1,842,880	1,815,902	1,876,115	1,892,198	1,907,914	1,979,373	1,896,053	80,151	4.23

Fuente: INE 2021 (https://www.ine.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-poblacion y Censo Población 2024)

- **Santiago Región Metropolitana**

La región de Santiago concentra el 40 % de la población del país y un porcentaje significativo de la población urbana nacional. Es una gran aglomeración urbana conformada por 52 municipios y una población censada al año 2024 de 7.400.741 habitantes. Entre los censos de 2017 y 2024, esta región presenta un incremento en población de 287.933 personas. En su interior está la metrópolis de Santiago, que agrupa al 90 % de la población total de la región, concentrada en 40 de sus 52 comunas. Las características de este extenso asentamiento urbano se analizan con mayor detalle en el apartado dedicado a las conurbaciones urbanas.

La disminución poblacional en

la región metropolitana se manifiesta en varias comunas, con caídas leves en torno al 4 o 5 %, salvo en la comuna de Lo Espejo, donde la caída en población alcanza al 13,1 %. Por el contrario, algunas comunas han experimentado un crecimiento demográfico significativo, tales como Alhué, Buin, Colina, Estación Central, Independencia, La Cisterna, Lampa, Pirque, Padre Hurtado, Quinta Normal y San Miguel, San Pedro, según se detalla en la siguiente tabla.

Proyecciones de Población por Comuna y Región 2015-2021 Censos 2017 y 2024

	XII Santiago									
Comuna	2015	2016	Censo 2017	2018	2019	2020	2021	Censo 2024	Dif 2017/2024	%
Alhué	5,728	5,816	6,444	6,002	6,084	6,179	7,536	7,768	1,324	17.04
Buin	83,211	84,651	96,614	87,491	88,895	90,292	111,934	116,969	20,355	17.40
Calera de Tango	24,577	25,060	25,392	26,007	26,470	26,941	29,019	25,491	99	0.39
Cerrillos	85,349	86,240	80,832	87,958	88,765	89,544	89,520	85,041	4,209	4.95
Cerro Navia	158,299	158,506	132,622	158,723	158,729	158,670	142,304	127,250	(5,372)	(4.22)
Colina	121,233	124,958	146,207	132,607	136,512	140,475	185,599	173,293	27,086	15.63
Conchalí	141,089	141,185	126,955	141,206	141,129	140,988	139,394	121,587	(5,368)	(4.41)
Curacaví	29,641	29,980	32,579	30,651	30,960	31,274	36,991	35,165	2,586	7.35
El Bosque	193,915	194,555	162,505	195,555	195,909	196,166	171,789	155,257	(7,248)	(4.67)
El Monte	35,673	36,377	35,923	37,754	38,440	39,125	40,620	37,497	1,574	4.20
Estación Central	144,982	145,749	147,041	147,153	147,798	148,400	214,470	181,049	34,008	18.78
Huechuraba	95,912	97,470	98,671	100,554	102,062	103,549	114,453	101,808	3,137	3.08
Independencia	83,059	84,354	100,281	86,929	88,209	89,493	147,655	116,943	16,662	14.25
Isla de Maipo	35,298	36,024	36,219	37,473	38,201	38,916	40,803	39,274	3,055	7.78
La Cisterna	92,580	92,831	90,119	93,231	93,377	93,480	101,126	103,157	13,038	12.64
La Florida	388,805	389,392	366,916	390,164	390,353	390,403	405,185	374,836	7,920	2.11
La Granja	143,237	143,558	116,571	144,025	144,176	144,260	122,028	112,022	(4,549)	(4.06)
La Pintana	212,656	213,702	177,335	215,543	216,330	217,034	189,454	175,421	(1,914)	(1.09)
La Reina	101,548	101,614	92,787	101,627	101,589	101,518	100,459	89,870	(2,917)	(3.25)
Lampa	86,975	91,936	102,034	102,571	108,270	114,237	131,436	145,160	43,126	29.71
Las Condes	283,417	285,140	294,838	288,228	289,616	290,869	335,296	296,134	1,296	0.44
Lo Barnechea	103,919	106,187	105,833	110,742	113,037	115,313	126,816	112,620	6,787	6.03
Lo Espejo	120,014	120,145	98,804	120,247	120,230	120,148	103,381	87,295	(11,509)	(13.18)
Lo Prado	112,879	113,146	96,249	113,539	113,669	113,748	104,405	91,290	(4,959)	(5.43)
Macul	124,015	124,492	116,534	125,273	125,596	125,855	136,278	123,800	7,266	5.87
Maipú	549,788	554,548	521,627	563,499	567,675	571,632	584,053	503,635	(17,992)	(3.57)
María Pinto	12,901	13,066	13,590	13,406	13,561	13,728	15,132	15,352	1,762	11.48
Melipilla	116,680	118,142	123,627	120,972	122,339	123,669	143,779	136,325	12,698	9.31
Ñuñoa	220,779	225,109	208,237	233,739	238,014	242,287	255,823	241,467	33,230	13.76
Padre Hurtado	55,909	57,287	63,250	60,088	61,494	62,906	76,219	81,243	17,993	22.15
Paine	66,855	68,101	72,759	70,591	71,829	73,044	84,379	78,828	6,069	7.70
Pedro Aguirre Ce	122,304	122,462	101,174	122,636	122,641	122,600	107,409	96,062	(5,112)	(5.32)
Peñaflor	89,892	91,635	90,201	95,138	96,876	98,603	102,667	94,402	4,201	4.45
Peñalolén	242,766	243,847	241,599	245,621	246,310	246,871	269,296	236,478	(5,121)	(2.17)
Pirque	21,996	22,403	26,521	23,194	23,595	23,979	31,134	29,060	2,539	8.74
Providencia	147,533	149,165	142,079	152,268	153,748	155,166	160,043	143,974	1,895	1.32
Pudahuel	233,252	235,629	230,293	240,165	242,328	244,395	256,607	227,820	(2,473)	(1.09)
Puente Alto	610,118	617,914	568,106	633,021	640,317	647,428	655,033	568,086	(20)	(0.00)
Quilicura	209,417	216,857	210,410	232,263	240,200	248,306	261,993	205,624	(4,786)	(2.33)
Quinta Normal	114,958	115,592	110,026	116,816	117,377	117,930	138,904	129,351	19,325	14.94
Recoleta	168,342	169,372	157,851	171,223	172,058	172,820	193,605	154,615	(3,236)	(2.09)
Renca	151,500	152,399	147,151	154,059	154,791	155,465	161,959	143,622	(3,529)	(2.46)
San Bernardo	297,262	300,435	301,313	306,505	309,391	312,169	339,043	306,371	5,058	1.65
San Joaquín	104,327	104,588	94,492	105,054	105,256	105,409	103,871	95,602	1,110	1.16
San José de Mai	15,003	15,083	18,189	15,209	15,274	15,329	18,917	17,441	(748)	(4.29)
San Miguel	110,237	112,686	107,954	117,619	120,099	122,562	136,835	150,829	42,875	28.43
San Pedro	9,621	9,765	9,726	10,051	10,186	10,323	12,132	11,108	1,382	12.44
San Ramón	99,749	99,860	82,900	100,002	100,023	100,025	86,017	76,002	(6,898)	(9.08)
Santiago	358,332	372,330	404,495	400,869	415,398	430,114	517,280	438,856	34,361	7.83
Talagante	70,720	71,378	74,237	72,600	73,185	73,748	82,900	76,429	2,192	2.87
Tiltil	17,599	17,773	19,312	18,104	18,251	18,409	21,783	19,742	430	2.18
Vitacura	88,323	88,548	85,384	88,892	89,004	89,085	97,695	86,420	1,036	1.20
Total	7,314,176	7,399,042	7,112,808	7,564,857	7,645,626	7,724,879	8,242,459	7,400,741	287933	3.89

Fuente: INE 2021 (https://www.ine.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-poblacion y Censo Poblacion 2024)

- **Región de General O´Higgins**

La población en esta región en el período intercensal 2017 al 2024 incrementó su población en 72.673 personas, crecimiento que es en todas las comunas, salvo la de Peumo. Las comunas con un mayor crecimiento son La Estrella, Litueche, Marchigue, Navidad, Pumanque, comunas eminentemente rurales. El resto de las comunas crece en porcentaje similar al crecimiento regional. Del total de comunas en la región, sólo 19 cabeceras municipales tienen el rango de ciudad, entre las cuales se destacan, Rancagua la capital regional, San Fernando, Rengo, San Vicente y Santa Cruz, como se observa en la siguiente tabla.

Proyecciones de Población por Comuna y Región 2015-2021 Censos 2017 y 2024

O´Higgins

Comuna	2015	2016	Censo 2017	2018	2019	2020	2021	Censo 2024	Dif 2017/2024	%
Chépica	16,081	16,196	15,037	16,362	16,449	16,496	16,003	15,668	631	4.03
Chimbarongo	37,424	37,660	35,399	38,065	38,223	38,350	37,935	37,258	1,859	4.99
Codegua	14,166	14,392	12,988	14,787	14,978	15,143	14,247	13,955	967	6.93
Coinco	7,191	7,217	7,359	7,261	7,281	7,286	7,891	7,916	557	7.04
Coltauco	19,703	19,894	19,597	20,251	20,412	20,558	21,507	21,373	1,776	8.31
Doñihue	20,318	20,499	20,887	20,838	20,981	21,119	22,964	21,925	1,038	4.73
Graneros	33,726	34,212	33,437	35,124	35,535	35,941	36,972	35,938	2,501	6.96
La Estrella	3,305	3,314	3,041	3,349	3,356	3,370	3,113	4,609	1,568	34.02
Las Cabras	23,960	24,134	24,640	24,447	24,574	24,689	27,034	27,554	2,914	10.58
Litueche	6,303	6,355	6,294	6,418	6,455	6,480	6,820	8,852	2,558	28.90
Lolol	6,994	7,022	6,811	7,072	7,088	7,100	7,346	7,791	980	12.58
Machalí	51,665	53,118	52,505	55,831	57,069	58,209	61,254	60,875	8,370	13.75
Malloa	13,861	13,905	13,407	13,972	13,990	13,995	14,213	13,882	475	3.42
Marchihue	7,594	7,623	7,308	7,650	7,661	7,667	7,656	8,715	1,407	16.14
Mostazal	26,433	26,693	25,343	27,157	27,367	27,548	27,765	27,394	2,051	7.49
Nancagua	17,075	17,113	17,833	17,169	17,178	17,171	19,309	18,723	890	4.75
Navidad	5,958	5,980	6,641	6,006	6,013	6,013	6,968	8,885	2,244	25.26
Olivar	15,025	15,248	13,608	15,725	15,994	16,281	14,736	13,901	293	2.11
Palmilla	13,260	13,379	12,482	13,559	13,644	13,713	13,386	13,060	578	4.43
Paredones	6,439	6,389	6,188	6,276	6,212	6,148	6,335	7,228	1,040	14.39
Peralillo	11,562	11,658	11,007	11,828	11,904	11,967	11,946	12,493	1,486	11.89
Peumo	16,089	16,181	14,313	16,345	16,403	16,464	14,987	14,243	(70)	(0.49)
Pichidegua	20,216	20,317	19,714	20,481	20,537	20,583	20,855	20,363	649	3.19
Pichilemu	14,408	14,502	16,394	14,665	14,730	14,787	18,136	19,847	3,453	17.40
Placilla	9,254	9,293	8,738	9,333	9,333	9,322	9,199	9,438	700	7.42
Pumanque	3,470	3,469	3,421	3,451	3,442	3,431	3,532	4,559	1,138	24.96
Quinta de Tilcoco	13,241	13,333	13,002	13,489	13,541	13,596	13,995	13,558	556	4.10
Rancagua	233,389	234,048	241,774	235,222	235,604	235,849	267,829	257,744	15,970	6.20
Rengo	61,102	61,700	58,825	62,827	63,348	63,820	64,313	63,620	4,795	7.54
Requínoa	31,405	32,827	27,968	36,414	38,682	41,359	30,749	29,508	1,540	5.22
San Fernando	73,586	74,030	73,973	74,788	75,092	75,329	79,353	75,585	1,612	2.13
San Vicente	46,985	47,317	46,766	47,873	48,112	48,318	51,100	49,559	2,793	5.64
Santa Cruz	37,563	37,810	37,855	38,222	38,387	38,517	41,511	41,209	3,354	8.14
Total	918,751	926,828	914,555	942,257	949,575	956,619	1,000,959	987,228	72,673	7.36

Fuente: INE 2021 (https://www.ine.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-poblacion y Censo Población 2024)

- **Región del Maule**

La población en esta región En el periodo intercensal 2017 a 2024, creció cerca del 7 %, con crecimiento población registrado de 78.058 personas. Al igual que en la región anterior, solo una comuna, Empedrado, presenta un decremento en población del orden de 3,8 %. El resto de las comunas crecen en población en rango similares al crecimiento regional, con la excepción de comunas que crecieron sobre el 10 % como, Hualañé, Maule, Puyehue, Pencahue Retiro, Romeral y San Rafael.

Del total de comunas en la región, solamente 15 cabeceras municipales tienen el rango de ciudad, entre las cuales son importantes Talca, Curicó, Linares, Cauquenes, Molina, Constitución, Parral, Maule, San Javier, San Clemente, Teno, Romeral, Villa Alegre, Colbún, Hualañé y Retiro, las cuales de alguna manera han incrementado su población en este período intercensal, como se puede aprecia en la siguiente tabla.

Proyecciones de Población por Comuna y Región 2015-2021 Censos 2017 y 2024

Maule

Comuna	2015	2016	Censo 2017	2018	2019	2020	2021	Censo 2024	Dif 2017/2024	%
Cauquenes	40,661	40,401	40,441	39,853	39,544	39,223	44,253	42,798	2,357	5.51
Chanco	9,103	9,037	8,928	8,874	8,785	8,697	9,319	9,446	518	5.48
Colbún	19,444	19,499	20,765	19,561	19,577	19,586	22,813	22,637	1,872	8.27
Constitución	50,754	50,888	46,068	51,161	51,291	51,412	50,479	47,004	936	1.99
Curepto	10,852	10,799	9,448	10,674	10,611	10,534	9,353	9,519	71	0.75
Curicó	144,025	145,344	149,136	147,820	148,959	150,024	165,757	159,968	10,832	6.77
Empedrado	4,478	4,477	4,142	4,461	4,457	4,451	4,196	3,990	(152)	(3.81)
Hualañé	10,241	10,230	9,657	10,182	10,152	10,121	10,232	10,775	1,118	10.38
Licantén	7,267	7,253	6,653	7,227	7,210	7,188	6,993	6,892	239	3.47
Linares	91,030	91,193	93,602	91,379	91,398	91,372	101,895	96,744	3,142	3.25
Longaví	29,526	29,486	30,534	29,348	29,268	29,165	33,051	33,299	2,765	8.30
Maule	49,334	53,238	49,721	61,882	66,634	71,691	62,394	61,081	11,360	18.60
Molina	42,273	42,409	45,976	42,632	42,712	42,767	50,413	48,949	2,973	6.07
Parral	38,686	38,552	41,637	38,227	38,048	37,839	44,844	45,323	3,686	8.13
Pelarco	7,936	7,944	8,422	7,959	7,950	7,958	9,171	9,229	807	8.74
Pelluhue	7,623	7,678	7,571	7,800	7,850	7,896	8,187	8,578	1,007	11.74
Pencahue	8,845	8,840	8,245	8,812	8,796	8,785	8,614	9,181	936	10.19
Rauco	10,044	10,115	10,484	10,250	10,303	10,358	11,384	11,266	782	6.94
Retiro	19,706	19,696	19,974	19,660	19,631	19,574	21,194	22,310	2,336	10.47
Río Claro	13,509	13,505	13,906	13,475	13,448	13,423	14,859	14,276	370	2.59
Romeral	15,112	15,234	15,187	15,459	15,559	15,663	16,370	17,233	2,046	11.87
Sagrada Familia	19,537	19,596	18,544	19,696	19,734	19,751	19,556	19,427	883	4.55
San Clemente	41,556	41,746	43,269	42,067	42,202	42,303	46,751	47,380	4,111	8.68
San Javier	41,099	41,157	45,547	41,197	41,188	41,156	49,994	49,559	4,012	8.10
San Rafael	9,782	9,908	9,191	10,171	10,295	10,412	10,078	11,230	2,039	18.16
Talca	233,339	234,760	220,357	237,283	238,380	239,317	238,343	232,131	11,774	5.07
Teno	28,504	28,591	28,921	28,729	28,781	28,809	31,132	30,113	1,192	3.96
Vichuquén	5,134	5,127	4,322	5,096	5,085	5,066	4,365	4,716	394	8.35
Villa Alegre	15,350	15,306	16,221	15,232	15,179	15,119	17,656	17,919	1,698	9.48
Yerbas Buenas	18,239	18,313	18,081	18,448	18,498	18,542	19,366	20,035	1,954	9.75
Total	1,042,989	1,050,322	1,044,950	1,064,615	1,071,525	1,078,202	1,143,012	1,123,008	78,058	6.95

Fuente: INE 2021 (https://www.ine.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-poblacion y Censo Población 2024)

- **Región de Ñuble**

Esta es una de las últimas regiones creadas en el país, se formó en una escisión de la región del Biobío, está conformada por 21 municipios, predominantemente rurales con algunas ciudades importantes. La región en población censada se incrementó en 34.680 habitantes entre los años 2017 y 2024 en un porcentaje del 6,3 %, al cual crecen un número apreciable de municipios, solamente el municipio de Coelemu decrece en población a un ritmo bajísimo.

Con un crecimiento superior al 9 % se destacan los municipios Bulnes, Coihueco, Ninhue, Ñiquén, Pinto, Ranquil y Treguaco y el municipio de San Nicolás crece al 23,1 %. Del total de municipios de la región solo 8 cabeceras municipales tienen la categoría de ciudad, lo que refuerza la naturaleza rural de la población en la región. Las ciudades más importantes están, el gran Chillán, Bulnes, San Carlos, Yungay, Coelemu, Quillón y Quirihue, todas ellas con la excepción de Coelemu, crecen durante el período intercensal según se indica en la siguiente tabla.

Proyecciones de Población por Comuna y Región 2015-2021 Censos 2017 y 2024

Ñuble										
Comuna	2015	2016	Censo 2017	2018	2019	2020	2021	Censo 2024	Dif 2017/2024	%
Bulnes	21,963	22,002	21,493	22,081	22,112	22,133	22,665	23,863	2,370	9.93
Chillán	179,632	180,348	184,739	181,618	182,153	182,622	200,148	190,382	5,643	2.96
Chillán Viejo	32,319	33,146	30,907	34,829	35,685	36,553	34,311	32,688	1,781	5.45
Cobquecura	5,715	5,689	5,012	5,643	5,621	5,584	5,265	5,495	483	8.79
Coelemu	16,950	17,004	15,995	17,083	17,125	17,164	16,871	15,895	(100)	(0.63)
Coihueco	25,843	25,933	26,881	26,057	26,105	26,159	28,569	29,766	2,885	9.69
El Carmen	12,898	12,851	12,044	12,742	12,690	12,627	12,307	13,186	1,142	8.66
Ninhue	5,827	5,817	5,213	5,781	5,755	5,732	5,402	5,763	550	9.54
Ñiquén	11,665	11,653	11,152	11,579	11,536	11,501	11,565	12,797	1,645	12.85
Pemuco	9,294	9,297	8,448	9,297	9,283	9,276	8,631	8,930	482	5.40
Pinto	11,307	11,363	10,827	11,492	11,546	11,588	11,965	12,502	1,675	13.40
Portezuelo	5,635	5,627	4,862	5,603	5,587	5,575	4,925	5,203	341	6.55
Quillón	16,840	16,914	17,485	17,036	17,089	17,141	18,924	19,165	1,680	8.77
Quirihue	13,419	13,526	11,594	13,742	13,847	13,943	12,214	11,746	152	1.29
Ránquil	6,049	6,065	5,755	6,083	6,099	6,105	6,275	6,508	753	11.57
San Carlos	53,085	53,249	53,024	53,548	53,692	53,815	56,499	55,847	2,823	5.05
San Fabián	4,044	4,070	4,308	4,120	4,135	4,146	4,693	5,245	937	17.86
San Ignacio	16,019	15,943	16,079	15,789	15,709	15,611	16,630	17,405	1,326	7.62
San Nicolás	11,451	11,544	11,603	11,726	11,816	11,895	12,261	15,099	3,496	23.15
Treguaco	5,318	5,295	5,401	5,257	5,238	5,212	5,718	6,124	723	11.81
Yungay	18,248	18,293	17,787	18,354	18,381	18,399	18,670	18,680	893	4.78
Total	483,521	485,629	480,609	489,460	491,204	492,781	514,508	512,289	31,680	6.18

Fuente: INE 2021 (https://www.ine.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-poblacion y Censo Población 2024)

- **Región del Biobío**

Esta región tiene un total de 33 municipios con una población censada en el año 2024 de 1.613.059 habitantes, 56.254 más que los censados en el 2017, con un crecimiento del 3,5 %. En la región aparecen varios municipios que han experimentado un decrecimiento en población en porcentajes cercanos al 1 o 2 %, con la excepción de Lota, que disminuye en cerca del 9 %, y en menor grado del orden del 3 % Curanilahue y Talcahuano. Por otra parte, la comuna de Florida experimenta un alto crecimiento del 18% y entre el 8% y el 12% están las comunas de Cabrero, Negrete, Quilaco, San Pedro de la Paz y Santa Juana.

La región alberga a las comunas que constituyen el Gran Concepción, integrado por 10 comunas con una población de un millón de habitantes, que se describen más en detalle en el capítulo de las conurbaciones. El resto, 10 municipios cuyas cabeceras se consideran ciudades son Los Ángeles, Curanilahue, Mulchén, Nacimiento, Cañete, Arauco, Laja, Cabrero, Santa Juana y Tucapel, como aparecen en la siguiente tabla.

Proyecciones de Población por Comuna y Región 2015-2021 Censos 2017 y 2024

Biobío

Comuna	2015	2016	Censo 2017	2018	2019	2020	2021	Censo 2024	Dif 2017/2024	%
Alto Biobío	6,118	6,034	5,923	5,886	5,817	5,744	6,789	6,016	93	1.55
Antuco	3,945	3,926	4,073	3,891	3,858	3,842	4,312	4,373	300	6.86
Arauco	38,270	38,363	36,257	38,490	38,518	38,521	38,769	37,163	906	2.44
Cabrero	29,136	29,357	28,573	29,773	29,974	30,173	30,842	31,256	2,683	8.58
Cañete	34,202	34,260	34,537	34,287	34,266	34,214	37,139	34,640	103	0.30
Chiguayante	99,036	100,157	85,938	102,321	103,367	104,382	91,435	85,822	(116)	(0.14)
Concepción	229,017	229,118	223,574	229,156	228,960	228,779	238,661	230,375	6,801	2.95
Contulmo	5,581	5,549	6,031	5,449	5,412	5,365	6,340	5,905	(126)	(2.13)
Coronel	115,062	116,256	116,262	118,552	119,664	120,729	126,729	123,648	7,386	5.97
Curanilahue	34,894	34,977	32,288	35,095	35,144	35,157	33,921	31,119	(1,169)	(3.76)
Florida	8,939	8,843	10,624	8,638	8,530	8,433	11,855	12,958	2,334	18.01
Hualpén	108,028	109,436	91,773	112,188	113,524	114,833	97,536	87,731	(4,042)	(4.61)
Hualqui	25,266	25,745	24,333	26,715	27,197	27,670	26,366	25,795	1,462	5.67
Laja	24,040	24,066	22,389	24,089	24,092	24,079	23,896	23,706	1,317	5.56
Lebu	26,567	26,618	25,522	26,706	26,759	26,791	27,128	25,246	(276)	(1.09)
Los Álamos	23,588	23,925	21,035	24,584	24,914	25,230	22,647	21,950	915	4.17
Los Ángeles	194,870	196,454	202,331	199,465	200,866	202,214	220,030	219,441	17,110	7.80
Lota	47,821	47,539	43,535	46,916	46,589	46,241	45,672	39,980	(3,555)	(8.89)
Mulchén	30,485	30,484	29,627	30,435	30,400	30,354	31,078	29,036	(591)	(2.04)
Nacimiento	28,392	28,471	26,315	28,606	28,656	28,699	27,981	26,140	(175)	(0.67)
Negrete	10,252	10,348	9,737	10,544	10,625	10,717	10,474	10,723	986	9.20
Penco	51,611	51,853	47,367	52,315	52,504	52,695	49,975	48,971	1,604	3.28
Quilaco	4,103	4,097	3,988	4,069	4,053	4,040	4,186	4,440	452	10.18
Quilleco	10,033	9,964	9,587	9,814	9,737	9,654	10,023	9,700	113	1.16
San Pedro de la P	130,703	135,093	131,808	144,156	148,811	153,562	148,070	150,992	19,184	12.71
San Rosendo	3,936	3,916	3,412	3,882	3,868	3,843	3,595	3,575	163	4.56
Santa Bárbara	12,929	12,884	13,773	12,767	12,695	12,623	14,625	14,075	302	2.15
Santa Juana	13,705	13,725	13,749	13,742	13,743	13,728	14,819	14,947	1,198	8.01
Talcahuano	178,052	178,500	151,749	179,207	179,474	179,670	158,347	147,322	(4,427)	(3.00)
Tirúa	10,458	10,477	10,417	10,505	10,527	10,528	11,046	10,208	(209)	(2.05)
Tomé	55,752	55,788	54,946	55,810	55,802	55,760	58,873	56,907	1,961	3.45
Tucapel	14,378	14,457	14,134	14,582	14,647	14,700	15,273	15,729	1,595	10.14
Yumbel	21,596	21,593	21,198	21,569	21,553	21,523	22,158	23,170	1,972	8.51
Total	1,630,765	1,642,273	1,556,805	1,664,204	1,674,546	1,684,493	1,670,590	1,613,059	56,254	3.49

Fuente: INE 2021 (https://www.ine.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-poblacion y Censo Población 2024)

- **La región de la Araucanía**

Esta región con 32 comunas, con una población donde se presenta un predominio de la etnia mapuche, del total de mapuches censados en 2024, el 23% reside en la región, principalmente en las comunas de Currarehue, Lonquimay, Padre de las Casas, Freire, Ercilla, Carahue, Lumaco, Teodoro Schmid y Toltén, en donde el 40 al 50 % de población en esas comunas pertenece a la etnia mapuche.

La población censada en la región en 2024 alcanzó a 1.010.423 habitantes, un incremento respecto al año 2017 del 5,3 % equivalente a 53.199 habitantes. Es una región con un predominio de población residiendo en el medio rural, sin embargo, la ciudad de Temuco, capital de la región, junto con la de Padre de las Casas, constituyen una con urbanización con 383.174 habitantes.

Respecto al crecimiento y decrecimiento en población en los municipios en el periodo intercensal 2017 al 2024 en la región, solo hay 5 comunas que experimentaron un decrecimiento limitado, tal vez con la excepción de Lumaco, que bajó un 3,2% en su población. En lo correspondiente al crecimiento, la mayoría de las comunas crecieron al ritmo de crecimiento regional, salvo 4 comunas, Cholchol, Pucón, Vilcún y Villarrica, que crecieron sobre el 10 %.

Junto a la urbanización de Temuco-Padre las Casas, 16 cabeceras municipales tienen la categoría de ciudad, en las que se encuentran los asentamientos de Villarrica, Lautaro, Nueva Imperial, Pucón, Pitrufquén. Collipulli, Loncoche, Traiguén, Curacautín, Carahue Gorbea, Purén Cunco, Renaico, Vilcún y Freire.

Proyecciones de Población por Comuna y Región 2015-2021 Censos 2017 y 2024

		Araucanía								
Comuna	2015	2016	Censo 2017	2018	2019	2020	2021	Censo 2024	Dif 2017/2024	%
Angol	55,289	55,570	53,262	56,103	56,345	56,563	56,289	53,022	(240)	(0.45)
Carahue	26,562	26,515	24,533	26,406	26,341	26,276	25,505	24,957	424	1.70
Cholchol	11,834	11,936	11,611	12,119	12,212	12,287	12,427	13,167	1,556	11.82
Collipulli	24,574	24,638	24,598	24,774	24,832	24,875	26,271	24,303	(295)	(1.21)
Cunco	19,047	18,990	17,526	18,862	18,800	18,724	18,065	19,177	1,651	8.61
Curacautín	17,221	17,164	17,413	17,046	16,969	16,907	18,196	18,536	1,123	6.06
Curarrehue	7,443	7,466	7,489	7,504	7,520	7,533	7,826	7,733	244	3.16
Ercilla	9,197	9,168	7,733	9,112	9,082	9,041	8,446	7,730	(3)	(0.04)
Freire	24,746	24,584	24,606	24,241	24,058	23,867	25,472	26,164	1,558	5.95
Galvarino	12,575	12,523	11,996	12,408	12,341	12,279	12,623	12,710	714	5.62
Gorbea	15,684	15,649	14,414	15,584	15,537	15,492	15,137	14,148	(266)	(1.88)
Lautaro	36,888	37,119	38,013	37,557	37,756	37,952	41,065	41,936	3,923	9.35
Loncoche	23,425	23,354	23,612	23,194	23,109	23,003	24,766	25,158	1,546	6.15
Lonquimay	10,957	10,964	10,251	10,985	10,980	10,981	11,071	10,247	(4)	(0.04)
Los Sauces	7,847	7,838	7,265	7,803	7,791	7,765	7,510	7,348	83	1.13
Lumaco	11,328	11,270	9,548	11,164	11,099	11,039	10,015	9,253	(295)	(3.19)
Melipeuco	5,837	5,835	6,138	5,816	5,798	5,782	6,283	6,796	658	9.68
Nueva Imperial	33,386	33,528	32,510	33,768	33,876	33,976	33,898	33,988	1,478	4.35
Padre Las Casas	86,913	89,163	76,126	93,760	96,098	98,459	83,009	80,656	4,530	5.62
Perquenco	7,267	7,300	6,905	7,366	7,393	7,421	7,241	7,438	533	7.17
Pitrufquén	24,672	24,794	24,837	25,009	25,100	25,184	26,245	27,041	2,204	8.15
Pucón	27,680	28,146	28,523	29,072	29,536	29,991	30,052	32,321	3,798	11.75
Purén	12,973	12,926	11,779	12,822	12,769	12,710	12,167	12,184	405	3.32
Renaico	10,582	10,662	10,250	10,804	10,873	10,942	10,884	10,686	436	4.08
Saavedra	12,977	12,840	12,450	12,571	12,425	12,289	12,764	12,877	427	3.32
Temuco	287,850	290,234	282,415	294,734	296,889	298,974	304,871	292,518	10,103	3.45
Teodoro Schmidt	16,163	16,147	15,045	16,096	16,061	16,028	15,784	15,639	594	3.80
Toltén	11,423	11,391	9,722	11,319	11,274	11,232	10,027	10,041	319	3.18
Traiguén	19,835	19,771	18,843	19,640	19,567	19,473	19,315	18,873	30	0.16
Victoria	34,950	34,911	34,182	34,814	34,762	34,674	35,512	34,464	282	0.82
Vilcún	27,671	27,996	28,151	28,638	28,947	29,264	31,258	31,575	3,424	10.84
Villarrica	55,002	55,582	55,478	56,689	57,231	57,753	59,554	67,737	12,259	18.10
Total	989,798	995,974	957,224	1,007,780	1,013,371	1,018,736	1,019,548	1,010,423	53,199	5.27

Fuente: INE 2021 (https://www.ine.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-poblacion y Censo Población 2024)

- **Región de Los Ríos**

Esta región está conformada por 12 comunas que, en su conjunto, según el censo del 2024 registró un total de 398.230 personas, la mayor parte residen en la comuna de Valdivia, capital de la región. En el periodo intercensal del período 2017 y 2024, la región se incrementó en población en 13.393 personas, un incremento del 3,4 %. Solo una comuna, Paillaco, muestra un pequeño decrecimiento en población. Del total de comunas, 6 de ellas, Lago Ranco, Futrono, Los Lagos, Mariquina y Río Bueno, crecen a un ritmo superior al 6 %, con la excepción del municipio de Marfil que se eleva al 12,13 %.

Un total de 10 de las 16 cabeceras de comunas que tiene el rango de ciudad, junto a Valdivia, se encuentran: La Unión, Río Bueno, Paillaco, Panguipulli, Mariquina, Los Lagos, Lanco, Futrono y Corral. Detalle de la población al 2024 en la región y los valores por comuna aparece en la siguiente tabla

Proyecciones de Población por Comuna y Región 2015-2021 Censos 2017 y 2024

Los Rios

Comuna	2015	2016	Censo 2017	2018	2019	2020	2021	Censo 2024	Dif 2017/2024	%
Corral	5,756	5,761	5,302	5,771	5,775	5,776	5,445	5,501	199	3.62
Futrono	16,489	16,564	14,665	16,709	16,779	16,830	15,251	15,635	970	6.20
La Unión	43,291	43,484	38,036	43,838	44,002	44,157	39,593	38,907	871	2.24
Lago Ranco	10,837	10,854	9,896	10,920	10,938	10,947	10,293	10,527	631	5.99
Lanco	17,620	17,777	16,752	18,091	18,244	18,396	17,762	16,876	124	0.73
Los Lagos	22,593	22,727	19,634	22,988	23,112	23,229	20,527	21,431	1,797	8.39
Máfil	7,460	7,461	7,095	7,456	7,449	7,445	7,390	8,074	979	12.13
Mariquina	22,119	22,385	21,278	22,920	23,186	23,448	23,458	22,973	1,695	7.38
Paillaco	20,883	20,956	20,188	21,094	21,154	21,217	20,848	19,802	(386)	(1.95)
Panguipulli	36,408	36,527	34,539	36,753	36,853	36,923	36,072	35,098	559	1.59
Río Bueno	33,115	33,069	31,372	32,931	32,861	32,781	32,953	33,363	1,991	5.97
Valdivia	167,861	169,735	166,080	173,341	175,090	176,840	178,226	170,043	3,963	2.33
Total	**404,432**	**407,300**	**384,837**	**412,812**	**415,443**	**417,989**	**407,818**	**398,230**	**13,393**	**3.36**

Fuente: INE 2021 (https://www.ine.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-poblacion y Censo Población 2024)

- **La Región de Los Lagos**

La región está conformada por 30 comunas distribuidas en 4 provincias. Es una región extensa en territorio, que abarca la Isla Grande de Chiloé, el sector continental frente a la isla y el extremo sur del Chile continental, caracterizándose por un mar interior rico en tradiciones y recursos marinos. Según el Censo de 2024, la población regional alcanzó los 890.576 habitantes, lo que representa un aumento de 61.576 personas respecto al año 2017, equivalente a un crecimiento del 7 %. Aproximadamente el 50 % de este incremento se concentra en la capital regional, la comuna de Puerto Montt.

Solo seis comunas registran una disminución de población, destacando Chaitén, que presenta una reducción del 26 %, producto del desastre natural y el posterior despoblamiento causado por la erupción del volcán homónimo en 2008. Las otras comunas que experimentan una baja poblacional —en rangos de entre 1 % y 5 %— son Curaco de Vélez, Puerto Octay, Purranque, Quinchao y Río Negro, según se detalla en la siguiente tabla.

De acuerdo con la clasificación de ciudades del INE, en la región existen 12 cabeceras comunales que poseen la categoría de ciudad. Puerto Montt, junto con Puerto Varas y la localidad de Alerce, conforman una conurbación que alberga a cerca de 380.000 habitantes. Otras comunas cuyas cabeceras tienen rango de ciudad son: Osorno, Castro, Ancud, Chaitén, Calbuco, Llanquihue, Frutillar, Purranque, Los Muermos y Dalcahue. Los detalles poblacionales de estas ciudades se presentan en la tabla siguiente.

Proyecciones de Población por Comuna y Región 2015-2021 Censos 2017 y 2024

Los Lagos

Comuna	2015	2016	Censo 2017	2018	2019	2020	2021	Censo 2024	Dif 2017/2024	%
Ancud	43,978	44,128	38,991	44,373	44,476	44,568	42,494	40,949	1,958	4.78
Calbuco	34,864	35,073	33,985	35,471	35,654	35,821	36,997	36,474	2,489	6.82
Castro	48,665	49,068	43,807	49,824	50,159	50,483	47,934	46,997	3,190	6.79
Chaitén	3,740	3,967	5,071	4,394	4,605	4,817	5,033	4,025	(1,046)	(25.99)
Chonchi	15,234	15,365	14,858	15,620	15,745	15,860	16,092	16,078	1,220	7.59
Cochamó	4,124	4,078	4,023	3,990	3,939	3,899	3,991	4,199	176	4.19
Curaco de Vélez	4,167	4,199	3,829	4,286	4,323	4,356	4,086	3,662	(167)	(4.56)
Dalcahue	15,316	15,616	13,762	16,234	16,541	16,839	15,178	14,894	1,132	7.60
Fresia	12,802	12,737	12,261	12,584	12,507	12,418	12,638	12,320	59	0.48
Frutillar	17,272	17,312	18,428	17,371	17,383	17,415	20,387	22,554	4,126	18.29
Futaleufú	3,382	3,417	2,623	3,478	3,513	3,542	2,835	3,062	439	14.34
Hualaihué	11,051	11,165	8,944	11,408	11,519	11,638	9,546	9,480	536	5.65
Llanquihue	18,083	18,137	17,591	18,229	18,268	18,291	18,694	18,088	497	2.75
Los Muermos	16,569	16,441	17,068	16,177	16,030	15,887	17,828	17,162	94	0.55
Maullín	15,722	15,647	14,216	15,492	15,408	15,316	14,859	15,063	847	5.62
Osorno	157,630	157,855	161,460	158,162	158,234	158,259	174,269	166,455	4,995	3.00
Palena	2,126	2,125	1,711	2,119	2,119	2,109	1,826	1,903	192	10.09
Puerto Montt	243,825	248,230	245,902	256,828	261,117	265,292	272,555	277,040	31,138	11.24
Puerto Octay	9,574	9,465	8,999	9,257	9,146	9,026	9,159	8,865	(134)	(1.51)
Puerto Varas	40,756	41,182	44,578	42,027	42,423	42,812	49,332	52,942	8,364	15.80
Puqueldón	4,021	3,986	3,921	3,912	3,882	3,837	4,199	4,048	127	3.14
Purranque	21,417	21,354	20,369	21,197	21,098	21,001	21,060	19,542	(827)	(4.23)
Puyehue	11,052	10,988	11,667	10,864	10,798	10,734	11,800	11,712	45	0.38
Queilén	5,560	5,549	5,385	5,548	5,534	5,531	5,547	5,690	305	5.36
Quellón	30,532	31,122	27,192	32,294	32,867	33,445	29,538	28,460	1,268	4.46
Quemchi	9,091	9,074	8,352	9,012	8,979	8,947	8,779	8,409	57	0.68
Quinchao	8,881	8,826	8,088	8,693	8,625	8,558	8,272	7,678	(410)	(5.34)
Río Negro	13,674	13,517	14,085	13,195	13,028	12,855	14,229	13,874	(211)	(1.52)
San Juan de la Co	7,525	7,410	7,512	7,174	7,056	6,941	7,590	7,776	264	3.40
San Pablo	10,490	10,462	10,030	10,398	10,356	10,318	10,556	10,883	853	7.84
Total	841,123	847,495	828,708	859,611	865,332	870,815	897,303	890,284	61,576	6.92

Fuente: INE 2021 (https://www.ine.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-poblacion y Censo Población 2024)

- **Región de Aysén**

Esta extensa región localizada en el extremo sur del país esta constituida por 10 municipios lo que en su mayoría muestran un decrecimiento en población y la región como un todo entre los años 2017 y el censo del 2024, perdió 2.400 habitantes, principalmente provenientes de las comunas de Puerto Cisnes, con un descenso del 27 %, Guaitecas, con un 15, 3 % y en menor proporción, Aysén, Tortel y Cochrane.

Las cabeceras de municipio que tienen el rango de ciudad son Coyhaique, que mantiene su población, Puerto Aysén con un descenso en población al igual que Cochrane y Chile Chico con un incremento marginal, como se muestra en la siguiente tabla.

Proyecciones de Población por Comuna y Región 2015-2021 Censos 2017 y 2024

Aysén

Comuna	2015	2016	Censo 2017	2018	2019	2020	2021	Censo 2024	Dif 2017/2024	%
Aysén	27,644	27,965	23,959	28,595	28,914	29,212	25,085	23,170	(789)	(3.41)
Chile Chico	5,098	5,127	4,865	5,176	5,214	5,233	5,138	4,905	40	0.82
Cisnes	5,341	5,347	6,517	5,372	5,387	5,408	5,845	5,137	(1,380)	(26.86)
Cochrane	3,356	3,382	3,490	3,430	3,455	3,480	3,704	3,458	(32)	(0.93)
Coyhaique	60,482	61,081	57,818	62,265	62,799	63,343	61,496	57,823	5	0.01
Guaitecas	1,741	1,754	1,843	1,763	1,771	1,781	1,604	1,598	(245)	(15.33)
Lago Verde	996	982	852	959	950	941	919	779	(73)	(9.37)
O´Higgins	672	689	625	722	739	762	665	647	22	3.40
Río Ibáñez	2,347	2,331	2,666	2,281	2,262	2,240	2,705	2,723	57	2.09
Tortel	651	659	523	681	692	702	576	505	(18)	(3.56)
Total	108,328	109,317	103,158	111,244	112,183	113,102	107,737	100,745	(2,413)	(2.40)

Fuente: INE 2021 (https://www.ine.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-poblacion y Censo Población 2024)

- **Región de Magallanes**

Región situada en el extremo sur del país con territorio que alcanza al continente Antártico. La región tiene 10 comunas la mayoría de ellas con baja población y en franco procesos de despoblamiento, se destaca el municipio de Río Verde que en el 2017 tenía 617 habitantes y en el 2014 solo registró 102, algo similar ocurre en los municipios de Cabo de Hornos, Laguna Blanca, Primavera, San Gregorio, Timaukel y Torres del Paine La población total de la región se ha mantenido en torno a los 166.500 habitantes, localizados en las ciudades de Punta Arenas y Puerto Natales, único asentamiento que muestra un incremento del 11 % en su población. La siguiente tabla muestra el deterioro en el despoblamiento de población en esta región

Proyecciones de Población por Comuna y Región 2015-2021 Censos 2017 y 2024

Magallanes

Comuna	2015	2016	Censo 2017	2018	2019	2020	2021	Censo 2024	Dif 2017/2024	%
Antártica	192	196	138	209	214	222	141	60	(78)	(130.00)
Cabo de Hornos	2,828	2,869	2,063	2,949	2,987	3,035	1,983	1,750	(313)	(17.89)
Laguna Blanca	581	569	274	560	555	550	259	269	(5)	(1.86)
Natales	21,553	21,714	21,477	22,005	22,136	22,267	24,044	24,152	2,675	11.08
Porvenir	7,446	7,619	6,801	7,947	8,111	8,273	7,421	6,809	8	0.12
Primavera	531	520	1,158	505	500	495	689	431	(727)	(168.68)
Punta Arenas	130,165	130,738	131,592	131,783	132,236	132,654	143,205	132,363	771	0.58
Río Verde	121	109	617	95	86	79	212	102	(515)	(504.90)
San Gregorio	321	298	799	266	260	252	674	241	(558)	(231.54)
Timaukel	184	177	405	157	153	144	281	157	(248)	(157.96)
Torres del Paine	739	738	1,209	725	729	722	1,040	203	(1,006)	(495.57)
Total	164,661	165,547	166,533	167,201	167,967	168,693	179,949	166,537	4	0.00

Fuente: INE 2021 (https://www.ine.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-poblacion y Censo Población 2024)



SANTIAGO DE CHILE 2025

1.3 LA URBANIZACIÓN

La población de Chile ha experimentado un continuo proceso de urbanización, entendido como el traslado progresivo desde los espacios rurales hacia asentamientos humanos que concentran mejores servicios de seguridad, agua potable, alcantarillado, comunicaciones, educación y, en particular, mayores oportunidades de empleo.

En 1907, la tasa de urbanización del país alcanzaba el **43,7 %**; en 1952 ascendió a **60,2 %**; a comienzos de la década de 1960 se situaba en torno al **70 %**; en 1992 llegó al **84 %** y, según el censo de 2017, alcanzó un **95 %**. Esta cifra se mantiene en el censo de 2024.

Este proceso, cada vez más acelerado, ha implicado que las ciudades requieran mayores extensiones de suelo para viviendas, equipamientos e industrias, presionando sobre terrenos tradicionalmente destinados a la agricultura y ganadería. A ello se suma el impacto de la expansión de la red de carreteras y la legislación que permitió la subdivisión de predios agrícolas en parcelas de al menos 5.000 m², lo que incentivó no solo la expansión de la mancha urbana, sino también la proliferación de **parcelas de agrado**, configurando el fenómeno del **periurbano**.

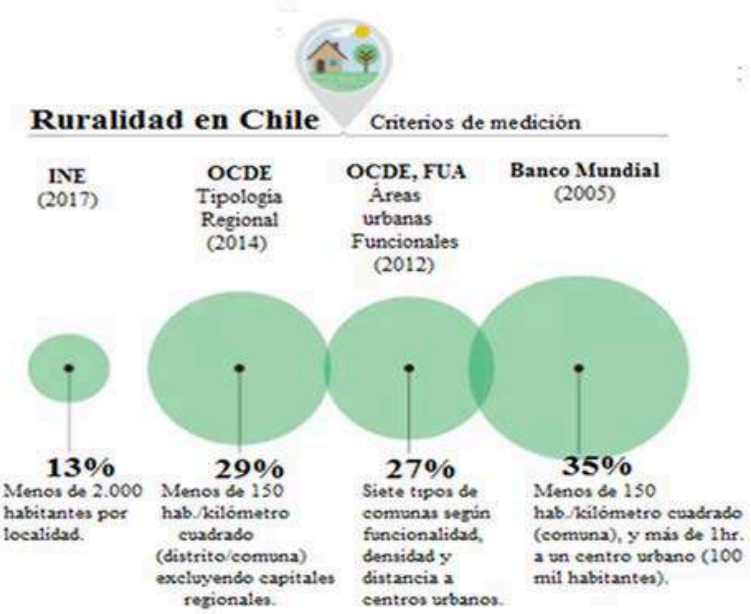
De acuerdo con los levantamientos del *Catastro de Recursos Vegetales Nativos de Chile* elaborados por CONAF, la superficie clasificada como urbana/industrial era de **182.184 hectáreas en 1999**, aumentó a **248.003 hectáreas en 2011**, alcanzó **387.770 hectáreas en 2017** y, según el reporte de noviembre de 2021, llegó a **796.720 hectáreas**, lo que equivale al **1,1 % de la superficie del Chile continental.**

La magnitud de estas cifras, en contraste con los altos porcentajes de población clasificada como urbana en los censos, ha suscitado debate en instituciones vinculadas al mundo rural, así como en organismos internacionales como el Banco Mundial y la OCDE. En respuesta, la **Política Nacional de Desarrollo Rural (PNDR)** propuso un sistema para clasificar las comunas según su grado de ruralidad o urbanidad:

- **Comunas rurales:** densidad poblacional inferior a 150 hab/km² y población máxima de 50.000 habitantes. En esta categoría se encuentran **185 comunas de las 345 del país**.
- **Comunas mixtas:** aquellas en que entre un 25 % y un 49 % de la población reside en distritos censales con densidad menor a 150 hab/km². Se identificaron **78 comunas**.
- **Comunas urbanas:** eminentemente urbanas, con un total de **82 comunas**.

La siguiente figura sintetiza distintos estudios sobre ruralidad; los resultados varían de acuerdo con la fuente: el INE estima que la población rural representa un **13 %**, la OCDE la sitúa entre **27 % y 29 %**, mientras que el Banco Mundial calcula un **35 %**.

Figura 1



Crédito: Presentación Desarrollo rural, del Ministerio de Agricultura, de septiembre de 2018.

1.4 EL SISTEMA DE ASENTAMIENTOS

Del total de **40 ciudades con más de 50.000 habitantes**, de acuerdo con el Censo de Población de 2024, más de la mitad se localiza entre los valles del Aconcagua y del Biobío. Este porcentaje se incrementa aún más si se consideran los centros poblados de menor tamaño.

En el norte de Chile, la ocupación del territorio y el aumento de los niveles de urbanización han estado fuertemente determinados por la **actividad minera**. El crecimiento en número y escala de las explotaciones ha impulsado un desarrollo sostenido de las ciudades con base económica en la minería. A diferencia de la zona central, este poblamiento ha sido altamente concentrado en las principales ciudades productoras y en los puertos de embarque, siguiendo la lógica de una **economía extravertida** que articula de manera casi unidireccional el lugar de explotación con el puerto de salida.

Otro factor decisivo fue la **política de industrialización por sustitución de importaciones**, impulsada por el Estado durante varias décadas. Este modelo, orientado al mercado interno, fomentó la instalación de industrias en las principales urbes, lo que atrajo fuertes corrientes migratorias por la expectativa de empleo. Como consecuencia, aumentó el número de centros urbanos con más de 100.000 habitantes, especialmente entre 1992 y 2017 (ver Tabla XX**).** Así como hay un aumento en el número de ciudades de más de 100 mil habitantes, hay una disminución significativa de aquellas ciudades en rangos menores de población y el Gran Santiago al 2024 sigue siendo el primer conglomerado, a pasos de ser acompañado por el Gran Concepción. No existen cifras recientes pata completar la tabla con los datos del Censo de Población del 2024

Tabla

Cuadro No 2

Ciudades clasificadas por su tamaño, Censos de Población 1992, 2002 y 2017

Rango de asentamientos (Ciudades)	Censo 1992		Censo 2002		Censo 2017	
	Número de asentamientos según rango (Ciudades, Pueblos, Aldeas y Caseríos)	Población por categoría de asentamiento	Número de asentamientos según rango (Ciudades, Pueblos, Aldeas y Caseríos)	Población por categoría de asentamiento	Número de asentamientos según rango (Ciudades, Pueblos, Aldeas y Caseríos)	Población por categoría de asentamiento
De 2000 a 4990	26	98.662	10	21.416	14	28.644
De 5000 a 10.000	58	420.290	70	500.632	81	587.639
De 10.000 a 19.999	91	1.290.930	47	667.294	54	784.981
De 20.000 a 49.999	64	1.994.541	31	1.062.884	42	1.340.485
De 50.000 a 99.999	11	809.592	12	828.525	12	857.355
De 100.000 a 499.999	16	2.279.110	14	2.326.143	19	3.359.971
De 500.000*a 999.999	2	1.417.809	2	1.419.084	2	1.655.474
más de 1.000.000**	1	4.770.995	1	5.457.542	1	6.526.316
Total	269	13.081.929	187	12.283.520	225	15.140.865

Fuente: INE Censos de Población 1992, 2002 y 2017

En las últimas décadas, bajo la estrategia de **apertura económica**, el sistema de asentamientos ha mostrado claras diferencias: mientras algunas ciudades con ventajas comparativas crecieron aceleradamente, dando lugar a procesos de conurbación y formación de sistemas urbanos integrados, otras perdieron dinamismo.

La atención se concentra especialmente en la **Región Metropolitana de Santiago**, que reúne el **44,9% de la población urbana del país** y el **40,1% de la población total**. Esta tendencia concentradora se mantiene prácticamente inalterada desde 1952, con una variación de apenas cuatro puntos (Naciones Unidas, CELADE, 1994; INE, 2002), pero a punto están aglomeraciones de alcanzar el millón de habitantes: Gran Concepción y Gran Valparaíso.

El dinamismo económico de fines del siglo XX refuerza esta tendencia. Entre 1984 y 1989, el PIB creció a un promedio anual de **6,6%**, alcanzando un **7,8%** entre 1990 y 1995, y un **4,5%** en el período 1990-2000., disminuyendo en los años siguientes en torno al 2 o 3 % Estos cambios impactaron en los patrones de consumo, particularmente en el **aumento del parque automotriz**, que pasó de 1,4 millones de vehículos en 1993 a más de 2,1 millones en 2001. De estos, casi la mitad se concentra en la Región Metropolitana.

El indicador de motorización, que mide el número de automóviles por cada mil habitantes, creció de **63 en 1995** a **76 en 1999 y al año 2024 es de 356,7,** un incremento extraordinario en 25 años. Este índice varía notablemente según las regiones del país, como se observa en la siguiente tabla, siendo más alto en las regiones extremas del norte y del sur del país.

Número de vehículos en circulación motorizados y no motorizados, según región. Año 2024

PAIS/ Región	Total	Motorizados	Población Censo 2024	Indice Motorización
Año 2024 /P	**6,727,472**	**6,592,807**	**18,480,432**	**3.567**
Región de Arica y Parinacota	93,206	91,634	244,569	3.747
Región de Tarapacá	168,095	165,07	369806	4.464
Región de Antofagasta	189,392	181,867	635416	2.862
Región de Atacama	110,463	107,233	299180	3.584
Región de Coquimbo	291,949	286,933	832864	3.445
Región de Valparaíso	713,509	699,402	1896053	3.689
Región Metropolitana de Santiago	2,476,153	2,442,537	7400741	3.300
Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	403,491	393,618	987228	3.987
Región del Maule	555,056	540,73	1123008	4.815
Región de Ñuble	196,8	192,018	512289	3.748
Región del Biobío	557,104	544,028	1613059	3.373
Región de La Araucanía	325,804	318,677	1010423	3.154
Región de Los Ríos	151,986	147,059	398230	3.693
Región de Los Lagos	341,029	332,052	890284	3.730
Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	58,911	57,963	100745	5.753
Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	94,524	91,986	166537	5.523

Fuente: Permisos de Vehículos en Circulación 2024, INE.

El aumento paulatino del parque automotriz ha tenido un efecto significativo en la calidad del aire, en especial en las grandes aglomeraciones urbanas. Ante esta dificultad, el gobierno, a través de la Ley 21.305 sobre eficiencia energética y la importancia de los estándares de eficiencia energética vehicular, ha comenzado a regular las emisiones de vehículos que entran cada año al país producto de las importaciones. Si bien la regulación se aplica a todo tipo de vehículos, las medidas han sido más intensas en vehículos pesados de camiones y buses, con respecto a este último tipo de vehículo de transporte
Una medida muy efectiva es el impulso para modificar la matriz vehicular, en especial en el Gran Santiago con la introducción en estos últimos años los buses eléctricos de locomoción colectiva que al 2024 se estima alcanzan a 2.500 de ese total 44 se han establecidos en El Gran Valparaíso y un número menor en el conglomerado urbano de Rancagua- Machalí. A lo anterior hay que agregar el parque de vehículos particulares eléctricos o mixtos que se e estima en 19.000.

1.5 ÁREAS METROPOLITANAS Y CONURBACIONES

1.5.1 EVOLUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL ASOCIADO A LA EXPANSIÓN DE LAS CIUDADES EN EL TERRITORIO

Las áreas metropolitanas corresponden a extensas aglomeraciones urbanas conformadas por municipios contiguos que presentan continuidad edificada y articulación funcional, cuya población supera los 500.000 habitantes. En Chile, esta condición se observa en el Gran Santiago, el Gran Valparaíso el Gran Concepción y de acuerdo con el Censo de Población 2024, se ha incorporado el área metropolitana de Coquimbo - Serena, las cuales adquieren el estatus de metrópolis debido a su escala, densidad y grado de integración territorial. De todas las anteriores la única que adquiere el rango de Gran Metrópolis es Santiago con una población según el censo del 2014 de 6,793,269 habitantes

- **La Metrópolis de Santiago**

El gran Santiago lo conforman un total de 40 comunas circundantes, de las cuales 36 presentan un continuo en su edificación y el resto son partes de comunas adheridas a la gran mancha de construcción, que albergan una población indicada en el párrafo de arriba cubre una superficie edificada de estimada en 641 Km2como se observa en la siguiente imagen satelital. La población por comunas se muestra en la Tabla No 1 en los anexos



Desde la gestión y normativa, persisten vacíos regulatorios nacionales para calidad de sedimentos y para plásticos (micro/nano), aunque se observan avances locales relevantes (p. ej., NSCA Bahía de Quintero–Puchuncaví, 2024) y procesos en curso (Mejillones, Golfo de Arauco). La revisión del D.S. 90/2001 no ha entrado en vigor, manteniendo brechas (p. ej., salinidad en desalación), pero las guías SEA/DIRECTEMAR han fortalecido la estandarización técnica para modelación, predicción y monitoreo en el SEIA.

En síntesis, en el período 2022–2024, el borde costero nacional mantiene buena calidad de aguas para metales traza, mientras que los sedimentos exhiben presiones locales en metales (Cu, Pb, Cd) e HCT, y un aumento general de MOT, N y P, con gradiente norte > sur acuícola; al mismo tiempo, la contaminación por plásticos se consolida como problema estructural transversal. No se observa riesgo ecológico generalizado a escala país, pero sí *hotspots* que requieren vigilancia continua, control focalizado y fortalecimiento normativo. Las prioridades inmediatas son: (i) expandir normas secundarias a bahías críticas; (ii) estandarizar y ampliar monitoreos (incluyendo micro/nanoplásticos y calidad de sedimentos); (iii) gestionar en cuencas para reducir nutrientes, microplásticos y HCT; y (iv) exigir mejores prácticas operacionales en puertos, terminales y polos industriales. Con estas medidas, es posible consolidar la tendencia favorable en aguas, acotar *hotspots* en sedimentos y contener la presión por plásticos, avanzando hacia una mejora sostenida del estado ambiental del borde costero de Chile.

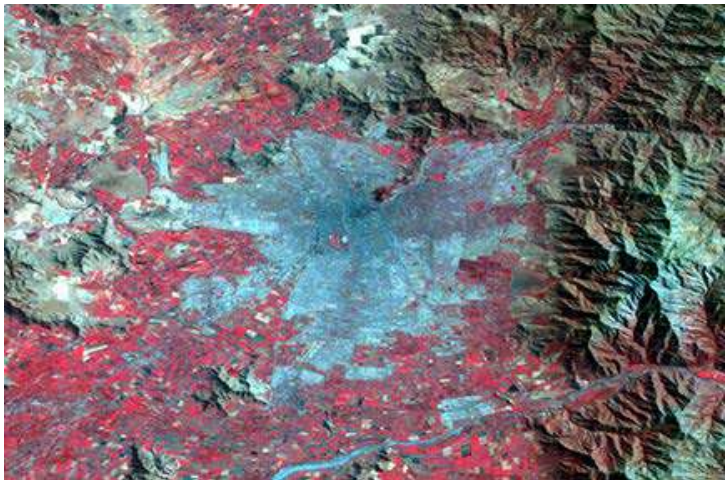
Causas y determinantes del estado de los ecosistemas marinos del borde costero

El estado ambiental del borde costero chileno refleja un sistema sometido a presiones históricas y emergentes que actúan de manera acumulativa y espacialmente heterogénea: en el norte dominan los pasivos mineros, la logística portuaria y las descargas térmicas de centrales costeras; en el centro y centro-norte prevalecen las fuentes difusas agrícolas y los emisarios sanitarios que aún vierten caudales significativos al mar; y en el sur y austral la principal presión corresponde a la acuicultura intensiva, sumada al tráfico marítimo y, en Magallanes, a la extracción de hidrocarburos.

Pese al avance sanitario que implica una cobertura urbana cercana al 99%, los emisarios siguen siendo una vía mayor de transferencia de materia orgánica, nutrientes y contaminantes emergentes hacia ecosistemas sensibles (bahías, estuarios y fiordos), lo que evidencia que el desafío ya no es sólo tratar, sino qué hacer con el efluente tratado. La expansión de la desalinización ha fortalecido la seguridad hídrica en zonas áridas, pero introduce nuevos vectores de impacto (salmuera hipersalina, consumo energético y captación de biota) que exigen estándares de diseño, monitoreo y fiscalización acordes al riesgo local.

En paralelo, la evidencia reciente confirma la presencia y circulación de contaminantes “legados” (metales, hidrocarburos, OCP/PCB) y emergentes (microplásticos, fármacos, PFAS) a lo largo del gradiente latitudinal, incluida la Antártica, lo que obliga a incorporar estos compuestos a los programas de vigilancia ambiental.

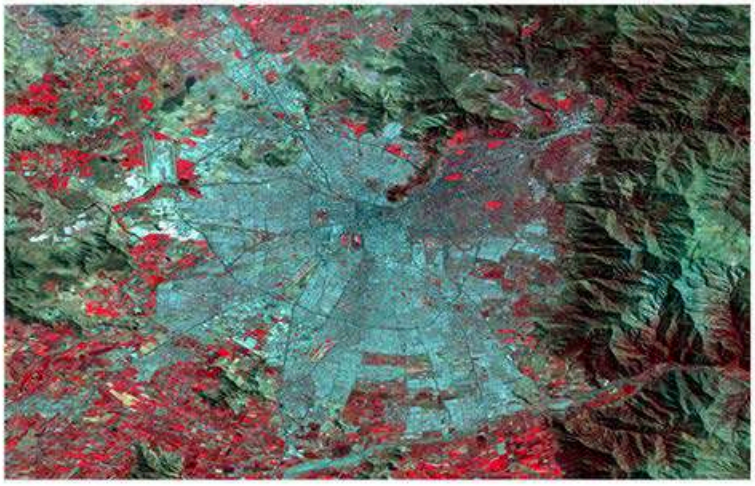
Imagen Satélite Mar. 22, 1975, Landsat 2 (path/row 250/83) — Santiago, Chile Norte



Imágen satelital de Santiago (1985?)



Image satelital Mar. 6, 2017, Landsat 8 (path/row 233/83) — Santiago, Chile



Con el uso de imágenes satelitales en color verdadero o falso de la cuenca de Santiago se observa cómo la mancha urbana del Gran Santiago se ha ido extendiendo paulatinamente a través de los años. Hace 50años atrás la imagen del año 1975 muestra como el Gran Santiago de esa época aún estaba rodeado por un área verde o de actividad agrícola. La mancha urbana aun no cubría el piedemonte, ni se extendida al sur, sin incorporar Puente Alto y San Bernardo, como tampoco se extendida al poniente y al norte. Toda esta imagen cambia drásticamente al observar la del año 2017 en el cual Santiago ha devorado las ciudades de Puente Alto y San Bernardo. De acuerdo con estudios del MINVU 2025 que han estado siguiendo cómo crecen las ciudades importantes del país, muestra que, en el caso de Santiago, entre los años 2017 y 2023, es decir, en 5 años, la ciudad de Santiago creció en 45.211,6 ha.

De acuerdo con los datos censales de 2017 y 2024, el incremento total de población de la metrópolis de Santiago fue inferior al proyectado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Los resultados del censo 2024 indican que la metrópolis creció en 213.091 personas. Las comunas que experimentaron un crecimiento superior a los 30 mil habitantes en el período intercensal fueron Lampa, San Miguel Estación Central, Ñuñoa, y Santiago comunas donde se observa una concentración de población inmigrante. Por el contrario, otras comunas registraron una disminución de habitantes del 4 al 5 %, entre ellas Cerro Navia, Conchalí, El Bosque, La Granja, Lo Prado, Pedro Aguirre Cerda. La comuna Lo Espejo junto a la de San Ramón son las que presentan porcentajes más altos de disminución de población Esta disminución se explica, en parte, que, según los datos de migración del censo 2024 cerca de 200.000 personas que actualmente residen fuera de la Región Metropolitana vivían en ella hace cinco años. (INE, 2024). Como se observa en la siguiente tabla.



Ba Proyecciones de Población por Comuna y Región 2015-2021 Censos 2017 y 2024

La Metrópolis de Santiago

Comuna	2015	2016	Censo 2017	2018	2019	2020	2021	Censo 2024	Dif 2017/2024	%
Calera de Tango	24,577	25,060	25,392	26,007	26,470	26,941	29,019	25,491	99	0.39
Cerrillos	85,349	86,240	80,832	87,958	88,765	89,544	89,520	85,041	4,209	4.95
Cerro Navia	158,299	158,506	132,622	158,723	158,729	158,670	142,304	127,250	(5,372)	(4.22)
Conchali	141,089	141,185	126,955	141,206	141,129	140,988	139,394	121,587	(5,368)	(4.41)
El Bosque	193,915	194,555	162,505	195,555	195,909	196,166	171,789	155,257	(7,248)	(4.67)
Estación Central	144,982	145,749	147,041	147,153	147,798	148,400	214,470	181,049	34,008	18.78
Huechuraba	95,912	97,470	98,671	100,554	102,062	103,549	114,453	101,808	3,137	3.08
Independencia	83,059	84,354	100,281	86,929	88,209	89,493	147,655	116,943	16,662	14.25
Isla de Maipo	35,298	36,024	36,219	37,473	38,201	38,916	40,803	39,274	3,055	7.78
La Cisterna	92,580	92,831	90,119	93,231	93,377	93,480	101,126	103,157	13,038	12.64
La Florida	388,805	389,392	366,916	390,164	390,353	390,403	405,185	374,836	7,920	2.11
La Granja	143,237	143,558	116,571	144,025	144,176	144,260	122,028	112,022	(4,549)	(4.06)
La Pintana	212,656	213,702	177,335	215,543	216,330	217,034	189,454	175,421	(1,914)	(1.09)
La Reina	101,548	101,614	92,787	101,627	101,589	101,518	100,459	89,870	(2,917)	(3.25)
Lampa	86,975	91,936	102,034	102,571	108,270	114,237	131,436	145,160	43,126	29.71
Las Condes	283,417	285,140	294,838	288,228	289,616	290,869	335,296	296,134	1,296	0.44
Lo Barnechea	103,919	106,187	105,833	110,742	113,037	115,313	126,816	112,620	6,787	6.03
Lo Espejo	120,014	120,145	98,804	120,247	120,230	120,148	103,381	87,295	(11,509)	(13.18)
Lo Prado	112,879	113,146	96,249	113,539	113,669	113,748	104,405	91,290	(4,959)	(5.43)
Macul	124,015	124,492	116,534	125,273	125,596	125,855	136,278	123,800	7,266	5.87
Maipú	549,788	554,548	521,627	563,499	567,675	571,632	584,053	503,635	(17,992)	(3.57)
Ñuñoa	220,779	225,109	208,237	233,739	238,014	242,287	255,823	241,467	33,230	13.76
Padre Hurtado	55,909	57,287	63,250	60,088	61,494	62,906	76,219	81,243	17,993	22.15
Paine	66,855	68,101	72,759	70,591	71,829	73,044	84,379	78,828	6,069	7.70
Pedro Aguirre Cer	122,304	122,462	101,174	122,636	122,641	122,600	107,409	96,062	(5,112)	(5.32)
Peñalolén	242,766	243,847	241,599	245,621	246,310	246,871	269,296	236,478	(5,121)	(2.17)
Pirque	21,998	22,403	26,521	23,194	23,595	23,979	31,134	29,060	2,539	8.74
Providencia	147,533	149,165	142,079	152,268	153,748	155,166	160,043	143,974	1,895	1.32
Pudahuel	233,252	235,629	230,293	240,165	242,328	244,395	256,607	227,820	(2,473)	(1.09)
Puente Alto	610,118	617,914	568,106	633,021	640,317	647,428	655,033	568,086	(20)	(0.00)
Quilicura	209,417	216,857	210,410	232,263	240,200	248,306	261,993	205,624	(4,786)	(2.33)
Quinta Normal	114,958	115,592	110,026	116,816	117,377	117,930	138,904	129,351	19,325	14.94
Recoleta	168,342	169,372	157,851	171,223	172,058	172,820	193,605	154,615	(3,236)	(2.09)
Renca	151,500	152,399	147,151	154,059	154,791	155,465	161,959	143,622	(3,529)	(2.46)
San Bernardo	297,262	300,435	301,313	306,505	309,391	312,169	339,043	306,371	5,058	1.65
San Joaquín	104,327	104,588	94,492	105,054	105,256	105,409	103,871	95,602	1,110	1.16
San Miguel	110,237	112,686	107,954	117,619	120,099	122,562	136,835	150,829	42,875	28.43
San Ramón	99,749	99,860	82,900	100,002	100,023	100,025	86,017	76,002	(6,898)	(9.08)
Santiago	358,332	372,330	404,495	400,869	415,398	430,114	517,280	438,856	34,361	7.83
Vitacura	88,323	88,548	85,384	88,892	89,004	89,085	97,695	86,420	1,036	1.20
Total	6,706,274	6,780,418	6,446,159	6,924,872	6,995,063	7,063,725	7,462,469	6,659,250	213,091	3.20

Fuente: INE 2021 (https://www.ine.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-poblacion y Censo Población 2024)

1.5.2 LAS PRINCIPALES CONURBACIONES DEL PAÍS, SEGÚN CENSO DEL 2024

Respecto a las conurbaciones, estas se originan cuando dos o más comunas desarrollan una expansión urbana continua, sin interrupciones físicas entre sus áreas construidas. Este fenómeno, en constante expansión a nivel nacional, se observa en diversos centros urbanos. Un ejemplo es la conurbación Iquique–Alto Hospicio, que, según el último censo, concentra 341.673 habitantes. Más al sur, el área metropolitana de La Serena - Coquimbo alcanzó una población de 513.860 habitantes, evidenciando un crecimiento significativo entre 2017 y 2024.

1.5.2 LAS PRINCIPALES CONURBACIONES DEL PAÍS, SEGÚN CENSO DEL 2024

Respecto a las conurbaciones, estas se originan cuando dos o más comunas desarrollan una expansión urbana continua, sin interrupciones físicas entre sus áreas construidas. Este fenómeno, en constante expansión a nivel nacional, se observa en diversos centros urbanos. Un ejemplo es la conurbación Iquique–Alto Hospicio, que, según el último censo, concentra 341.673 habitantes. Más al sur, el área metropolitana de La Serena - Coquimbo alcanzó una población de 513.860 habitantes, evidenciando un crecimiento significativo entre 2017 y 2024.

CONURBACIÓN IQUIQUE-ALTO HOSPICIO

Comuna	Ciudad	Región	Provincia	Censo(2017)	Censo 2024	Diferencia
Iquique	Iquique (área metropolitana	Tarapacá	Iquique	191,468	199,587	8,119
Alto Hospicio	Alto Hospiio	Tarapacá	Iquique	108,375	142,086	33,711
Total				**299,843**	**341,673**	**41,830**

Fuente: INE Censos de Población y Vivienda 2017 y 2024. Elaboracion propia

CONURBACION LA SERENA-COQUIMBO O GRAN LA SERENA

Comuna	Ciudad	Región	Provincia	Censo (2017)	Censo 2024	Diferencia
La Serena	La Serena (Gran La Serena)	Coquimbo	Elqui	221,054	250,141	29,087
Coquimbo	Coquimbo (Gran La Serena)	Coquimbo	Elqui	227,730	263,719	35,989
Total				**448,784**	**513,860**	**65,076**

Fuente: INE Censos de Población y Vivienda 2017 y 2024. Elaboracion propia

En la zona costera, en Chile Central se localiza el área metropolitana del Gran Valparaíso que reúne 970,233 habitantes, acercándose al millón, que no alcanzó esa cifra en parte por la pérdida de población de la comuna de Valparaíso —que disminuyó en 11.617 habitantes entre 2017 y 2024— y por el bajo crecimiento del resto de las comunas que integran esta conurbación.

GRAN VALPARAISO

Comuna	Ciudad	Región	Provincia	Censo (2017)	Censo 2024	Diferencia
Viña del Mar	Viña del Mar (Gran Valparaís	Valparaíso	Valparaíso	334,248	334,871	623
Valparaíso	Valparaíso (Gran Valparaíso	Valparaíso	Valparaíso	296,555	284,938	(11,617)
Quilpué	Quilpué (Gran Valparaíso)	Valparaíso	Marga Marga	151,708	162,559	10,851
Villa Alemana	Villa Alemana (Gran Valpara	Valparaíso	Marga Marga	126,548	139,571	13,023
Concón	Concón (Gran Valparaíso)	Valparaíso	Valparaíso	42,152	48,294	6,142
Total				**951,211**	**970,233**	**19,022**

Fuente: INE Censos de Población y Vivienda 2017 y 2024. Elaboracion propia

En la misma región se encuentra la conurbación San Antonio–Cartagena–El Quisco, que en 2024 alcanzó una población de 140.340 habitantes. En el interior, en el valle de Aconcagua, destaca la conurbación Quillota–La Calera–La Cruz, con un total de 172.323 habitantes. En el alto del río Aconcagua, la ciudad de San Felipe esta conurbada con el Almendral y Santa María y la ciudad de los Andes con Calle Larga y San Esteban

CONURBACIÓN CARTAGENA .SAN ANTONIO

Comuna	Ciudad	Región	Provincia	Censo (2017)	Censo 2024	Diferencia
San Antonio	San Antonio (Gran S	Valparaíso	San Antoni	91,350	96,770	5,420
Cartagena	San Antonio (Gran	San Antonio)		22,738	24,599	1,861
El Quisco	San Antonio (Gran	San Antonio)		15,955	18,971	3,016
Total				**130,043**	**140,340**	**10,297**

Fuente: INE Censos de Población y Vivienda 2017 y 2024. Elaboracion propia

CONURBBACIÓN QUILLOTA- CALERA

Comuna	Ciudad	Región	Provincia	Censo (2017)	Censo 2024	Diferencia
Quillota	Quillota (Conurb. Quillota-C	Valparaíso	Quillota	90,512	96,753	6,241
La Calera	La Calera	Valparaíso	Quillota	50,554	50,554	0
La Cruz	La Cruz	Valparaíso	Quillota	22,098	24,939	2,841
Total				**163,164**	**172,246**	**9,082**

Fuente: INE Censos de Población y Vivienda 2017 y 2024. Elaboracion propia

En la Región de O'Higgins, sobresale la conurbación Rancagua–Machalí, que concentra 347.274 habitantes. Por su parte, la ciudad de Talca, junto con sus municipios circundantes, se encuentra en proceso de consolidarse como un grupo urbano relevante, con una población superior a los 250.000 habitantes.

El área metropolitana del Gran Concepción está compuesta por 10 municipios conurbanos y una población de 997.543 personas.

GRAN CONCEPCION

Comuna	Ciudad	Región	Provincia	Censo(2017)	Censo 2024	Diferencia
Concepción	Concepción (Gran Concepc	Biobío	Concepción	223,574	230,375	6,801
Talcahuano	Talcahuano (Gran Concepci	Biobío	Concepción	151,749	147,322	(4,427)
San Pedro de la	San Pedro de la Paz (Gran C	Biobío	Concepción	131,808	150,992	19,184
Coronel	Coronel (Gran Concepción)	Biobío	Concepción	116,232	123,648	7,416
Hualpén	Hualpén (Gran Concepción)	Biobío	Concepción	91,773	87,731	(4,042)
Chiguayante	Chiguayante (Gran Concepc	Biobío	Concepción	85,938	85,822	(116)
Penco	Penco (Gran Concepción)	Biobío	Concepción	47,367	48,971	1,604
Lota	Lota (Gran Concepción)	Biobío	Concepción	43,535	39,980	(3,555)
Tomé	Tome (Gran Concepción)	Biobío	Concepción	54,946	56,907	1,961
Hualqui	Hualqui (Gran Concepción)	Biobío	Concepción	24,333	25,795	1,462
Total				**971,255**	**997,543**	**26,288**

Fuente: INE Censos de Población y Vivienda 2017 y 2024. Elaboracion propia

En la Región de La Araucanía, la conurbación Temuco–Padre Las Casas forma un conglomerado urbano de 373.174 habitantes. Finalmente, en el sur del país, destaca la conurbación Puerto Montt–Puerto Varas–Los Alerces, con una población cercana a los 350.000 habitantes.



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

1.6. CRECIMIENTO DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS DE LAS PRINCIPALES CIUDADES DEL PAÍS

El crecimiento desregulado de las ciudades en el país constituye un motivo de preocupación para los especialistas en planificación urbana, debido no sólo a los impactos ambientales asociados a la expansión continua de edificaciones —que conlleva la reducción de áreas verdes y el desplazamiento de actividades agropecuarias o forestales—, sino también a las implicancias en la salud pública, la calidad del aire, la congestión urbana, la generación de focos de pobreza y la pérdida de condiciones ambientales favorables para la habitabilidad.

Ante este escenario, resulta imperativo incorporar enfoques integrados de planificación urbana y ordenamiento territorial que adopten la sostenibilidad ambiental como eje estructurante. Ello implica fortalecer los mecanismos de coordinación intercomunal, establecer límites precisos al crecimiento urbano, promover procesos de densificación equilibrada y proteger áreas de alto valor ecológico. Estas acciones permitirían mitigar los impactos negativos derivados de la expansión urbana y favorecer la transición hacia modelos de desarrollo más resilientes e inclusivos.

Entre los diversos problemas que enfrentan los asentamientos humanos y las ciudades, destaca la expansión progresiva sobre suelos destinados a actividades agropecuarias, forestales o recreativas. Desde hace algunos años, la Corporación Nacional Forestal (CONAF) realiza levantamientos periódicos, mediante el uso de imágenes satelitales, para identificar y clasificar los usos del suelo desde la perspectiva de la cobertura vegetal. Una de las categorías de este catastro corresponde a la identificación, mapeo y cuantificación de las “áreas urbanas e industriales”.

Con el tiempo, esta categoría parece haber incorporado otras formas de ocupación del territorio, como zonas de actividad minera, superficies destinadas a la generación de energía renovable —particularmente eólica y fotovoltaica, con una expansión significativa en el desierto del norte— e incluso parcelas de agrado. Este proceso ha derivado en un aumento sustancial de la superficie registrada en dicha categoría.
Según el levantamiento publicado por CONAF en 2017, la superficie total nacional clasificada como “áreas urbanas e industriales” ascendía a 387.770 hectáreas. En su informe más reciente, correspondiente a 2024, esta cifra alcanzó las 837.646 hectáreas, equivalentes a aproximadamente el 1,2 % de la superficie continental del país. En otras palabras, en un período de cinco años se produjo un incremento cercano a las 450.000 hectáreas en esta categoría, como se observa en las siguientes tablas.

Cuadro No Superficie Urbana e Industriales en has

REGIÓN	Áreas Urbanas e Industriales	Año de Actualización
Arica y Parinacota	10.577,4	2014
Tarapacá	1.197,9	1995
Antofagasta	3.315,3	2008**
Atacama	1.440,2	2007**
Coquimbo	39.360,9	2015
Valparaíso	58.504,8	2012
Metropolitana	134.760,5	2012
O'Higgins	33.704,1	2012
Maule	16.182,5	2008
Biobío*	41.494,0	2015
La Araucanía	15.917,7	2013
Los Ríos	6.898,9	2013
Los Lagos	16.627,0	2012
Aysén	3.119,0	2011
Magallanes y de La Antártica	4.669,4	2004-2005
TOTAL PAÍS	**387.770**	

Fuente. CONAF Superficie de usos del suelo regional, 2017

Tabla No Superficie Urbana e Industriales en has

Región	Areas urbanas e Industriales	%	Año actualización	Superficie en Has.
Arica Parinacota	10,577	1.3	2015	1,894,479.60
Tarapacá	67,993.80	8.1	2016	4,228,804.20
Antofagasta	273,150.30	32.6	2018/20	12,605,964.00
Atacama	46,177.80	5.5	2018	7,563,725.90
Coquimbo	39,360.90	4.7	2015	4,061,627.70
Valparaíso	72,055.50	8.6	2019	1,697,536.60
Metropolitana	146,361.20	17.5	2019	1,539,631.80
OHiggins	41,139.00	4.9	2020	1,634,462.60
Maule	26,602.80	3.2	2016	3,330,76.30
Ñuble	11,236.50	1.3	2015	1,310,237.90
Biobío	30,257.20	3.6	2015	3,706,800.00
La Araucanía	18,510.40	2.2	2017	3,178,217.80
Los Rios	8,864.20	1.1	2018	1,834,964.00
Los Lagos	20,409.00	2.4	2011	4,839,491.90
Aysén	3,119.00	0.4	2017/19	10,836,056.10
Magallanes y la Antart	21,831.30	2.6	2019	13,469,451.40
Total	**837,646**	**100.0**		**74,401,451.50**

Fuente: CONAF Catastro de los Recursos Vegetacionales y Uso de la Tierra de Chile. Actualizaciones al año 2024

Por otra parte, el crecimiento urbano de las principales ciudades del país constituye también una preocupación para el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, a través del Centro de Estudios de Ciudad y Territorio (CECT). Esta institución realiza el seguimiento de la extensión superficial de 1.200 asentamientos humanos distribuidos a lo largo del país, con una periodicidad de dos a tres años.

La siguiente tabla presenta la magnitud del crecimiento, en hectáreas, de 16 ciudades entre los años 1992 y 2023. Al comparar la superficie urbana de estas ciudades en los años 2017 y 2023, se observa un incremento cercano a 80.000 hectáreas en tan solo cinco años, concentrándose el 57 % de dicho aumento en el Gran Santiago. Otras ciudades que registran crecimientos superiores al 30 % respecto de la superficie ocupada en 2017 son: Rancagua–Machalí, Talca–Culenar, Chillán–Chillán Viejo, Temuco–Padre Las Casas, Puerto Montt–Puerto Varas, Coyhaique, Punta Arenas y Santiago. En este grupo, destaca el caso de Punta Arenas, cuyo aumento alcanza un 67,1 %, considerado extremadamente elevado.

Independientemente de las metodologías utilizadas para medir el crecimiento de las ciudades o de las áreas urbanas e industriales, estas cifras evidencian la existencia de un problema relevante que demanda la atención prioritaria de las autoridades responsables de la planificación urbana y rural del país.

Tabla No Crecimiento Territorial de Ciudades 1992-2003-2017-2023

Ciudad	Sup. (Ha) 1992(1)	Sup. (Ha) 2003(1)	up. (Ha) 2017(2	2023	Dif 2017-2023	% crecimiento
Arica	1580.7	1836.35	3181.2	3,544.39	363.19	10.2
Iquique.Alto Hospicio	1521.1	2501.4	4014.1	4,335.76	321.66	7.4
Antofagasta	2268.5	2686.21	4874.6	4,741.09	-133.51	-2.8
Copiapó-Tierra Amarilla	1100.7	1374.34	3457.5	3,410.34	-47.16	-1.4
La Serena -Coquimbo	2584.8	4328.63	9558.6	10,594.01	1,035.41	9.8
Gran Valparaíso	8854.8	11115.87	19071.9	21,588.29	2,516.39	11.7
Rancagua-Machali-GL	2138.8	3034.9	6012.1	8,741.41	2,729.31	31.2
Talca-Culenar	1823.6	2646.76	4525.8	7,680.59	3,154.79	41.1
Chillán-Chillán Viejo	1827.7	2854.65	3122.5	5,655.51	2,533.01	44.8
Gran Concepción	8941	13354.5	19261.5	23,097.19	3,835.69	16.6
Temuco -Padre Las Casas	2183.5	3536.92	5137.7	7,955.79	2,818.09	35.4
Valdivia	1637.6	1987.24	2679.3	5,278.50	2,599.20	49.2
Puerto Montt-Puerto Vara	1759.8	2343.88	4452.9	9,431.79	4,978.89	52.8
Coihaique	642	800.6	946.4	2,140.02	1,193.62	55.8
Punta Arenas	1704.8	2155.86	3102	9,416.02	6,314.02	67.1
Gran Santiago	55373.9	69781.74	83789.2	129,000.76	45,211.56	35.0
Total	**95943.3**	**126339.85**	**177187.3**	**256,611.46**	**79,424.16**	**31.0**

Fuentes (1) MINVU Medición de la supericie ocupada por las ciudades de Chile de más de 15000 habitantes 1993-2023 ;MINVU, IINE,PNUD Metodología para medir crecimiento urbano de las ciudades de Chile

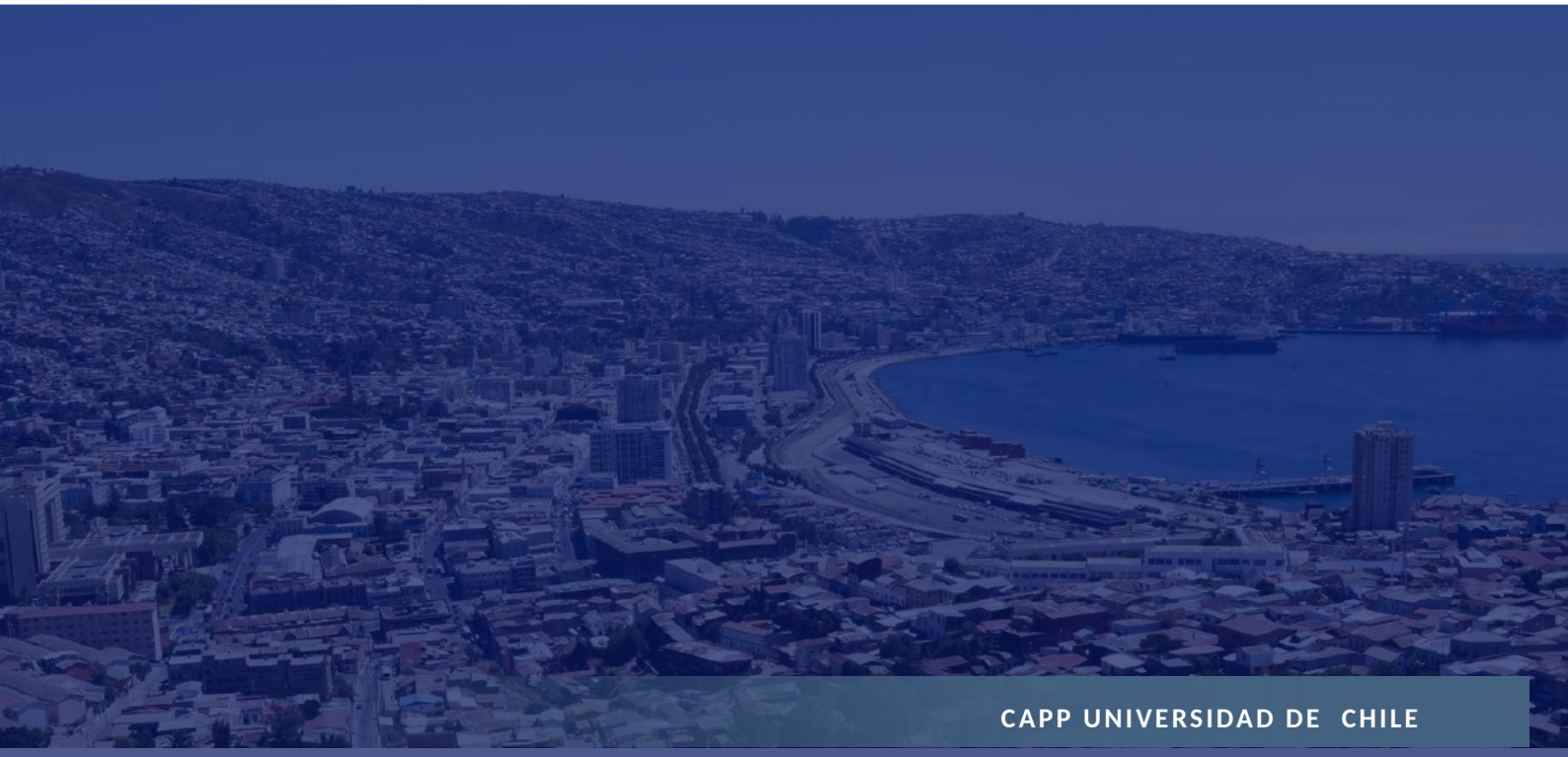
1.6.1 LAS PRINCIPALES AGLOMERACIONES URBANAS EN CHILE, SEGÚN CENSO DE 2024

El reciente Censo Nacional de Población y Viviendas, ejecutado por el INE con referencia al año 2024, aún no ha publicado la totalidad de las variables recolectadas sobre población y viviendas. Por ahora, solo se dispone de datos agregados de población por comuna, desagregados por tramos de edad, sin información sobre la clasificación entre población urbana y rural. Dadas las condiciones demográficas del país, respecto a las categorías de urbano/rural, probablemente los resultados definitivos sean muy similares a los observados en el censo de 2017.

Considerando esta limitación, y a partir de un listado de ciudades identificadas como tales en el censo de 2017, se elaboró una tabla que incluye todas las comunas/ciudades, así como las aglomeraciones conurbadas de más de 50.000 habitantes. Este ejercicio permitió establecer que existen 40 comunas/ciudades que cumplen con dicho criterio y que, en conjunto, concentran 14.796.773 habitantes, equivalentes al 80 % de la población nacional.

El mapa que se presenta a continuación muestra la distribución territorial de estas comunas/ciudades. La cifra anterior evidencia el alto grado de concentración poblacional en grandes aglomeraciones urbanas, sin considerar agrupaciones de asentamientos humanos con menos de 50.000 habitantes.

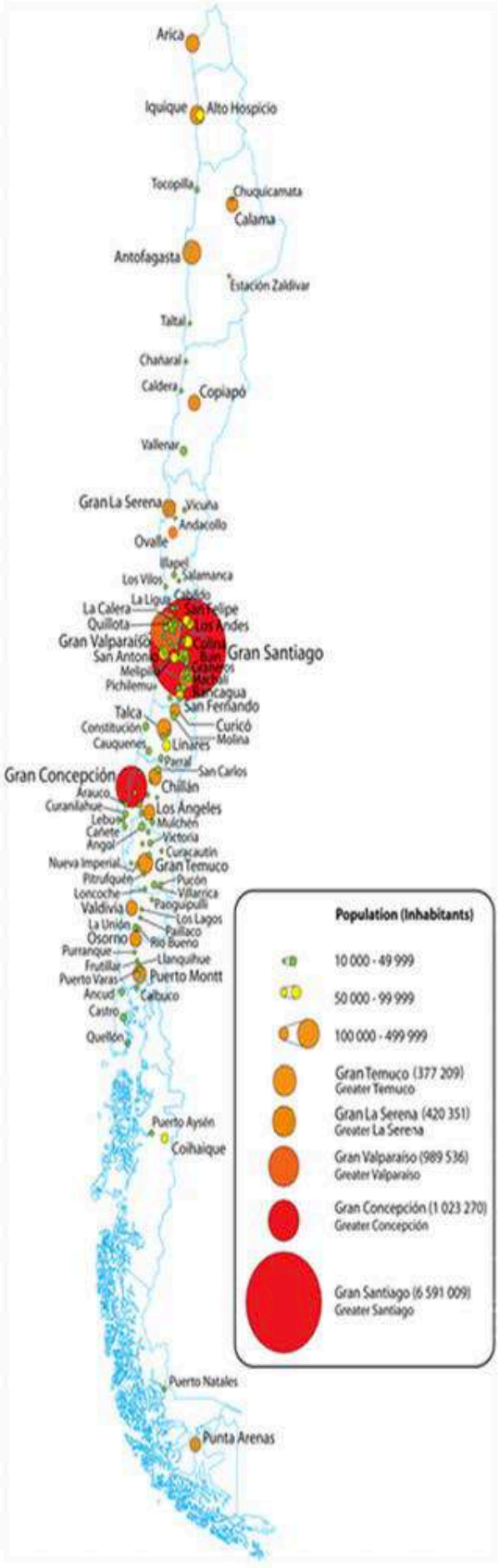
El análisis regional revela que todas las regiones del país cuentan con comunas/ciudades dentro de este rango poblacional; sin embargo, la mayor concentración se observa entre las regiones de Valparaíso y Biobío, donde se localizan las conurbaciones más extensas e intensas del país: el Gran Santiago, el Gran Valparaíso y el Gran Concepción. Estas tres áreas metropolitanas, por sí solas, concentran 8.627.026 habitantes, lo que equivale al 47 % de la población nacional, y además albergan en su territorio asentamientos de menor jerarquía, pero concentrados.



Municipios/ciudades de más de 50,000 habitante

CIUDADES DE MAS DE 50,000 HABITANTES			
N.°	Denominación	Región	Censo 2024
1	Gran Santiago (C)	Santiago	6,676,420
2	Gran Concepción (C)	Biobío	997,543
3	Gran Valparaíso (C)	Valparaíso	970,233
4	Gran La Serena (C)	Coquimbo	513,860
5	Antofagasta (C)	Antofagasta	401,096
6	Gran Temuco (C)	Araucanía	373,174
7	Gran Iquique (C)	Tarapacá	341,673
8	Gran Puerto Montt (C)	Los Lagos	329,982
9	Gran Rancagua (C)	O'Higgins	318,619
10	Arica (C)	Arica y Parinacota	241,653
11	Talca (C)	Maule	232,131
12	Gran Chillán (C)	Ñuble	223,070
13	Los Ángeles	Biobío	219,441
14	Calama	Antofagasta	166,334
15	Colina	Santiago	173,293
16	Gran Quillota	Valparaíso	172,246
17	Valdivia (C)	Los Ríos	170,043
18	Copiapó (C)	Atacama	168,831
19	Osorno	Los Lagos	166,455
20	Curicó	Maule	159,968
21	Lampa	Santiago	145,160
22	Gran San Antonio	Valparaíso	140,340
23	Melipilla	Santiago	136,325
24	Punta Arenas (C)	Magallanes	132,363
25	Ovalle	Coquimbo	118,696
26	Buin	Santiago	116,969
27	Linares	Maule	96,744
28	Peñaflor	Santiago	94,402
29	San Felipe	Valparaíso	80,413
30	Los Andes-Calle Larga	Valparaíso	80,037
31	Paine	Santiago	78,828
32	Talagante	Santiago	76,429
33	San Fernando	O'Higgins	75,585
34	Villarrica	Araucanía	67,737
35	Rengo	O'Higgins	63,620
36	Coyhaique (C)	Aysén	57,823
37	Limache	Valparaíso	56,145
38	San Carlos	Ñuble	55,847
39	Vallenar	Atacama	54,222
40	Angol	Araucanía	53,022
TOTAL			14,796,772

Fuente: INE Censo de Poblacion y Vivienda de 2024



1.6.2 LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS Y EL TERRITORIO

Los asentamientos están estrechamente ligados al territorio que les sirve de base, del que forman parte y al que, en cierto modo, influyen. En este sentido, el análisis diferenciado de las cifras demográficas permite completar la visión acerca de los asentamientos y de sus potencialidades y desventajas en materia de desarrollo.

La densidad promedio en Chile, según el INE, medida de habitantes por km², ha experimentado cambios a medida que la población ha aumentado. En el año 2002 fue 19,9 hab/km², y en 2024 llegó 24,44 habitantes por km², teniendo en cuenta que el país tiene una superficie, sin considerar el territorio Antártico chileno, de 756.102 km². A nivel regional, la mayor densidad se presenta en la Región Metropolitana con 480,5 hab/km², seguida por la Región de Valparaíso con 115,6 hab/km². Las zonas extremas del país son aquellas que presentan una menor densidad: la Región de Atacama y Antofagasta las que tienen apenas una densidad de 4 y de 5 hab/Km2 respectivamente y la Región de Aisén tan sólo 0,9 hab/Km2, lo que la convierte en la región menos poblada de Chile, apenas superada por la de Magallanes y de La Antártica Chilena con 1,3 hab/Km2.

Como una forma de aproximación a las características físicas del territorio que sustenta el sistema de asentamientos del país, se han agrupado las regiones por zonas, en función de cierta afinidad geográfica e histórica, lo que facilita la comprensión del tipo de ventajas y dificultades de los distintos asentamientos.

Como se aprecia en la siguiente tabla, la población del país se concentra principalmente en tres regiones. La mayor concentración se produce en la Región Metropolitana, con 7.400.741 habitantes, lo que corresponde al 40% de la población nacional en 2024.

Tabla Sup-Xregiones y densidad

	Región	Población Censo 2024.	Superficie (km²)	Densidad (hab/km²)	Porcentaje
1	Arica y Parinacota	244569	16873	14.5	2.2
2	Tarapacá	369806	42226	8.8	5.6
3	Antofagasta	635416	126049	5.0	16.7
4	Atacama	299180	75176	4.0	9.9
5	Coquimbo	832864	40580	20.5	5.4
6	Valparaíso	1896053	16396	115.6	2.2
7	Metropolitana de Santiago	7400741	15403	480.5	2.0
8	OHiggins	987228	16387	60.2	2.2
9	Maule	1123008	30296	37.1	4.0
10	Ñuble	512289	13179	38.9	1.7
11	Biobío	1613059	23890	67.5	3.2
12	Araucanía	1010423	31842	31.7	4.2
13	Los Ríos	398230	18430	21.6	2.4
14	Los Lagos	890284	48584	18.3	6.4
15	Aysén	100745	108494	0.9	14.3
16	Magallanes	166537	132297	1.3	17.5
	Total	**18480432**	**756102**	**24.4**	**100**

Fuente: Censo Nacional de Población 2024



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

1.7 EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS

1.7.1 EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS CIUDADES DE CHILE

El cambio climático (CC) constituye uno de los principales desafíos para el desarrollo urbano en Chile. Sus impactos se manifiestan de manera diferenciada según la localización geográfica, el grado de urbanización y las condiciones socioeconómicas de la población. En las ciudades, el aumento de temperaturas, la reducción de precipitaciones y la ocurrencia de eventos climáticos extremos generan presiones significativas sobre la infraestructura, los servicios básicos y el bienestar de las comunidades urbanas (IPCC, 2021; CEPAL, 2022).

Las áreas urbanas experimentan un incremento sostenido de la temperatura superficial, intensificado por el fenómeno de las **islas de calor urbanas**. Este proceso afecta de manera crítica a los grupos de mayor vulnerabilidad —adultos mayores, niños y personas con limitados recursos económicos—, quienes carecen de infraestructura adecuada para mitigar sus efectos (MOP, 2023).

En la zona central del país se registra una disminución estructural de las precipitaciones, lo que ha derivado en una **sequía prolongada** con consecuencias para el abastecimiento urbano de agua potable y para la disponibilidad de recursos hídricos en los sistemas naturales (DGA, 2024). Las ciudades enfrentan una mayor exposición a **eventos extremos**, tales como lluvias torrenciales, olas de calor y sequías prolongadas. Estos fenómenos incrementan el riesgo de **inundaciones, incendios forestales y aluviones**, afectando la seguridad de las personas y la continuidad de los servicios urbanos (ONEMI, 2023).

La disminución de corrientes de ventilación y el aumento de condiciones áridas han contribuido al **empeoramiento de la calidad del aire**, especialmente en ciudades de clima mediterráneo y templado, con consecuencias directas sobre la salud respiratoria y cardiovascular de la población (Ministerio de Salud, 2023).

Los efectos del CC profundizan las desigualdades existentes en las ciudades. Las personas que habitan en **campamentos y asentamientos informales**, generalmente localizados en áreas de riesgo, son quienes sufren de manera más severa los impactos, quedando expuestas tanto a desastres naturales como a deficiencias en infraestructura y servicios (MINVU & TECHO, 2024).

El Estado chileno, la sociedad en general y las universidades desde hace algunos años han estado preocupados por el fenómeno, tomando acciones de gobernanza, así como de investigación y coordinación internacional en el tema. Entre las medidas de política y de acciones para enfrentar el CC a nivel nacional y local, están:

- **Ley Marco de Cambio Climático (LMCC, 2022).** Este instrumento legal establece la meta de alcanzar la carbono-neutralidad al año 2050, obligando a todos los ministerios, gobiernos regionales y municipios a integrar la variable climática en sus procesos de planificación y gestión (Ministerio del Medio Ambiente, 2022).

- **Estrategia Nacional de Acción Climática Local (ENACL).** Fortalece el rol de los municipios en la implementación de acciones concretas de mitigación y adaptación, promoviendo, además, la participación de la ciudadanía en la reducción de emisiones y en la construcción de resiliencia comunitaria (MMA, 2023).

- **Planificación y ordenamiento territorial.** La incorporación de criterios climáticos en los **Planes Regionales de Ordenamiento Territorial (PROT)** y la aplicación de la **Evaluación Ambiental Estratégica (EAE)** resultan esenciales para orientar el desarrollo urbano bajo principios de sostenibilidad y resiliencia (SUBDERE, 2023).

- **Infraestructura urbana y habitacional.** La construcción de viviendas y edificaciones con **estándares térmicos y de eficiencia energética** es fundamental para reducir el consumo energético y proteger a la población frente a temperaturas extremas. Asimismo, la promoción de **infraestructura verde y drenaje urbano sostenible** contribuye a mitigar los efectos de las islas de calor y las inundaciones (MINVU, 2023).

- **Planes de adaptación sectoriales y urbanos.** Chile ha desarrollado instrumentos específicos, como el **Plan Nacional de Adaptación para Ciudades**, que establece acciones de corto y mediano plazo, incluyendo la implementación de sistemas de alerta temprana, proyectos de infraestructura verde y la modernización de redes de servicios básicos (MMA, 2024).

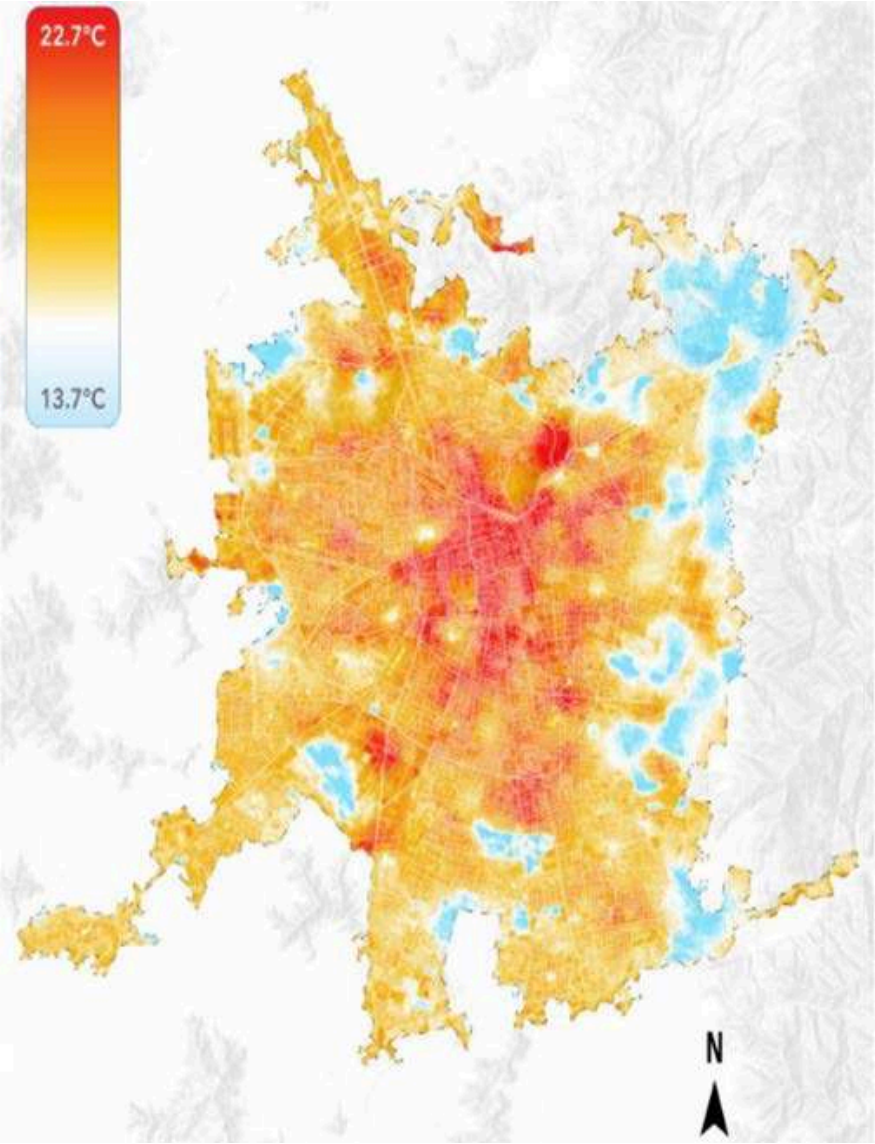
1.7.2 EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN SANTIAGO

De acuerdo con investigaciones de la Universidad de Chile, un fenómeno que se destaca asociado al CC en la ciudad es las **olas de calor e islas de calor**, caracterizadas por: veranos más largos e intensos; noches cálidas que impiden el enfriamiento. Mayor riesgo en comunas con baja cobertura arbórea y alta densidad construida (p. ej., **Cerro Navia, Lo Espejo, Estación Central, Independencia, La Pintana, San Ramón**), (Hugo Romero2; Marcela Salgado3; Pamela Smith, 2010), (Pablo Sarricolea Espinoza2 y Javier Martín-Vide, 2014)3

El **déficit hídrico** genera una presión sobre las fuentes del **Maipo y Mapocho** y acuíferos, con impacto en el deterioro de áreas verdes por restricciones de riego, así como competencia entre usos urbanos. Asociado a este fenómeno, producto de la sequía, favorece la proliferación de incendios en la **interfaz urbano-forestal**: de matorrales y pastizales en cerros/periurbano (cordón precordillerano y suroeste metropolitano).
El CC ha alterado la frecuencia e intensidad de las lluvias, generando episodios de anegamiento en áreas del territorio donde la capacidad de absorción de los suelos es superada, en especial afectando ejes viales y depresiones topográficas de **Quilicura, Pudahuel, Maipú, San Bernardo, Puente Alto, La Florida.**
Otro fenómeno recurrente es la **remoción en masa** en la precordillera en los sectores urbanizados en laderas y quebradas de **La Florida, Puente Alto y Peñalolén**

Finalmente, y no el último, las sinergias entre el calor extremo, el ozono troposférico y el humo de incendios, generan problemas de **salud** en la población del mayor riesgo: adultos mayores, niños y trabajadores al aire libre.

La siguiente gráfica muestra la magnitud de las islas de calor en la ciudad de Santiago, tomado del estudio



2. LA CALIDAD SOCIAL DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS

2.1 LA VIVIENDA

De acuerdo con la información del último censo de Población y Vivienda del año 2024, se registraron 6.408.172 viviendas particulares habitadas. El censo y la literatura especializada identifican diversos tipos de vivienda que se pueden clasificar por su estructura como: viviendas unifamiliares (casas individuales, pareadas, adosadas), multifamiliares (departamentos), prefabricadas y viviendas sociales De total de viviendas registradas un porcentaje equivalentes al 8,6 % no presenta condiciones aceptables de habitabilidad, lo que genera un déficit cercano al millón, como se analiza más adelante. (Censo, 2024)

Entre las clasificaciones de la vivienda, una de interés por su razón social es la denominada "vivienda social", que en su origen tiene una larga historia en el país. Se inicia a finales del siglo XIX cuando se produce una fuerte migración del campo a las ciudades, en especial a Santiago. Así primero surgen los Conventillo (1880-1920), posteriormente Cites y pasajes, más adelante los Conjuntos habitacionales (Victoria Riquelme, 2025)

2.1.1 DÉFICIT HABITACIONAL

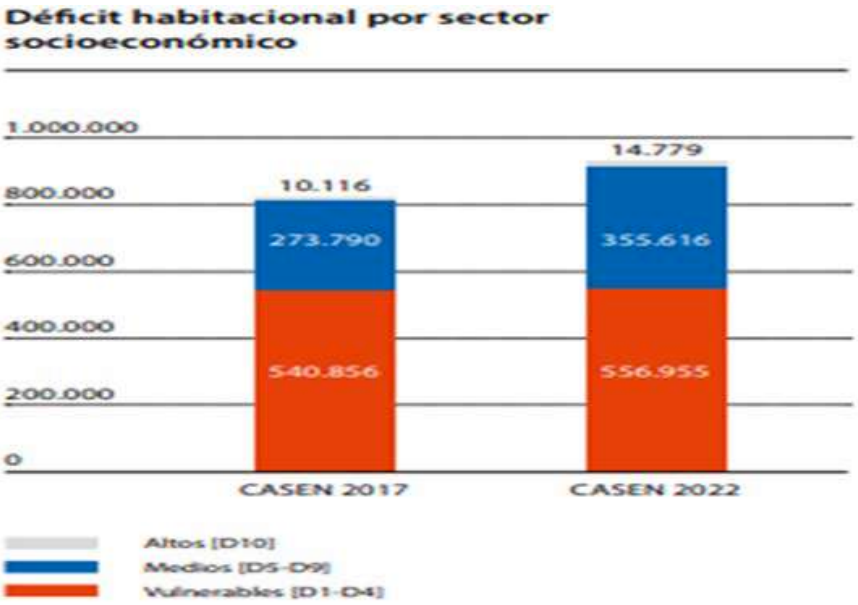
El déficit habitacional (DH) cuantitativo se define como la suma de viviendas irrecuperables, comprende: hogares allegados; núcleos allegados hacinados; y vivienda con hacinamiento no ampliable. En base a la Encuesta Casen 2022 el DH cuantitativo seria de 552.046 viviendas, lo que representa una baja en 61.627 en comparación del año 2017, cuando el DH era de 613.673. La siguiente tabla muestra la magnitud del déficit en cada una de las regiones del país.

Déficit cuantitativo por región (2022)

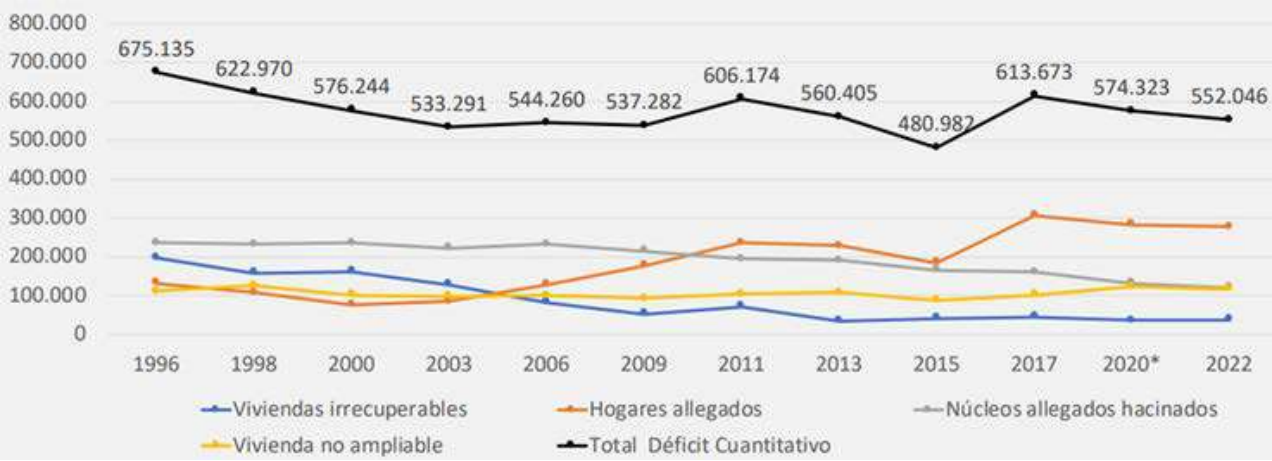
Región	Déficit Cuantitativo	Porcentaje Total Déficit	Porcentaje Total de Hogares Regional
Arica y Parinacota	11.670	2,1%	13,5%
Tarapacá	18.452	3,3%	14,3%
Antofagasta	27.708	5,0%	11,3%
Atacama	10.434	1,9%	9,2%
Coquimbo	14.032	2,5%	4,5%
Valparaíso	38.079	6,9%	5,4%
Metropolitana	331.663	60,1%	11,6%
O'Higgins	21.980	4,0%	6,0%
Maule	19.319	3,5%	4,5%
Ñuble	5.688	1,0%	2,9%
Biobío	23.270	4,2%	3,9%
La Araucanía	13.013	2,4%	3,5%
Los Ríos	4.534	0,8%	3,1%
Los Lagos	8.912	1,6%	2,7%
Aysén	1.450	0,3%	3,6%
Magallanes	1.842	0,3%	2,6%
Total	**552.046**	**100%**	**7,9%**

El análisis regional evidencia una fuerte concentración del déficit en la **Región Metropolitana**, que en 2022 alcanzaba el **60,1% del total nacional**, cifra considerablemente mayor al **39,3% registrado en 2017**.

Fuente: CECT, 2023



Por su parte, la Cámara Chilena de la construcción (CChC) sitúa el DH cuantitativo en 927.350 con una metodología que considera viviendas Irrecuperables, hogares y núcleos Allegados hacinados, hogares y núcleos Allegados por Incapacidad Financiera.



Fuente: CECT, 2023

El déficit habitacional cuantitativo en las regiones demuestra el gran porcentaje de concentración que afecta a la Región Metropolitana, con un 60,1% del déficit nacional, una cifra mucho mayor a la registrada en el año 2017 cuando alcanzaba el 39,3% del DH cuantitativo.

El déficit habitacional cuantitativo, estimado por la CChC en su Balance 2023 de vivienda y entorno urbano, da una profundidad diferente, demostrando la transversalidad con la cual este problema afecta al país.



Fuente: CChC, 2024

A su vez, el **Balance 2023 de Vivienda y Entorno Urbano de la CChC** entrega una perspectiva más amplia, destacando la transversalidad del problema en distintos estratos socioeconómicos. Si bien los **deciles I al IV** (los más vulnerables) concentran la mayor proporción de hogares con necesidad habitacional, la **clase media (decil V al IX)** también ha experimentado un aumento significativo, con **81.826 hogares adicionales en déficit cuantitativo**. *(*Fuente: CChC, 2024*)*

2.2 MEDIDAS DE CONTROL O MITIGACIÓN AL DÉFICIT DE VIVIENDAS

El déficit habitacional en la actualidad constituye uno de los principales desafíos sociales y territoriales de Chile . Según estimaciones recientes, el país enfrenta la necesidad de cubrir más de 900.000 viviendas, lo que refleja tanto carencias cuantitativas como cualitativas en el acceso a soluciones habitacionales adecuadas (Déficit Cero, 2024). Este déficit no solo implica la ausencia de unidades habitacionales suficientes, sino también la persistencia de fenómenos asociados, tales como el hacinamiento, la proliferación de asentamientos informales y la creciente segregación socioespacial en áreas urbanas y periurbanas (Centro de Estudios MINVU, 2023). En este contexto, la definición de medidas de control y mitigación resulta fundamental para garantizar el derecho a la vivienda y promover un desarrollo urbano más equitativo y sostenible.

Varia son las medidas que se están implementando, entre las más relevantes están:

- El **Plan de Emergencia Habitacional (2022-2025)** fue impulsado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU). Este plan busca responder a la urgencia habitacional mediante la construcción de viviendas sociales, el fortalecimiento de programas de subsidio y la incorporación de mecanismos de arriendo protegido, con el objetivo de reducir los tiempos de espera de las familias inscritas en los registros de demanda (MINVU, 2022). Constituye un esfuerzo de corto plazo que combina recursos públicos, coordinación interinstitucional y priorización de territorios con mayores niveles de déficit habitacional.

- **Políticas de gestión de suelo.** La disponibilidad de suelo urbano constituye una de las principales restricciones para la producción de vivienda social. En este ámbito, se han impulsado políticas orientadas a movilizar terrenos fiscales, incentivar la **densificación equilibrada** y modernizar los instrumentos de planificación territorial. El objetivo es ampliar la oferta de suelo urbanizable en localizaciones con acceso a servicios, transporte y oportunidades laborales (CChC, 2024) y apuntan a evitar que los nuevos proyectos se ubiquen exclusivamente en zonas periféricas, perpetuando la segregación socioespacial.

- **Subsidios al arriendo** y **soluciones habitacionales transitorias.** Consisten en alternativas relevantes para las familias que enfrentan condiciones críticas de vulnerabilidad (TECHO-Chile y Déficit Cero, 2024). Aunque estas soluciones no sustituyen la necesidad de una vivienda definitiva, permiten reducir temporalmente situaciones de hacinamiento y campamentos. Asimismo, se ha planteado la creación de un **parque de viviendas de arriendo con apoyo estatal**, que combine financiamiento público y privado, a fin de garantizar una oferta habitacional estable y accesible (Enlace Inmobiliario, 2023).

- **Reducción de costos y tiempos de construcción.** Ambos son componentes críticos asociados a la producción de vivienda social. Diversos análisis han señalado la necesidad de **simplificar los procedimientos administrativos**, agilizar la tramitación de permisos y optimizar el marco regulatorio que actualmente ralentiza la construcción (Libertad y Desarrollo, 2025).

- **Integralidad territorial y sostenibilidad.** Las estrategias de mitigación del déficit habitacional deben insertarse en un marco de integralidad territorial. La localización de las nuevas viviendas no debe restringirse a la periferia urbana, pues ello reproduce dinámicas de exclusión. Por el contrario, los proyectos habitacionales deben estar bien emplazados, con acceso a equipamientos, servicios básicos y transporte público (Centro de Estudios MINVU, 2023).

Finalmente, la incorporación de criterios de **eficiencia energética y resiliencia climática** resulta indispensable en un contexto de cambio climático, garantizando soluciones habitacionales más sostenibles y adaptadas a los desafíos ambientales actuales.

2.3 LOS CAMPAMENTOS EN CHILE EN 2024

- **Campamentos y su clasificación**

El acceso a la vivienda constituye un problema creciente en Chile, impulsado principalmente por el elevado costo de los arriendos, los bajos ingresos y la necesidad de independencia habitacional de familias que cohabitan con otros núcleos. Esta situación se ha agudizado a partir del estallido social de octubre de 2019 y, especialmente, desde 2020 debido a los efectos de la pandemia por COVID-19. En este contexto, miles de familias han optado por instalar sus viviendas en campamentos.

- **Políticas de gestión de suelo.** La disponibilidad de suelo urbano constituye una de las principales restricciones para la producción de vivienda social. En este ámbito, se han impulsado políticas orientadas a movilizar terrenos fiscales, incentivar la **densificación equilibrada** y modernizar los instrumentos de planificación territorial. El objetivo es ampliar la oferta de suelo urbanizable en localizaciones con acceso a servicios, transporte y oportunidades laborales (CChC, 2024) y apuntan a evitar que los nuevos proyectos se ubiquen exclusivamente en zonas periféricas, perpetuando la segregación socioespacial.

- **Subsidios al arriendo** y **soluciones habitacionales transitorias.** Consisten en alternativas relevantes para las familias que enfrentan condiciones críticas de vulnerabilidad (TECHO-Chile y Déficit Cero, 2024). Aunque estas soluciones no sustituyen la necesidad de una vivienda definitiva, permiten reducir temporalmente situaciones de hacinamiento y campamentos. Asimismo, se ha planteado la creación de un **parque de viviendas de arriendo con apoyo estatal**, que combine financiamiento público y privado, a fin de garantizar una oferta habitacional estable y accesible (Enlace Inmobiliario, 2023).

- **Reducción de costos y tiempos de construcción.** Ambos son componentes críticos asociados a la producción de vivienda social. Diversos análisis han señalado la necesidad de **simplificar los procedimientos administrativos**, agilizar la tramitación de permisos y optimizar el marco regulatorio que actualmente ralentiza la construcción (Libertad y Desarrollo, 2025).

- **Integralidad territorial y sostenibilidad.** Las estrategias de mitigación del déficit habitacional deben insertarse en un marco de integralidad territorial. La localización de las nuevas viviendas no debe restringirse a la periferia urbana, pues ello reproduce dinámicas de exclusión. Por el contrario, los proyectos habitacionales deben estar bien emplazados, con acceso a equipamientos, servicios básicos y transporte público (Centro de Estudios MINVU, 2023).

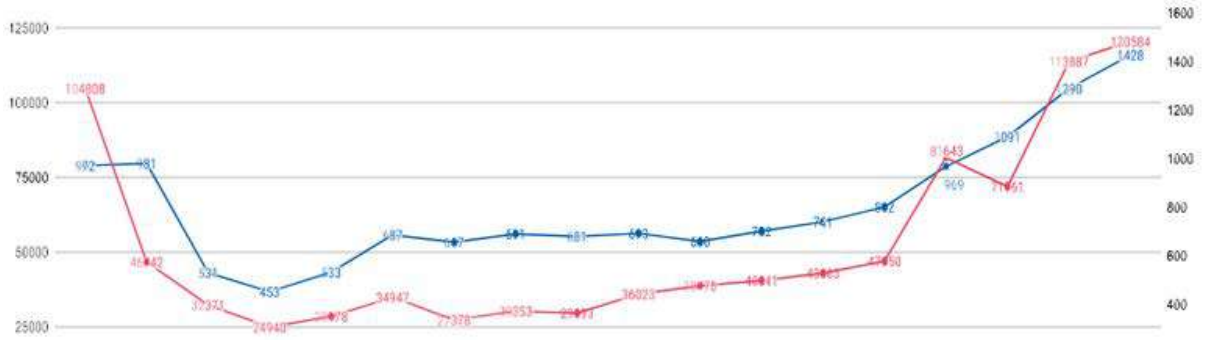
Finalmente, la incorporación de criterios de **eficiencia energética y resiliencia climática** resulta indispensable en un contexto de cambio climático, garantizando soluciones habitacionales más sostenibles y adaptadas a los desafíos ambientales actuales.

2.3 LOS CAMPAMENTOS EN CHILE EN 2024

- **Campamentos y su clasificación**

El acceso a la vivienda constituye un problema creciente en Chile, impulsado principalmente por el elevado costo de los arriendos, los bajos ingresos y la necesidad de independencia habitacional de familias que cohabitan con otros núcleos. Esta situación se ha agudizado a partir del estallido social de octubre de 2019 y, especialmente, desde 2020 debido a los efectos de la pandemia por COVID-19. En este contexto, miles de familias han optado por instalar sus viviendas en campamentos.

Gráfico 1. Evolución histórica de los campamentos en Chile



Fuente: Techo para Chile Catastro Nacional Campamentos 2024-2025

Tabla N° XX: Nivel de campamentación por región y su importancia relativa a nivel nacional (2021-2024/25)

Región	N° de Familias	Importancia relativa	No Campamentos	Importancia relativa	N° de Familias	Importancia relativa	No Campamentos	Importancia relativa
	2021	2021	2021	2021	2024/25	81%	2024/25	81%
Arica y Parinacota	1.119	1,37%	10	1,03%	2.931	2.4	21	1.5
Tarapacá	8.458	10,36%	62	6,40%	13.361	11.1	63	4.4
Antofagasta	7.298	8,94%	89	9,18%	15.885	13.2	154	10.8
Atacama	6.015	7,37%	99	10,22%	10.084	8.4	147	10.3
Coquimbo	192	2,35%	32	3,30%	3.253	2.7	51	3.6
Valparaíso	23.843	29,20%	225	23,22%	30.458	25.3	335	23.5
Metropolitana	19.444	23,82%	138	14,24%	22.223	18.4	153	10.7
O'Higgins	900	1,10%	36	3,72%	2.073	1.7	57	4.0
Maule	114	0,14%	8	0,83%	565	0.4	16	1.1
Ñuble	412	0,50%	13	1,34%	229	0.1	17	1.2
Biobío	6.957	8,52%	122	12,59%	11.856	9.8	228	16.0
La Araucanía	1.458	1,79%	48	4,95%	2.246	1.9	66	4.6
Los Ríos	687	0,84%	20	2,06%	1.388	1.2	36	2.5
Los Lagos	2.717	3,33%	62	6,40%	3.589	3.2	75	5.3
Aysén	145	0,18%	3	0,31%	210	0.1	6	0.4
Magallanes	156	0,19%	2	0,21%	263	0.1	3	0.2
Total	**81.643**	**100%**	**969**	**100%**	**120.584**	**99.9**	**1428**	**100.0**

Fuente: Techo para Chile Informes 2021 y 2024/25

La concentración de campamentos, en algunas aglomeraciones urbanas, genera un impacto visual y un deterioro del medio ambiente y de la biodiversidad. Las figuras siguientes muestran esta realidad.

Figura Distribución de los campamentos en la Área Metropolitana de Valparaíso.



Fuente: Tomado de Moyano y Santana (png). Presentación Diplomado Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, 2021.

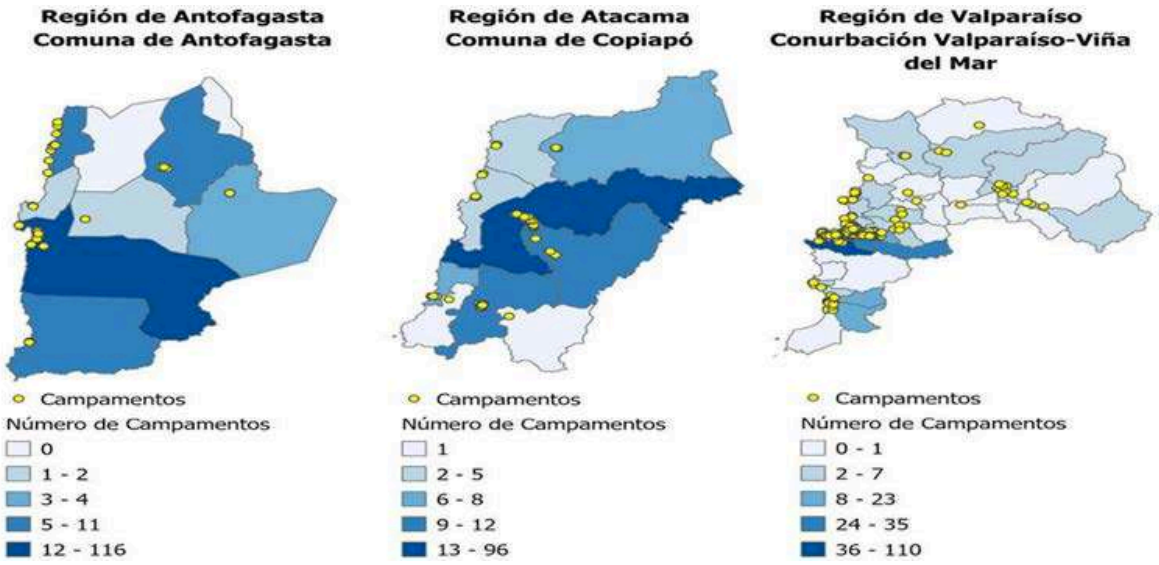


FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

2.3.2 COMUNAS CON MÁS CAMPAMENTOS A NIVEL NACIONAL.

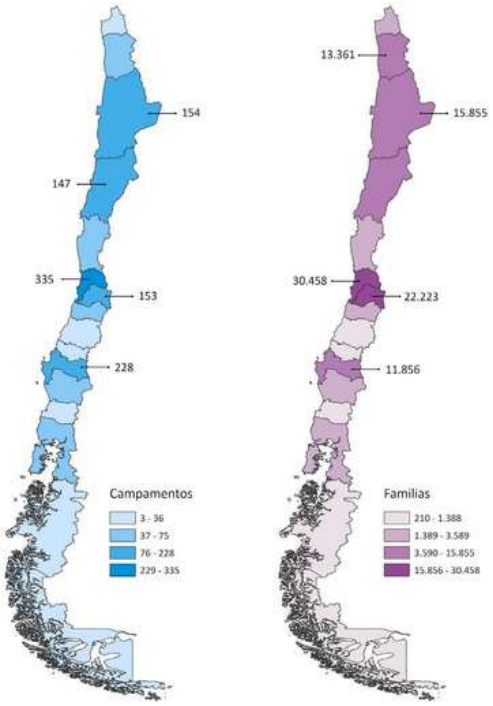


Fuente: TECHO-Chile Catastro Nacional de Campamentos: 2024-2025

2.3.3 DISTRIBUCIÓN DE CAMPAMENTOS Y FAMILIAS A NIVEL NACIONAL.

El último levantamiento realizado por *Techo-Chile* analiza y describe cómo los campamentos y las familias que los habitan se concentran en determinadas comunas del país, tal como se muestra en la siguiente gráfica. En términos porcentuales, se observa que las comunas de Antofagasta, Viña del Mar, Copiapó y Valparaíso concentran en conjunto el 28,5% de los campamentos a nivel nacional, es decir, más de una cuarta parte del total en Chile.

En detalle, Antofagasta es la comuna con mayor número de campamentos, concentrando el 8,1% del total nacional. Le sigue Viña del Mar, con un 8,0%; en tercer lugar, se encuentra Copiapó, con un 6,7%; y finalmente, Valparaíso, que reúne el 5,7% de estos asentamientos a nivel de país.

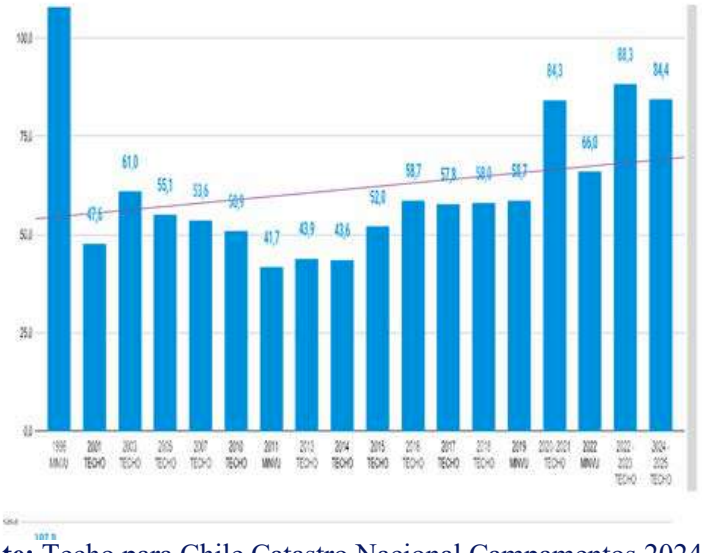


Fuente: TECHO-Chile Catastro Nacional de Campamentos: 2024-2025

2.3.4 TAMAÑO DE LOS CAMPAMENTOS

De acuerdo con el informe de Techo para Chile, el tamaño de los campamentos, con el pasar de los años, ha aumentado, con la presencia de campamentos cada vez más grandes y en algunos casos macrocampamentos, con concentraciones de más de 1000 familias cubriendo extensas superficies. El siguiente gráfico muestra esta realidad y cómo a partir del año 2020/21 se dispara el número de grandes campamentos.

Gráfico. Evolución del tamaño de los campamentos entre 1996 y 2024-2025.

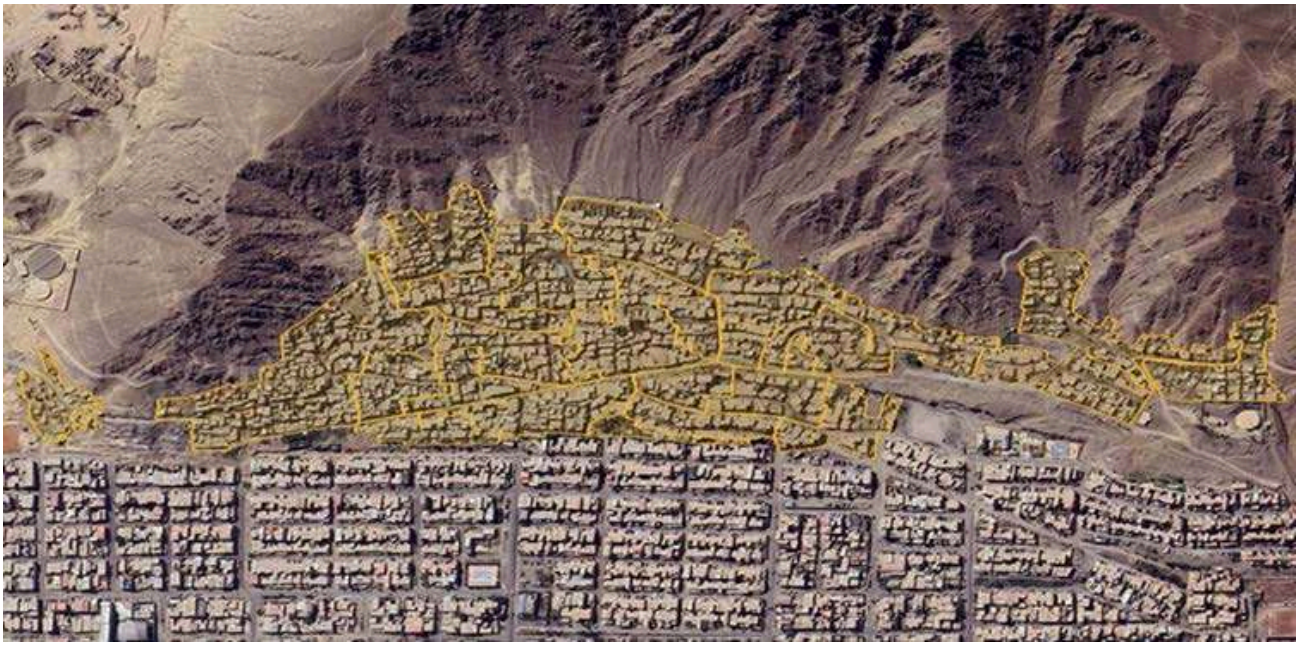


Fuente: Techo para Chile Catastro Nacional Campamentos 2024-2025

2.3.5 LOS MACRO CAMPAMENTOS

Según el levantamiento de Techo para Chile en el país, hay 30 macrocampamentos localizados desde la región de Arica y Parinacota hasta la región Metropolitana, concentrando un total de 49.050 familias. Los más significativos son los de Antofagasta (ver foto satelital) y los de Viña del Mar y San Antonio.

Imagen de la Subdivisión macro campamento Balmaceda, comuna de Antofagasta



Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes satelitales de Google Earth, 2024.Tomado de Techo para Chile 2024/25

2.3.6 LA POBLACIÓN EXTRANJERA RESIDENTE EN CAMPAMENTOS

La migración internacional ha experimentado un notable incremento en Chile durante los últimos años, fenómeno que en muchos casos involucra a familias en situación de pobreza y vulnerabilidad que se desplazan en busca de mejores oportunidades. Sin embargo, al arribar al país, una parte importante de estas familias enfrenta serias dificultades para acceder a soluciones habitacionales formales, encontrando en los campamentos su alternativa más factible de inserción residencial.

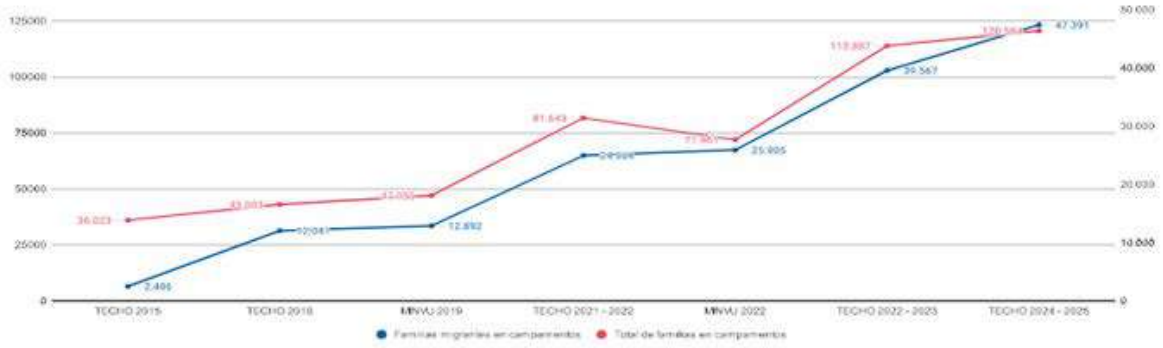
En 2011, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) incorporó por primera vez a las familias migrantes en su catastro nacional de campamentos. Los resultados indicaron que solo el 1,2% de los hogares censados tenía un jefe o jefa de hogar de nacionalidad extranjera.

Aunque la proporción nacional era baja, algunas regiones —particularmente en el norte del país— presentaban cifras considerablemente más altas, producto de su proximidad a las fronteras con Perú y Bolivia. En la región de Arica y Parinacota, por ejemplo, un 26% de las familias en campamentos eran migrantes. El catastro del MINVU de 2019 evidenció un cambio sustantivo: la proporción de familias con jefatura de hogar extranjera ascendió al 30,3% del total, lo que representa un incremento de más de 26 puntos porcentuales en comparación con 2011. El catastro de campamentos realizado por TECHO-Chile entre 2020 y 2021 identificó 24.964 familias migrantes, equivalentes al 30,6% del total.

- **Familias migrantes residiendo en campamentos**

Anteriormente se indicó que la variable de migrante o familia migrante en campamento se comenzó a registrar en el 2011 y desde esa fecha, los catastros posteriores han reportado in incremento continuo como se observa en el siguiente Gráfico

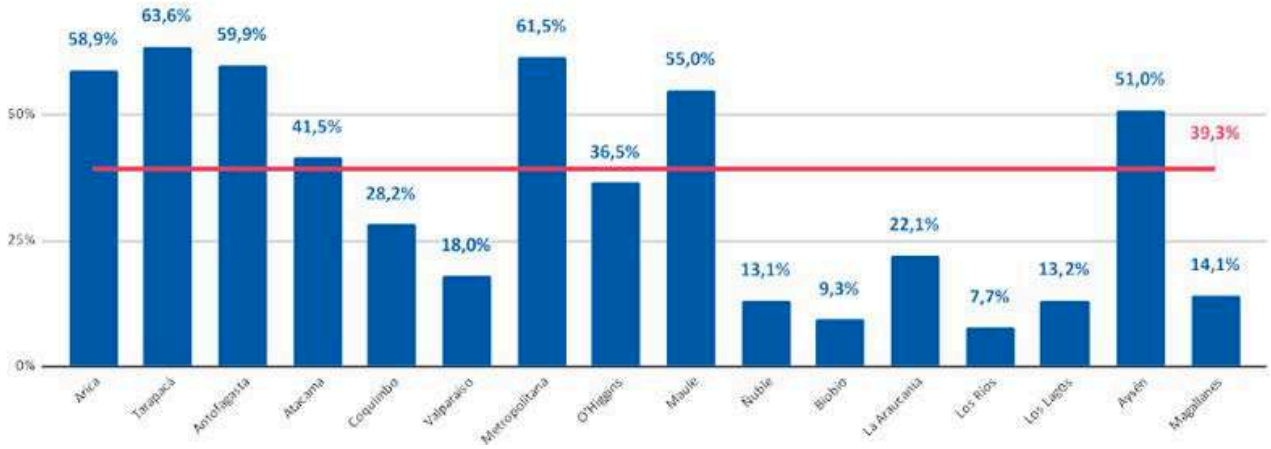
Evolución del número de familias migrantes en campamentos



Fuente: Techo para Chile Catastro Nacional Campamentos 2024-2025

El número de migrantes en campamentos al año 2024/25, según Techo para Chile, presenta un incremento del 19,7 % respecto al catastro de la misma institución realizada el año 2022/23, pasando de 39.567 a 47.391 familias, lo que refleja que un 39,3% de las familias que habitan en campamentos a nivel nacional son de origen migrante. Según el catastro, la población migrante es significativa en las regiones de Arica a Atacama, en la Metropolitana, Maule y Aysén con porcentajes que superan el 50 %, como se observa en el siguiente gráfico.

Porcentaje de familias migrantes respecto al total regional



Fuente: Techo para Chile Catastro Nacional Campamentos 2024-2025

2.3.7 INSEGURIDAD, NARCOTRÁFICO Y CORRUPCIÓN POLÍTICA EN LOS CAMPAMENTOS

La intensidad del flujo migratorio hacia los campamentos, conformados por población de orígenes culturales diversos y, en algunos casos, procedente de países con antecedentes de violencia, guerrilla y narcotráfico, sumada a las precarias condiciones socioeconómicas, conforma un escenario propicio para la instalación y expansión de grupos ilícitos vinculados al narcocultura. Las redes de narcotráfico suelen aprovechar la escasa presencia del Estado para insertarse en estos territorios, ofreciendo empleo —aunque ilícito— o incluso "protección" a cambio de lealtad y participación en sus actividades.

En numerosos campamentos, la policía carece de presencia permanente o enfrenta severas limitaciones de recursos, lo que genera una sensación de impunidad que favorece la operación relativamente libre de estas organizaciones. A ello se suma la desconfianza de la comunidad hacia las autoridades, lo que reduce la disposición de los habitantes a colaborar con la labor policial.

Por otro lado, las condiciones de pobreza, inseguridad y déficit de servicios básicos han motivado a fundaciones y organizaciones no gubernamentales a gestionar, ante el Estado, importantes recursos financieros para proyectos de asistencia técnica y mejoramiento de infraestructura. Sin embargo, el volumen de estos fondos ha generado un terreno propicio para la corrupción, involucrando a políticos y dirigentes locales, un fenómeno que no se había observado en los campamentos en años anteriores

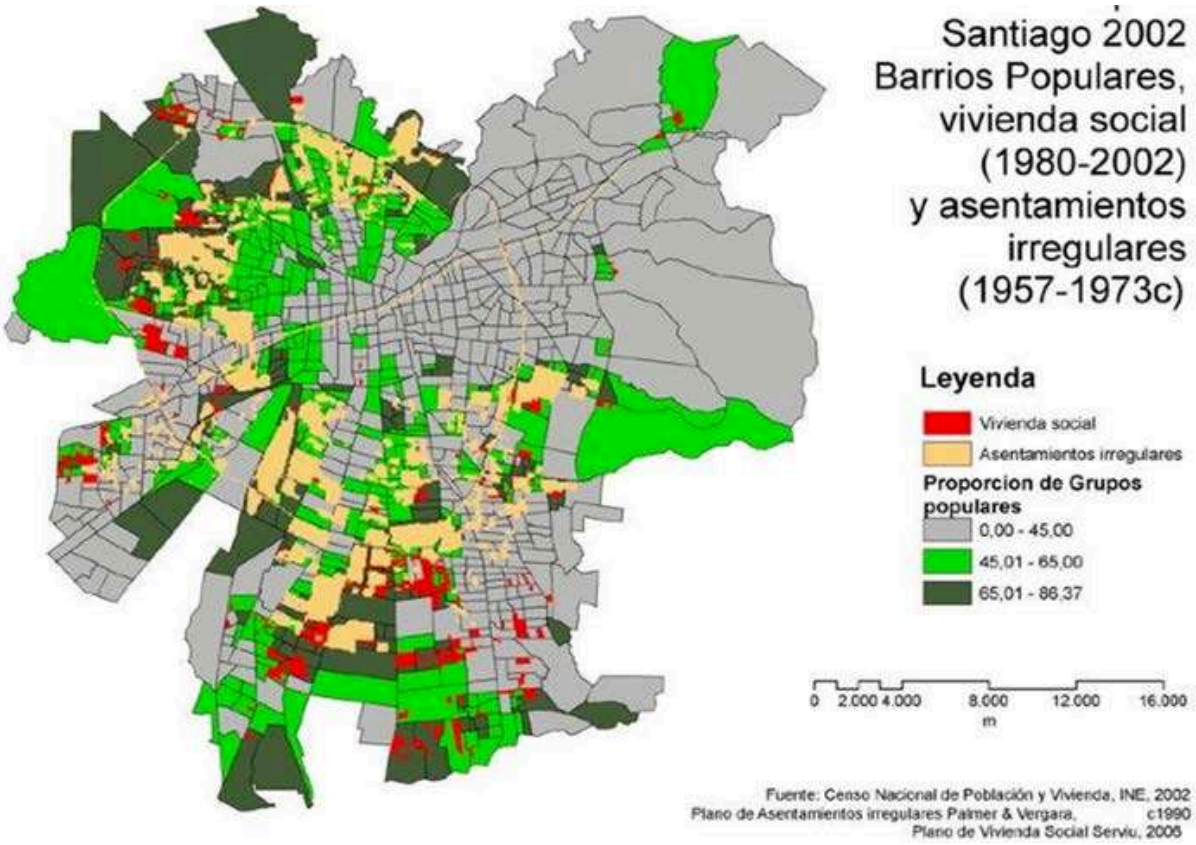
2.4 SEGREGACIÓN SOCIOECONÓMICA EN LAS CIUDADES DE CHILE

Un fenómeno que se observa con el crecimiento y expansión de las ciudades chilenas es la segregación socioeconómica al interior de sus áreas urbanizadas.

En un inicio, los estudios sobre este tema se concentraron principalmente en el Gran Santiago, ciudad que desde la década de 1950 comenzó, de manera paulatina, a dividirse en barrios socialmente diferenciados. En esos años, la migración masiva desde el campo a la capital impulsó la ocupación irregular de terrenos y la aparición de las denominadas *"poblaciones callampas"*, asentamientos precarios que surgían de un día para otro. Con el tiempo, estos dieron origen a urbanizaciones de autoconstrucción y a importantes bolsillos de pobreza.

El **Mapa N°1** ilustra cómo en un espacio que hacia 1950 presentaba relativa homogeneidad social, entre 1957 y 1973 emergieron asentamientos irregulares, viviendas sociales y sectores con una creciente concentración de grupos populares.

Mapa No 1 Gran Santiago asentamientos irregulares (1957-1973) y vivienda social (1980-2002) en el Área Metropolitana del Gran Santiago

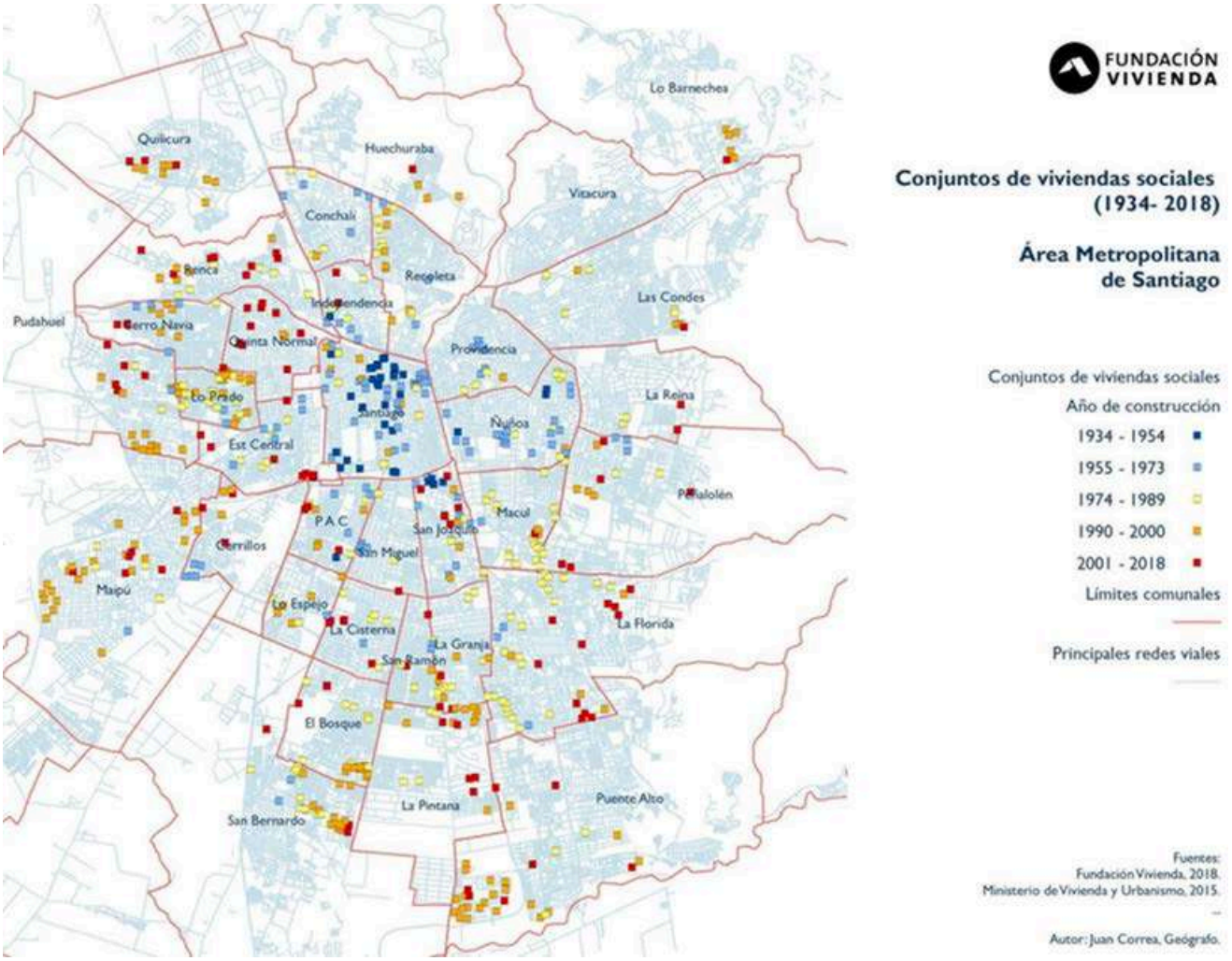


A mediados de 1953, bajo el gobierno de Carlos Ibáñez del Campo, se creó la Corporación de la Vivienda (CORVI), producto de la fusión entre la Caja de Habitación y la Corporación de Reconstrucción y Auxilio. Entre sus principales funciones estaban la construcción de viviendas económicas y la planificación de barrios según los planes reguladores elaborados por el MOP (Art. 2 y 3). La CORVI cumplió un papel decisivo en la construcción de vivienda social tanto en Santiago como en otras ciudades del país. Su acción contribuyó a cierta integración social, pues levantó conjuntos habitacionales en comunas de altos ingresos —donde se habían producido tomas de terrenos—, así como en suelos disponibles en los límites urbanos de la capital durante la década de 1960.

A partir de los años 1980, con el cierre de la CORVI y el traspaso de la producción de vivienda social al sector privado, el costo del suelo condicionó su localización en zonas periurbanas. Este proceso acentuó la segregación socioeconómica, extendiéndola no solo en Santiago sino también en ciudades regionales y provinciales que históricamente habían mostrado mayores niveles de integración social.

El Mapa N°2, elaborado por la Fundación Vivienda, evidencia que entre 1934 y 1954 la construcción de viviendas sociales se concentró en el antiguo Gran Santiago. Posteriormente, estas se expandieron hacia comunas periféricas del sector poniente, mientras que las comunas del oriente registraron una escasa —o nula— construcción de este tipo de viviendas.

Mapa No 2



La segregación socioeconómica urbana ha sido analizada en distintos países desde múltiples dimensiones. Massey y Denton (1988) identifican cinco: **uniformidad** (sobre o subrepresentación de un grupo en un área), **exposición** (nivel de contacto con otros grupos), **concentración** (proporción de superficie ocupada por un grupo), **centralización** (ubicación respecto del centro urbano) y **agrupamiento** (contigüidad de áreas segregadas que configuran un sector mayor).

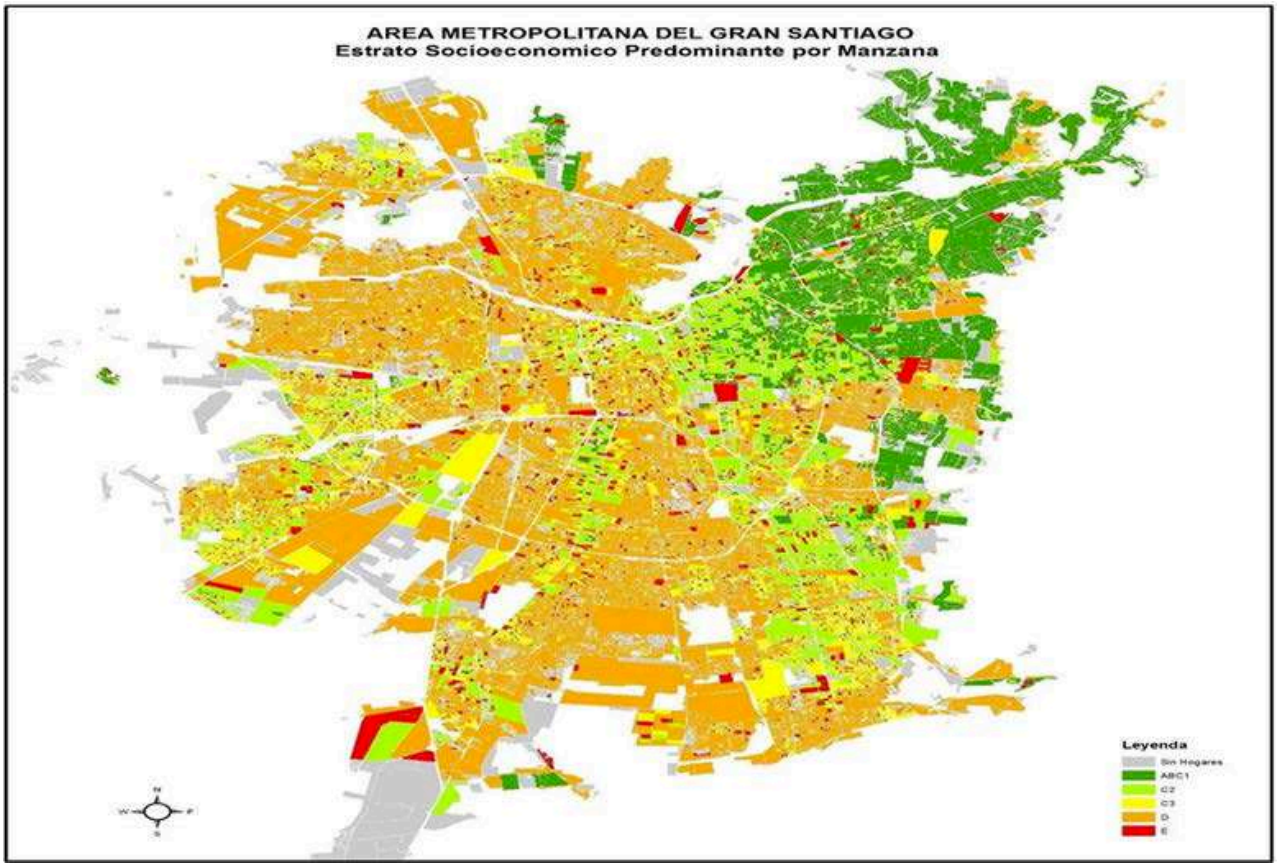
En Chile, Sabatini, Cáceres y Cerda (2001) simplificaron el análisis en tres dimensiones:

1. **Concentración espacial**, cuando un grupo se localiza de forma mayoritaria en un sector.
2. **Homogeneidad social**, cuando un territorio está habitado casi exclusivamente por un mismo grupo social.
3. **Dimensión subjetiva**, asociada al prestigio o estigma que recae sobre ciertos barrios, generando barreras simbólicas respecto al resto de la ciudad.

Además, empresas de estudios de mercado han utilizado información censal y sistemas de información geográfica para identificar y localizar estratos socioeconómicos en asentamientos urbanos. En 2018, la Asociación de Investigadores de Mercado (AIM) publicó el estudio *"Nuevos Grupos Socioeconómicos"*, que caracterizó a los hogares según educación, ocupación, sistema de salud, acceso a tarjetas bancarias, vehículos particulares y teléfonos móviles. La clasificación resultante ordena los grupos desde menores a mayores ingresos: E, D, C3, C2, C1b, C1a y AB.

Con base en datos censales de 2002, A. Rasse elaboró un mapa que muestra la distribución de los estratos socioeconómicos en el Gran Santiago (ABC1, C2, C3, D y E). El **Mapa N°3** evidencia con claridad los patrones de segregación residencial de la capital.

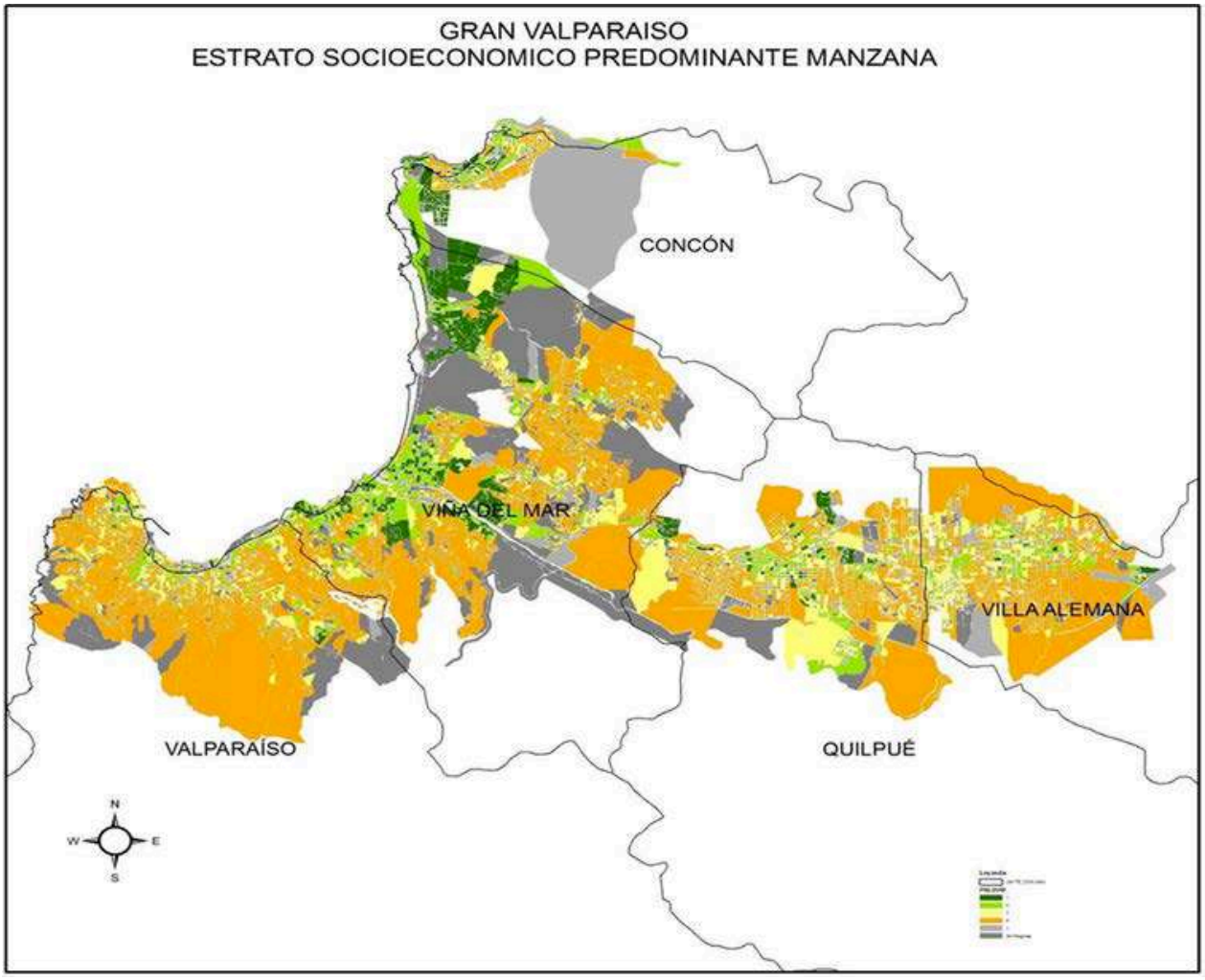
Mapa No 3 Estrato socioeconómico predominante por manzana, Área Metropolitana del Gran Santiago, 2002



Fuente: Tomado **Alejandra Rasse Segregación residencial socioeconómica y desigualdad en las ciudades chilenas Serie Documentos de Trabajo PNUD – Desigualdad No. 2016/04 agosto 2016**

El mismo estudio aplicó esta metodología a otras ciudades del país. En el Gran Valparaíso, segunda aglomeración urbana de Chile, la segregación es menos marcada: se observa cierta concentración del estrato alto en sectores costeros de Viña del Mar y Reñaca, mientras que en Valparaíso, Quilpué y Villa Alemana predomina una mayor heterogeneidad social **(Mapa N°4).**

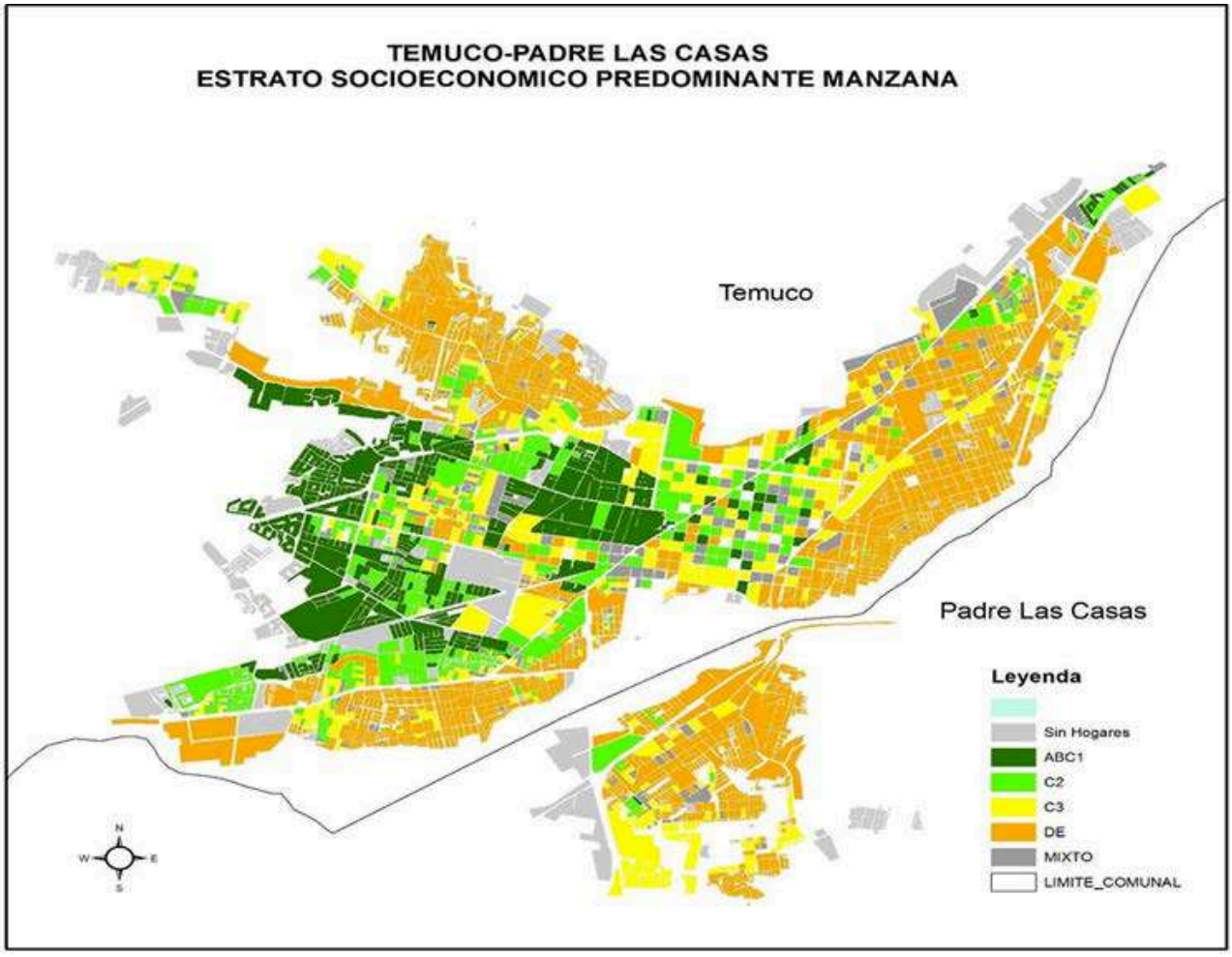
Mapa No 4 Estrato socioeconómico predominante por manzana, Área Metropolitana del Gran Valparaíso, 2002



***Fuente**: Tomado* Alejandra Rasse Segregación residencial socioeconómica y desigualdad en las ciudades chilenas Serie Documentos de Trabajo PNUD – Desigualdad No. 2016/04 agosto 2016

En contraste, en **Temuco y Padre Las Casas,** la segregación socioeconómica presenta un patrón más definido: los estratos altos (ABC1 y C2) se concentran en el oriente de Temuco, mientras que los estratos medios y bajos (C3 y D) se localizan principalmente en el casco antiguo de la ciudad y en Padre Las Casas **(Mapa N°5)**

Mapa No 5 Estrato socioeconómico predominante por manzana, Temuco- Padre Las Casas, 2002



Fuente: *Tomado Alejandra Rasse Segregación residencial socioeconómica y desigualdad en las ciudades chilenas Serie Documentos de Trabajo PNUD – Desigualdad No. 2016/04 agosto 2016*



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

3. CALIDAD AMBIENTAL DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS

3.1. LOS SERVICIOS BÁSICOS

En el contexto urbano, la provisión de servicios básicos constituye un pilar fundamental para garantizar la calidad ambiental, la salud pública y el bienestar de la población. Entre estos servicios se encuentran el abastecimiento de agua potable, los sistemas de alcantarillado y el tratamiento de aguas servidas, todos considerados infraestructuras críticas para el desarrollo sostenible de las ciudades y del país.

El **agua potable** se define como aquella apta para el consumo humano, la preparación de alimentos y la higiene personal, sin riesgos asociados a la salud. Para ello, debe estar libre de olores, sabores y colores anómalos, y exenta de agentes patógenos —bacterias, virus y parásitos—, así como de sustancias químicas potencialmente peligrosas.

El **alcantarillado sanitario** corresponde a una red subterránea de tuberías, canales y conductos, diseñada para recolectar y transportar aguas residuales y pluviales fuera de los espacios habitados. Su adecuada operación resulta crucial tanto para la protección del medio ambiente como para la prevención de riesgos sanitarios derivados de la acumulación de aguas contaminadas en el espacio público.

El **tratamiento de aguas servidas** comprende la aplicación de procesos físicos, químicos y biológicos orientados a la eliminación de contaminantes presentes en el agua residual. El objetivo es asegurar un nivel de depuración que permita la reinserción del recurso en cuerpos receptores naturales —ríos, lagos o el mar —, minimizando impactos ambientales negativos y contribuyendo al equilibrio hídrico de los territorios.

3.1.1. EL AGUA

En zonas urbanas, el acceso a agua potable ha mostrado un progreso sostenido durante los últimos años. Mientras que entre 2021 y 2023 la cobertura nacional permaneció estable, en 2024 se verificó un aumento, constituyendo un indicador positivo en términos de universalización de este servicio esencial.

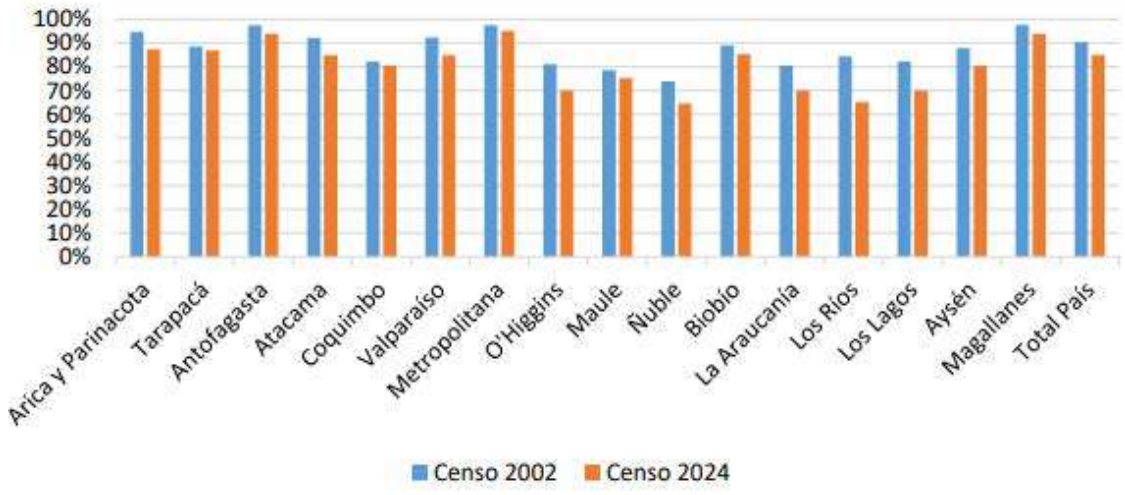
De acuerdo con la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS, 2021-2024), el **92,3% de la población nacional cuenta con abastecimiento de agua potable a través de la red pública**. Sin embargo, persisten desigualdades territoriales: un **2% de la población —equivalente a 131.141 personas— depende del suministro mediante camiones aljibe**, mientras que un **4,1% recurre a fuentes alternativas como norias o pozos**. DFdF

Gráfico 16. Porcentaje de viviendas abastecidas por camión aljibe por región



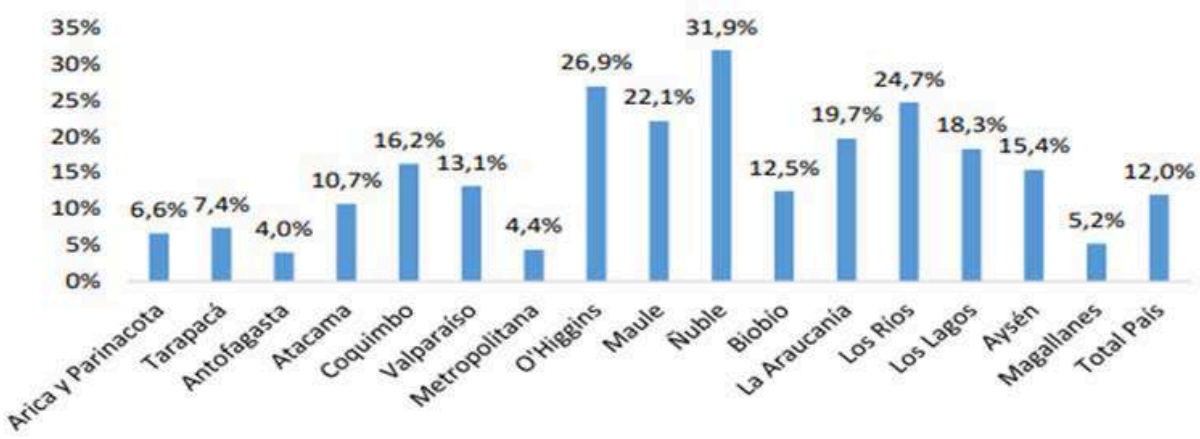
Fuente: Centro de estudios de ciudad y territorios.

En base al último censo actualmente el 85% de las viviendas está conectado a un sistema de alcantarillado, 12% que utiliza fosa séptica como sistema de eliminación mientras que un 2.7% recurre a soluciones más precarias como pozos negros, letrinas, cajones sanitarios o baños químicos configurando una situación deficitaria. Finalmente, un 0,2% de las viviendas no cuentan con ningún tipo de servicio higiénico, lo que constituye una mejora respecto del 1% identificado en el Censo 2002.

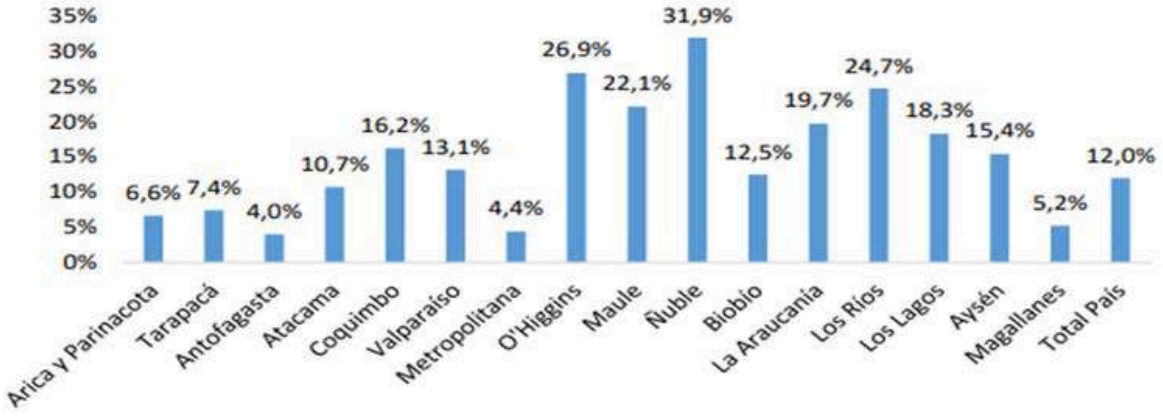


Fuente: Centro de Estudios de Ciudad y Territorio a partir de Censo 2002 y 2024

El uso de fosas sépticas ha experimentado un notable incremento, pasando de representar el 0,2% de las viviendas en 2002 al 12% en la actualidad. Este aumento puede interpretarse tanto como una ampliación de cobertura en áreas donde no es factible el alcantarillado. como también una expresión de soluciones transitorias en ausencia de redes públicas



Fuente: Centro de Estudios de Ciudad y Territorio a partir de Censo 2024



Fuente: Centro de Estudios de Ciudad y Territorio a partir de Censo 2024

Las cifras nacionales esconden importantes diferencias entre tipos de territorios y asentamientos:

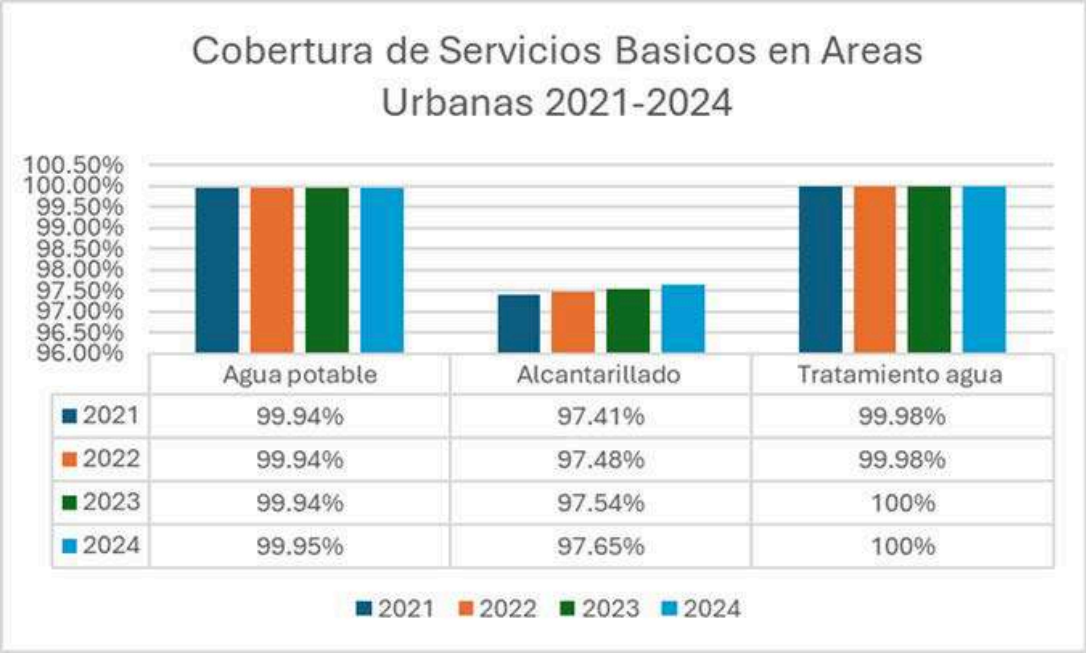
- **Áreas urbanas consolidadas:** presentan una cobertura prácticamente universal de agua potable y alcantarillado, con acceso estable y continuo, respaldado por concesionarias sanitarias reguladas por la SISS. Estas zonas muestran también mayores tasas de tratamiento de aguas servidas, en línea con los estándares internacionales.
- **Áreas rurales:** concentran la mayor parte de la población dependiente de sistemas alternativos de abastecimiento, como pozos, norias o camiones aljibe. A pesar de la expansión de los **Sistemas de Agua Potable Rural (APR)**, subsisten problemas de gestión, financiamiento e infraestructura, especialmente en regiones con estrés hídrico como Coquimbo, Atacama y la zona norte en general. La situación de abastecimiento de agua potable por camiones aljibe a nivel de cada región se muestra en la siguiente gráfica.
- **Campamentos y asentamientos informales:** representan la situación más crítica en términos de acceso a servicios básicos. Según catastros de MINVU y TECHO-Chile, numerosos campamentos carecen de acceso formal a la red de agua potable y dependen de soluciones provisorias, como conexiones irregulares o camiones aljibe. Esta situación profundiza la vulnerabilidad socioambiental y evidencia la necesidad de políticas focalizadas.

En consecuencia, si bien Chile muestra indicadores elevados de cobertura a nivel nacional, las brechas territoriales y sociales persisten y se agudizan en contextos de ruralidad y marginalidad urbana. Ello refuerza la urgencia de avanzar en soluciones diferenciadas, con un enfoque de equidad territorial y justicia socioambiental.

Cuadro comparativo de los servicios básicos

Principales desafíos	Tipo de territorio	Cobertura de agua potable	Alcantarillado	Tratamiento de aguas servidas
Mantener la calidad y continuidad del servicio	**Áreas urbanas consolidadas**	Prácticamente universal (≥98%)	Cobertura alta y estable	Cobertura elevada y regulada por concesionarias
Déficit de infraestructura, financiamiento y gestión comunitaria	**Áreas rurales**	Parcial, con dependencia de APR, pozos y camiones aljibe	Cobertura baja, predominan fosas sépticas o pozos negros	Cobertura limitada, especialmente en territorios con APR
Acceso formal, riesgos sanitarios y vulnerabilidad socioambiental	**Campamentos y asentamientos informales**	Limitada; en muchos casos conexiones informales o camiones aljibe	Muy baja; predominan soluciones precarias o inexistentes	Mínima o nula; en algunos casos vertimiento directo

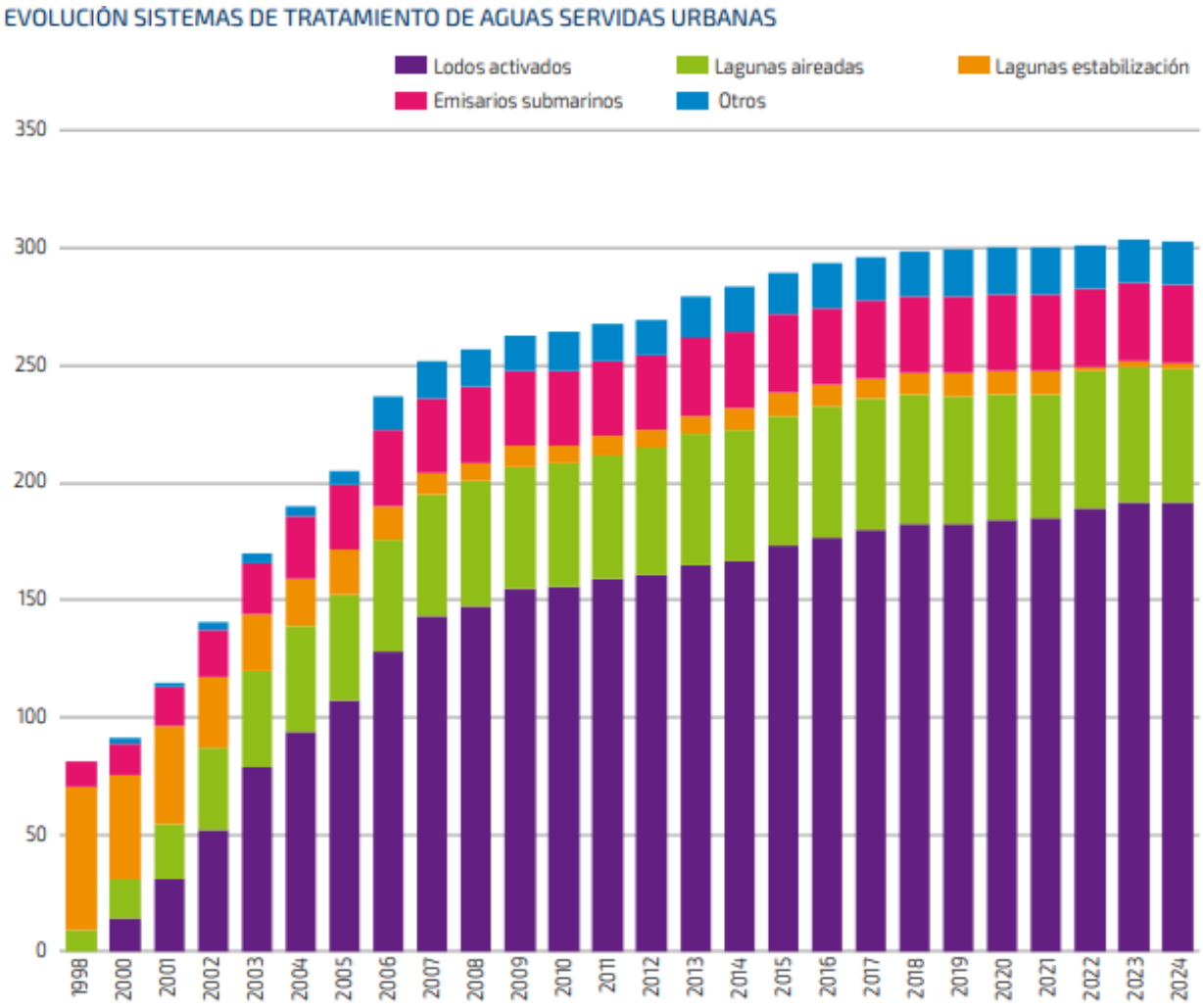
Fuente: Elaboración propia a partir de SISS (2021-2024); Centro de Estudios de Ciudad y Territorios; MINVU (2024); TECHO-Chile (2024).



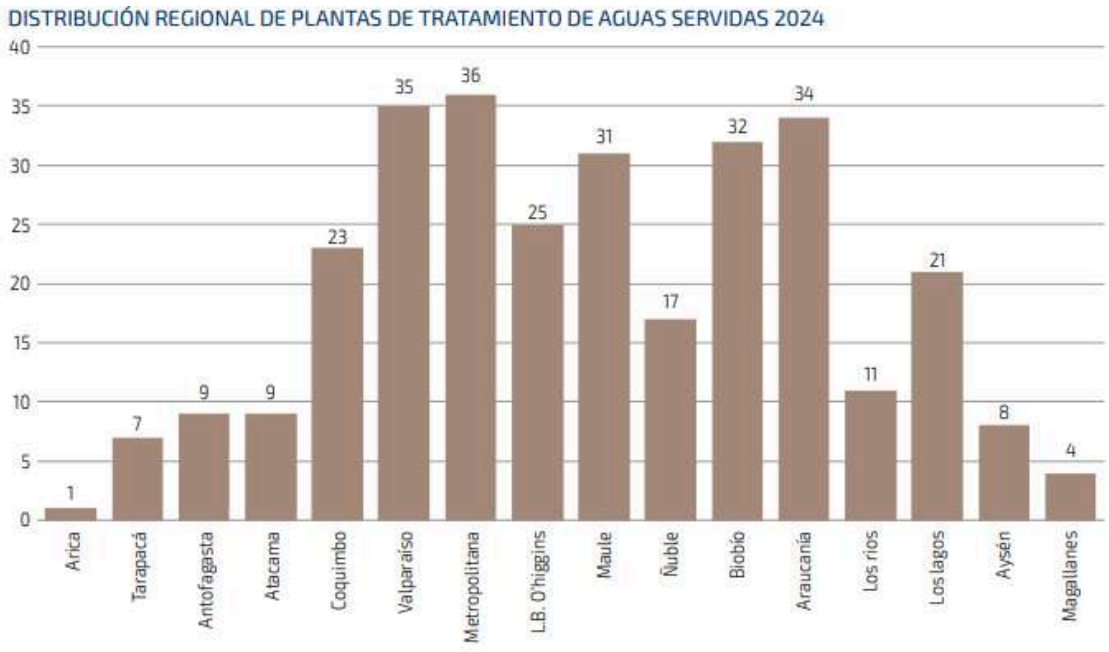
Fuente: Elaboración propia a partir de SISS (2021-2024); Centro de Estudios de Ciudad y Territorios; MINVU (2024); TECHO-Chile (2024).

3.1.2. TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS

El tratamiento de aguas servidas ha mostrado una evolución importante en los últimos años alcanzando el 100% de tratamiento, algo a destacar es la disminución significativa de las lagunas de estabilización en zonas urbanas y el constante aumento de las empresas concesionadas de apostar por el tratamiento de agua servidas a través de lodos activados



Es importante destacar el contraste entre las regiones del norte con el resto del país, lo que produce mayores descargas de aguas servidas al mar a través de emisarios submarinos



3. GENERACIÓN DE RESIDUOS

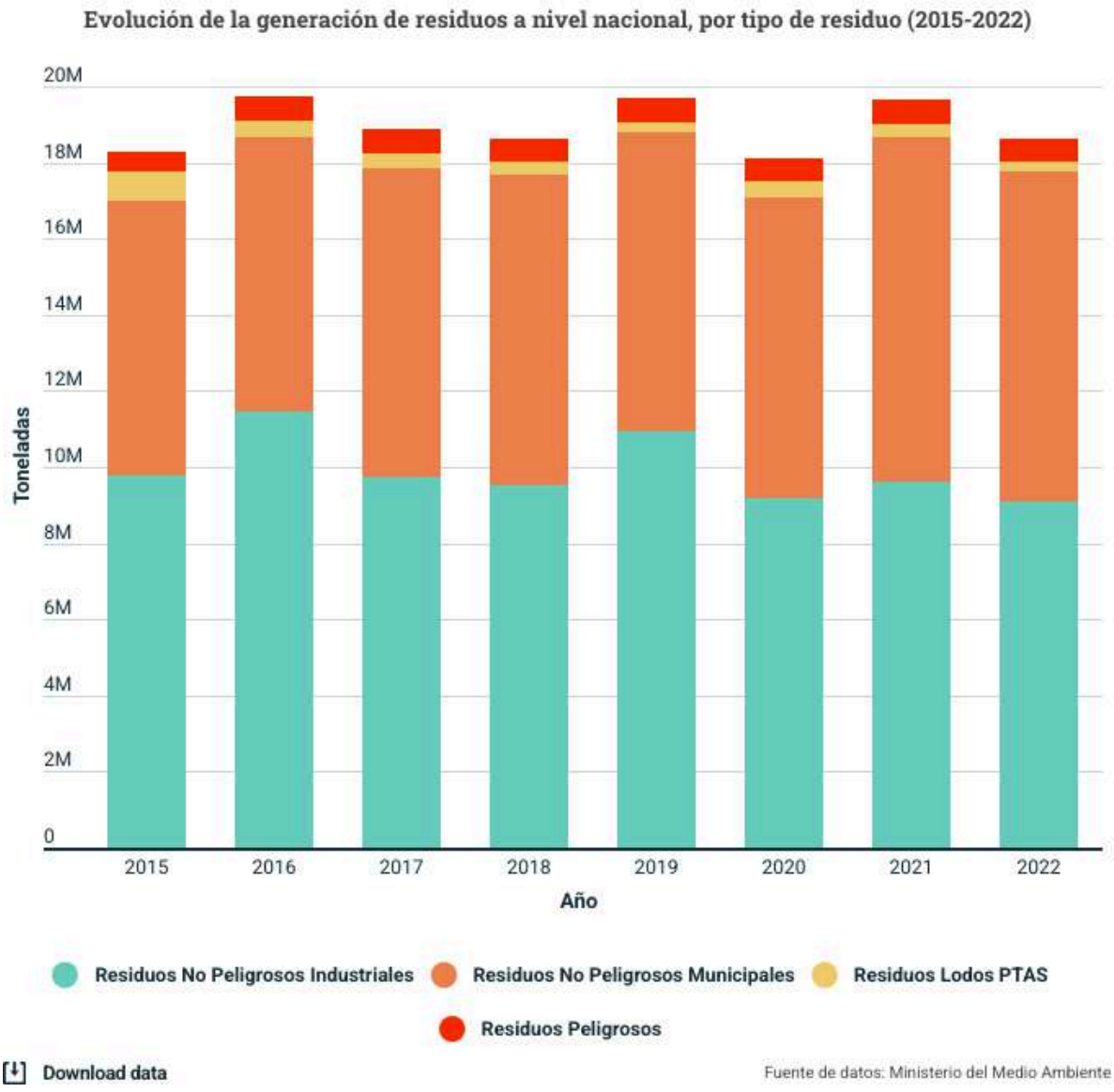
3.2.1 LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES (RSM)

Los residuos sólidos se clasifican en dos grandes categorías: **municipales** e **industriales**.

Los primeros corresponden a aquellos gestionados por las municipalidades, e incluyen el retiro de desechos generados tanto en los hogares como en los comercios de cada comuna. En cambio, los residuos industriales provienen de los procesos productivos de carácter industrial y, por su naturaleza, no se consideran de origen residencial. Estos últimos pueden ser **peligrosos o no peligrosos**, según los resultados de un análisis basado en criterios como inflamabilidad, toxicidad o corrosividad, entre otros, lo que permite determinar su nivel de riesgo para la salud humana y el medio ambiente.

De acuerdo con el **Informe del Estado del Medio Ambiente 2024**, la cantidad de residuos declarados hasta el año 2022 superó los **18 millones de toneladas**, de las cuales el **47% correspondió a residuos sólidos no peligrosos**. En particular, los **residuos sólidos municipales (RSM)** alcanzaron las **8.637.630 toneladas**, de las cuales **3.601.758 toneladas se generaron en la Región Metropolitana**, cifra que representa un **42% del total nacional**.





Fuente: MMA, 2024

Se observa una **tendencia sostenida al alza en la generación de residuos a nivel nacional entre 2020 y 2022**, medida en toneladas.

Por otra parte, de acuerdo con la normativa vigente, corresponde a cada municipalidad hacerse cargo de la gestión de los residuos dentro de su territorio. No obstante, en la práctica esta función suele quedar relegada, ya que los gobiernos locales deben equilibrar dicha tarea con otras responsabilidades igualmente relevantes, como la educación, la seguridad y la salud. Según datos de **SUBDERE (2023)**, los ingresos municipales por concepto de **derecho de aseo** cubren apenas un **tercio de los costos asociados** a esta gestión (véase figura…).

TABLA N°2: PARTICIPACIÓN DEL GASTO V/S INGRESOS EN SERVICIOS DE ASEO

REGIÓN	TOTAL GASTOS MUNICIPALES	GASTO EN SERVICIOS DE ASEO, RECOLECCIÓN DE BASURA Y VERTEDEROS	INGRESO POR DERECHOS DE ASEO	% DE GASTO EN SERVICIOS DE ASEO SOBRE INGRESO POR DERECHOS DE ASEO
Arica y Parinacota	$54.952.109.000	$2.567.962.000	$606.279.000	24%
Tarapacá	$134.201.435.000	$8.646.789.000	$1.473.885.000	17%
Antofagasta	$223.475.625.000	$16.445.270.000	$4.655.351.000	28%
Atacama	$109.827.991.000	$7.505.256.000	$1.780.633.000	24%
Coquimbo	$266.148.830.000	$18.861.247.000	$3.985.984.000	21%
Valparaíso	$687.292.728.000	$60.067.848.000	$19.176.240.000	32%
Metropolitana	$2.836.169.924.000	$206.370.510.000	$79.166.449.000	38%
O'Higgins	$318.389.810.000	$24.353.296.000	$4.715.882.000	19%
Maule	$326.002.197.000	$29.346.418.000	$4.176.988.000	14%
Ñuble	$166.272.801.000	$10.174.936.000	$2.130.173.000	21%
Biobío	$427.210.785.000	$50.835.061.000	$7.929.514.000	16%
La Araucanía	$313.897.933.000	$19.334.227.000	$4.645.662.000	24%
Los Ríos	$135.281.147.000	$9.356.536.000	$1.472.213.000	16%
Los Lagos	$312.403.451.000	$23.528.330.000	$4.690.423.000	20%
Aysén	$53.126.177.000	$2.947.818.000	$435.720.000	15%
Magallanes	$94.016.223.000	$4.846.513.000	$1.547.956.000	32%
País	**$6.458.669.166.000**	**$495.188.017.000**	**$142.589.352.000**	**29%**

Fuente: SUBDERE, 2025

En la **Región Metropolitana**, los **gastos asociados al derecho de aseo** alcanzan los **$206.370.510.000**, lo que representa un **7,2% del gasto municipal total**. En contraste, los **ingresos percibidos por este concepto** ascienden a **$79.166.499.000**, generando un déficit significativo: los gastos superan a los ingresos en un **38%**.

A nivel **nacional**, los **gastos en aseo** suman **$495.188.017.000**, equivalentes al **7,6% del gasto municipal total del país**. Por su parte, los **ingresos por derechos de aseo** alcanzan los **$142.589.352.000**, lo que evidencia un **déficit del 29%** en la cobertura de los costos asociados a este servicio

3.2.2. VALORIZACIÓN DE RESIDUOS (RSM)

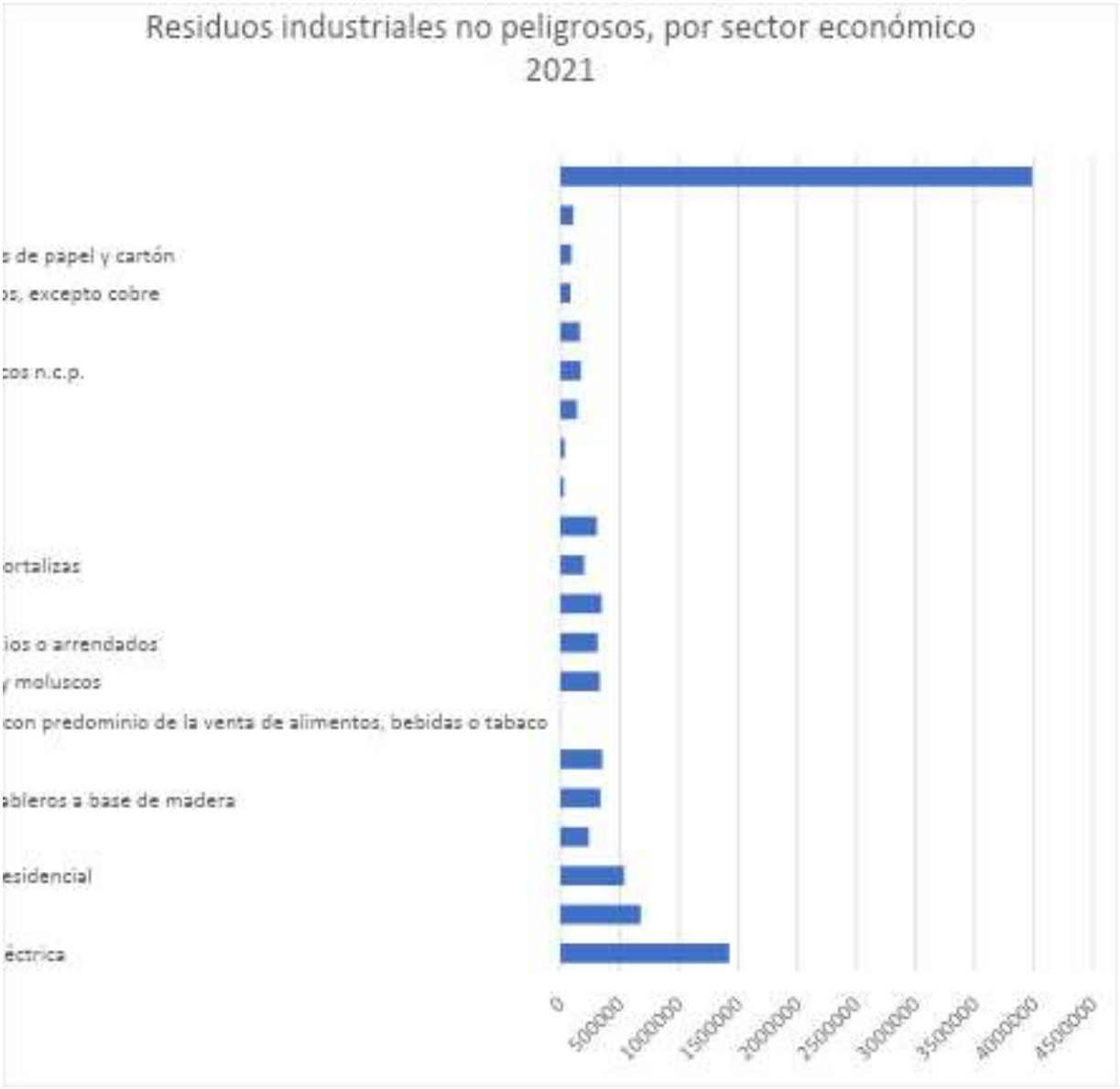
La **valorización** corresponde al proceso mediante el cual los residuos son sometidos a tratamientos que permiten recuperar parte o la totalidad de sus componentes, otorgándoles un nuevo valor. De este modo, los residuos pueden reincorporarse a la cadena productiva con su propósito original o con uno diferente. Asimismo, la utilización de residuos en la **generación de energía** constituye una dimensión relevante que debe ser considerada dentro de este enfoque.



3.2.3 RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES (RSI)

A nivel nacional, en el año **2022**, de las más de **18 millones de toneladas de residuos generados**, un **49% correspondió a residuos industriales no peligrosos**, manteniendo una tendencia de crecimiento sostenido entre **2015 y 2022**. En particular, la **Región Metropolitana** generó aproximadamente **2,5 millones de toneladas de residuos industriales**.

En cuanto a los sectores productivos, la **producción y conservación de carne** generó un total de **348.622 toneladas de residuos**, mientras que la **producción y distribución de energía eléctrica** alcanzó las **1.425.324 toneladas**. En contraste, actividades como el **transporte** y el **aserrado de madera** produjeron menos de **50.000 toneladas cada una**, ubicándose entre los sectores económicos con **menor generación de residuos industriales**.



3.2.4 RESIDUOS INDUSTRIALES LÍQUIDOS (RILES)

La **Superintendencia del Medio Ambiente (SMA)** es la entidad responsable de fiscalizar y controlar el cumplimiento de la normativa relativa a los **Residuos Industriales Líquidos (RILES)** descargados en aguas continentales superficiales y marinas.

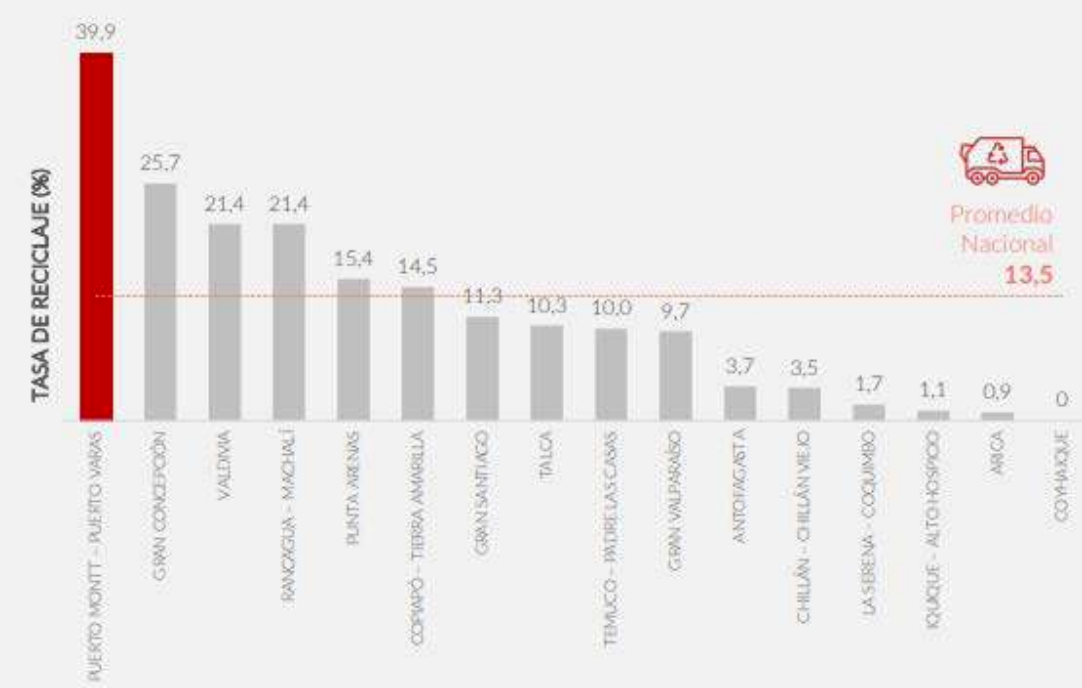
Toda instalación calificada como **fuente emisora** y que cuente con un programa de monitoreo vigente debe reportar mensualmente a la autoridad ambiental los resultados de los ensayos físicos, químicos y biológicos de cada descarga. Dicho reporte incluye, entre otros aspectos, la cantidad de puntos de descarga, los parámetros a controlar, la frecuencia de monitoreo, el tipo de muestreo, los plazos y la forma de envío de la información.

Para fortalecer la fiscalización, se implementó el **Sistema de Fiscalización de Normas de Emisión de Residuos Industriales Líquidos** (en adelante, *Sistema de RILES*), el cual está vinculado a la **Ventanilla Única del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC)**. Este sistema permite a las fuentes emisoras remitir por vía electrónica los resultados de sus autocontroles, facilitando así el análisis del desempeño de cada instalación en relación con la normativa aplicable.

3.3 RECICLAJE DE RESIDUOS URBANOS

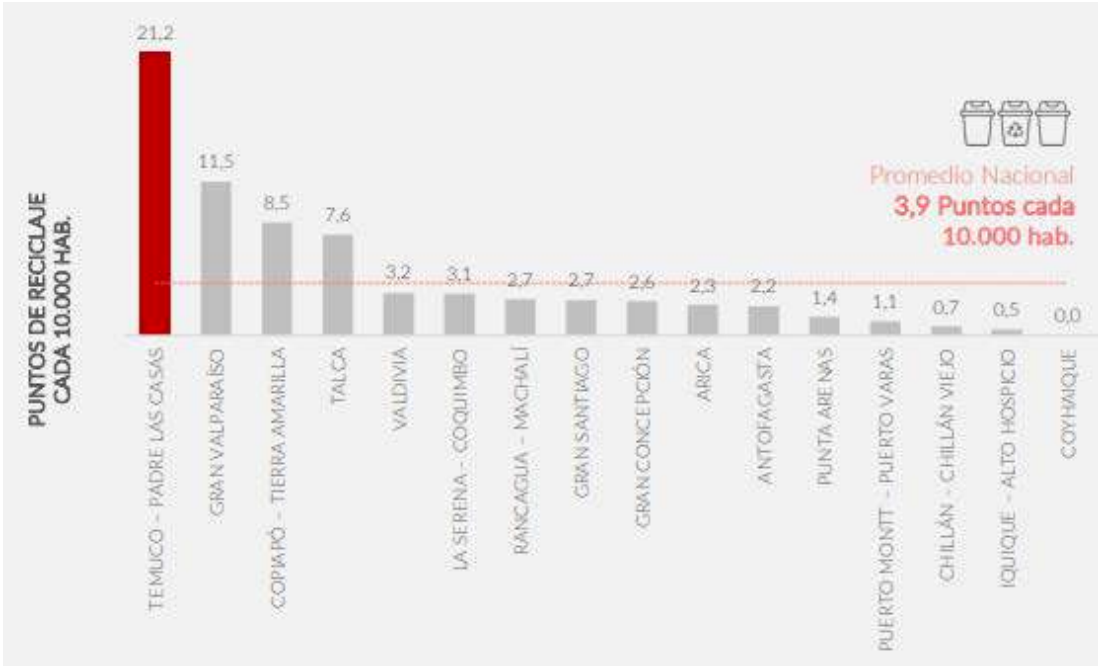
En Chile, en las **16 principales ciudades o capitales regionales**, se recicló en promedio un **13,5% de los residuos sólidos no peligrosos**. El resto de estos residuos no fue sometido a procesos de valorización, siendo destinados principalmente a **rellenos sanitarios o vertederos**, o bien sometidos únicamente a pretratamientos. Cabe destacar el caso de **Coyhaique**, donde se registró un **reciclaje nulo** de residuos sólidos no peligrosos.

En Chile, en las **16 principales ciudades o capitales regionales**, se recicló en promedio un **13,5% de los residuos sólidos no peligrosos**. El resto de estos residuos no fue sometido a procesos de valorización, siendo destinados principalmente a **rellenos sanitarios o vertederos**, o bien sometidos únicamente a pretratamientos. Cabe destacar el caso de **Coyhaique**, donde se registró un **reciclaje nulo** de residuos sólidos no peligrosos.



Fuente: Corporación cuidades, 2024

Para fomentar el aumento del reciclaje en las zonas urbanas, resulta fundamental contar con una **amplia y accesible red de puntos de reciclaje**, especialmente en las áreas de mayor densidad poblacional. Sin embargo, como se observa en el gráfico, solo **4 de las 16 regiones** superan el **promedio nacional** en número de puntos de reciclaje. En consecuencia, un **75% de las principales ciudades o capitales regionales** se encuentran por debajo de dicho promedio, lo que representa un **retroceso respecto de 2022**, año en el que esta condición afectaba al **69% de las ciudades analizadas**



Fuente: Corporación cuidades, 2024

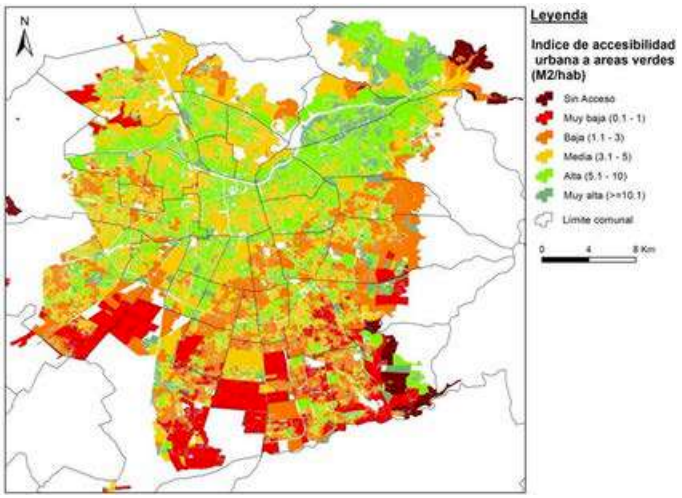
3.4. ÁREAS VERDES EN SANTIAGO DE CHILE

Las áreas verdes urbanas constituyen un elemento fundamental para la calidad de vida de la población, al proveer servicios ecosistémicos, mitigar los efectos del cambio climático, mejorar la salud física y mental de los habitantes y fomentar la cohesión social. En el caso de Santiago de Chile, el análisis de la disponibilidad, distribución y calidad de las áreas verdes evidencia profundas desigualdades territoriales que reflejan patrones de segregación socioespacial característicos de la ciudad.

Diversos estudios y catastros oficiales coinciden en que la dotación de áreas verdes en el Gran Santiago es insuficiente respecto de los estándares internacionales y nacionales. El Consejo Nacional de Desarrollo Urbano (CNDU) establece como referencia un mínimo de **10 m² de área verde por habitante**; sin embargo, solo alrededor del **5,7 % de la población metropolitana** alcanza dicho umbral. La mayoría de las comunas dispone de valores muy inferiores, especialmente aquellas de menores ingresos, mientras que comunas como Vitacura, Providencia y Lo Barnechea superan ampliamente el promedio metropolitano (UC, 2024).

El patrón de distribución espacial revela una marcada inequidad socioambiental. Las comunas de altos ingresos concentran los parques de mayor tamaño, mejor calidad y mantención —ejemplificados por el Parque Bicentenario en Vitacura—, mientras que comunas populares como Lo Espejo, El Bosque o San Ramón cuentan con superficies reducidas, plazas pequeñas y deficientemente equipadas. Esta desigualdad en el acceso a espacios verdes repercute en la salud pública, el bienestar social y la resiliencia climática de la población (Scielo, 2019). Existen fluctuaciones dentro de la región que van desde comunas que tienen 11,7 m2/hab como es el caso de la comuna de Lo Barnechea, a 2,3 m2/hab en el caso de la comuna de El Bosque. Es decir, 5 veces más m² por cada habitante. Estas diferencias también son posibles de advertir al interior de las comunas, donde, por ejemplo, El Bosque —que tiene baja accesibilidad— tiene barrios que cuentan con buena dotación. Esto da cuenta de la importancia de desagregar los datos no solo para comparar a escala de ciudad, sino para priorizar las inversiones dentro de los mismos municipios. La accesibilidad de la población a las áreas verdes, medida por el indicador m2/hab , y su distribución en el territorio del Gran Santiago están graficadas en el siguiente mapa.

Mapa Accesibilidad a áreas verdes en el Gran Santiago



Fuente: Elaboración propia

La fragmentación es otro problema estructural. Se estima que **más del 90 % de las áreas verdes de Santiago poseen menos de 5.000 m²**, lo cual limita su capacidad para cumplir funciones ecológicas de mayor escala, como la conectividad de hábitats, la regulación térmica o la gestión de aguas lluvias. Los indicadores de calidad levantados por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) muestran avances en materia de vegetación y mantención, pero déficits significativos en accesibilidad universal, seguridad y equipamiento (INE, 2020).

En los últimos años se han impulsado iniciativas orientadas a fortalecer la infraestructura verde metropolitana. El **Plan de Infraestructura Verde de Santiago (2024)** constituye un instrumento estratégico que busca integrar criterios de sostenibilidad, biodiversidad y equidad territorial en la planificación urbana. Asimismo, proyectos emblemáticos como el **Parque Mapocho Río** y la recuperación de terrenos degradados, como el **Parque Lo Errázuriz** (antiguo vertedero), apuntan a ampliar y diversificar la oferta de áreas verdes metropolitanas.

A futuro la ciudad, en el tema de áreas verdes, debe enfrentar desafíos importantes, tales como: Reducir las brechas entre comunas ricas y pobres en términos de cantidad y calidad de áreas verdes, a fin de alcanzar una mayor equidad social y territorial; Superar la fragmentación y crear corredores verdes que favorezcan la biodiversidad y mitiguen islas de calor; Garantizar recursos sostenibles para mantención, seguridad y accesibilidad de los espacios existentes; Incorporar a comunidades locales en el diseño, gestión y evaluación de las áreas verdes, promoviendo sentido de pertenencia ; y Reforzar el rol de las áreas verdes como infraestructura de resiliencia frente a sequías, olas de calor y contaminación.

El caso de Santiago de Chile refleja una contradicción central: mientras la ciudad posee parques de gran relevancia nacional, la mayoría de sus habitantes —especialmente en comunas periféricas y populares— acceden a espacios verdes reducidos, fragmentados y de baja calidad. Superar este déficit exige políticas públicas de largo plazo que prioricen la equidad territorial, integren la dimensión ecológica y fortalezcan la gobernanza local. En este contexto, el Plan de Infraestructura Verde y los proyectos de recuperación urbana representan oportunidades valiosas, pero su éxito dependerá de la capacidad institucional de implementar criterios de justicia ambiental y de consolidar un sistema metropolitano inclusivo y resiliente.

3.4.1 Áreas verdes en las principales ciudades de Chile

Las áreas verdes urbanas son un componente esencial de la calidad de vida en las ciudades, ya que contribuyen a la salud física y mental de la población, regulan la temperatura, capturan contaminantes, fomentan la biodiversidad y promueven la cohesión social. En Chile, sin embargo, la distribución y la superficie de áreas verdes presentan importantes desigualdades territoriales y sociales, especialmente en las grandes urbes como Santiago, Valparaíso, Concepción y Antofagasta.

Según el **Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano (SIEDU)**, la disponibilidad promedio de áreas verdes en ciudades chilenas se ha mantenido en torno a **4,2 m² por habitante**, muy por debajo de los **9 m² recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS)** (MINVU, 2023). Persisten brechas intraurbanas significativas: mientras algunas comunas de ingresos altos superan los 10 m²/hab., sectores periféricos de bajos ingresos apenas alcanzan 1–2 m²/hab. El déficit no solo es cuantitativo, sino también cualitativo, ya que muchos espacios carecen de mantenimiento, seguridad, accesibilidad o vegetación adecuada (CONAF, 2024).A continuación, la realidad de áreas verdes por habitante en las principales ciudades del país.

Valparaíso y Viña del Mar. El área metropolitana de Valparaíso presenta una cobertura inferior al promedio nacional, con alrededor de **3,5 m²/hab.**. Además, el relieve y la topografía limitan la generación de nuevos espacios verdes, concentrándose en sectores costeros y turísticos (INE, 2024).

Concepción y Gran Concepción. El Gran Concepción muestra mejores indicadores, con **6,1 m²/hab.** en promedio. Sin embargo, gran parte de esta superficie corresponde a parques periféricos y no siempre accesibles para la totalidad de la población (MINVU, 2023).

Antofagasta. La ciudad enfrenta serias limitaciones hídricas y climáticas. Su indicador es cercano a **2,8 m²/hab.**, siendo una de las cifras más bajas del país. Pese a los esfuerzos municipales y privados por crear plazas y bandejones arbolados, la escasez de agua restringe su expansión (CONAF, 2024).

Puerto Montt y Valdivia superan el promedio nacional, debido a su mayor disponibilidad de suelo y condiciones climáticas favorables.

Arica e Iquique, en cambio, presentan indicadores similares a Antofagasta, con grandes brechas socioespaciales.

Las áreas verdes urbanas en Chile presentan un déficit estructural tanto en cantidad como en calidad, con notorias desigualdades entre ciudades y comunas. Si bien existen programas de arborización y planes locales de mejoramiento, los avances han sido insuficientes para alcanzar los estándares internacionales. La consolidación de una política integral de áreas verdes requiere coordinación intersectorial, mayor financiamiento, y una visión de largo plazo que articule equidad social, sustentabilidad ambiental y bienestar urbano.

Actualmente existen en proceso de implementación iniciativas interesantes relevantes orientadas a disminuir el déficit en áreas verdes en los centros urbanos del país entre las cuales esta: el **Programa "+ Árboles para Chile"** (CONAF), orientado a incrementar la arborización urbana, especialmente en comunas vulnerables; **Planes de áreas verdes comunales**, financiados parcialmente a través del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR); **Iniciativas metropolitanas** como el Plan Santiago 2030, que incluyen metas de acceso equitativo a parques urbanos y el **Convenios MINVU–municipalidades**, para recuperación y mantención de espacios degradados..



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

4. RESPUESTAS E INICIATIVAS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS
4.1 EL MARCO INSTITUCIONAL
4.1.1 LA POLÍTICA NACIONAL DE DESARROLLO URBANO (PNDU)

Fue elaborada por una Comisión Asesora Presidencial convocada en 2012 por el entonces presidente de la República y aprobada en 2014. Tiene carácter de política de Estado y busca orientar el crecimiento de las ciudades chilenas bajo principios de integración social, desarrollo económico, equilibrio ambiental, identidad y patrimonio, e institucionalidad y gobernanza.La Política Nacional de Desarrollo Urbano (PNDU), desde su promulgación en 2014, constituyó un marco de referencia estratégico para orientar la planificación y gestión de las ciudades chilenas en torno a cinco ejes: integración social, desarrollo económico, equilibrio ambiental, identidad y patrimonio, e institucionalidad y gobernanza. A diez años de su entrada en vigor, la actualización de esta política se vuelve imperativa frente a los nuevos desafíos ambientales y sociales que enfrentan los asentamientos humanos en el país.

En la implementación de la PNDU participan varios organismos del Estado

- **Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU),** que coordina la aplicación de la PNDU, mediante planes reguladores, programas habitacionales y la gestión del territorio urbano.
- **Consejo Nacional de Desarrollo Urbano (CNDU) → Consejo Nacional de Desarrollo Territorial (CNDT),** órgano consultivo y asesor del Presidente de la República y del MINVU. Desde 2023 evolucionó hacia el Consejo Nacional de Desarrollo Territorial (CNDT), con un mandato más amplio sobre desarrollo territorial (urbano y rural). Se compone de representantes del sector público, academia, gremios profesionales y sociedad civil. Su rol es **asesorar, monitorear y proponer ajustes a la política urbana y territorial**, incluyendo el **SIEDU** como herramienta de seguimiento.
- **Instituto Nacional de Estadísticas (INE,** responsable de proveer información estadística y censal que alimenta indicadores de la política (por ejemplo, en el **SIEDU** y el **SIET-Chile))**.
- **Gobiernos Regionales (GORE).**Tras la elección de gobernadores regionales (2021) y la promulgación de la **Ley 21.074 (2018) sobre Fortalecimiento de la Regionalización**, los GORE han asumido un rol estratégico en la planificación y ejecución de políticas urbanas, mediante los **Planes Regionales de Ordenamiento Territorial (PROT)**.
- **Municipalidades.** Ejecutan la PNDU en el territorio a través de los **planes reguladores comunales** y la gestión de servicios locales
- . El **Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM)** también se articula como herramienta de fortalecimiento de la gestión ambiental urbana.

4.1.2 LA POLÍTICA NACIONAL DE DESARROLLO URBANO REVISADA (PNDU) R

La PNUD, publicada en 2014, está en un proceso de actualización clave para avanzar hacia ciudades más justas, integradas y sostenibles, en coherencia con los desafíos actuales de la planificación territorial en Chile. Es necesario seguir avanzando en la disminución de la fragmentación urbana, mejorar el acceso equitativo a servicios y equipamientos, y orientar de mejor forma el crecimiento urbano para evitar la pérdida de suelos agrícolas y ecosistemas de alto valor. También han cobrado fuerza nuevas prioridades, como la necesidad de reconocer la interdependencia entre lo urbano y lo rural, así como asegurar que las políticas públicas cuenten con pertinencia territorial.

Asimismo, la adaptación al cambio climático, la gestión de riesgos, el enfoque de cuidados y una participación ciudadana más incidente son hoy aspectos centrales. Contar con una política actualizada permitirá proyectar una visión integrada del desarrollo urbano que considere los impactos y oportunidades del territorio en su conjunto, pensando en la sostenibilidad del país y en el bienestar de las generaciones futuras.

Los asentamientos humanos en Chile experimentan crecientes presiones derivadas de fenómenos como el cambio climático, la escasez hídrica, la pérdida de áreas verdes, la contaminación atmosférica y la segregación socioespacial. En este contexto, la actualización de la PNDU plantea reforzar:

- **La resiliencia urbana**: promoviendo planes de adaptación al cambio climático a nivel metropolitano y comunal, con énfasis en infraestructura verde y gestión del riesgo de desastres.
- **La eficiencia hídrica**: incentivando tecnologías de reúso de aguas grises, sistemas de captación de aguas lluvias y mejoras en la gestión de redes de alcantarillado y tratamiento.
- **La calidad ambiental**: mediante estándares más estrictos de emisiones y planes de descontaminación atmosférica, especialmente en ciudades intermedias con alta vulnerabilidad.

La actualización de la PNDU incorpora instrumentos de planificación urbana y territorial con enfoque ambiental:

- **Planes reguladores sustentables**, que priorizan la densificación equilibrada y la protección de áreas periurbanas con valor ecológico.
- **Zonificación de riesgos**, para prevenir la localización de asentamientos en zonas de alta exposición a incendios forestales, inundaciones o remociones en masa.
- **Corredores biológicos y parques urbanos**, que articulan espacios naturales y recreativos con función ecológica, reduciendo el déficit de áreas verdes y mejorando la salud urbana.

El éxito de las iniciativas depende de una institucionalidad capaz de coordinar actores y recursos:

- **Participación ciudadana vinculante**, que amplía la incidencia de las comunidades en la toma de decisiones sobre proyectos urbanos y ambientales.
- **Coordinación multinivel** entre ministerios, gobiernos regionales y municipios, con énfasis en el financiamiento de proyectos de gestión ambiental urbana.
- **Sistemas de monitoreo e indicadores (SIEDU, SCAM)**, que permiten evaluar periódicamente el cumplimiento de metas en materia de sustentabilidad urbana.

Además, la PNDU actualizada promueve nuevos modelos de ciudad orientados a la sostenibilidad:

- **Movilidad sustentable**, con expansión de transporte público eléctrico y ciclovías interconectadas.
- **Construcción verde**, incorporando criterios de eficiencia energética, materiales reciclables y certificaciones ambientales en la edificación.
- **Economía circular urbana**, que fomenta la gestión integral de residuos, el reciclaje y la valorización energética.

La actualización de la PNDU representa una oportunidad para reposicionar la gestión ambiental como pilar del desarrollo urbano en Chile. Los asentamientos humanos requieren respuestas integrales que reconozcan la interdependencia entre lo social, lo ambiental y lo económico. La clave radica en fortalecer la planificación territorial, institucionalizar la participación ciudadana, mejorar la resiliencia frente al cambio climático y avanzar hacia modelos urbanos basados en innovación y sostenibilidad.

En este contexto, la PNDU debe consolidarse como una herramienta que articule políticas públicas, marcos regulatorios y acciones locales, garantizando que las ciudades chilenas avancen hacia un desarrollo urbano justo, inclusivo y ambientalmente responsable

En el marco de esta política, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), en coordinación con el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) y el Consejo Nacional de Desarrollo Territorial (CNDT), elaboró el **Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano (SIEDU)**. Este instrumento busca identificar atributos asociados a la calidad de vida urbana, reducir las desigualdades territoriales y evaluar la efectividad de las acciones estatales en materia de desarrollo urbano.

Hasta 2024, el SIEDU contempla una propuesta de 269 indicadores —de los cuales 102 son “de primer orden” (53 estructurales y 49 complementarios) y 167 “de segundo orden”—, y 28 estándares asociados. La línea de base cubre 117 comunas con ciudades de más de 50.000 habitantes, abarcando una población urbana estimada en 13,2 millones de personas. Los resultados y estándares se revisarán y actualizarán con los datos del Censo 2024, lo que podría generar ajustes importantes en cobertura y en los valores de referencia.

En cuanto a la integración social, SIEDU mantiene el estándar de que una unidad vecinal socialmente integrada debe tener entre 20 % y 60 % de población vulnerable (los dos quintiles de menores ingresos). Proporciones por debajo o por encima de ese rango indican condiciones propicias para la segregación socioeconómica, ya sea por concentración de personas de bajos ingresos o de altos ingresos.

4.1.3 ÁREAS METROPOLITANAS

En materia de organización territorial, la Ley N.º 21.074 sobre Fortalecimiento de la Regionalización del País (2018) introdujo la figura de las *áreas metropolitanas*. Su **Artículo 104 bis** establece que:

"En cada región podrán constituirse una o más áreas metropolitanas, las que serán administradas por el gobierno regional respectivo, con el objeto de coordinar las políticas públicas en un territorio urbano. Para efectos de la presente ley, se entenderá por 'área metropolitana' la extensión territorial formada por dos o más comunas de una misma región, unidas entre sí por un continuo de construcciones urbanas, que comparten la utilización de diversos elementos de infraestructura y servicios urbanos y que, en su conjunto, superen los 250.000 habitantes" (Ley N.º 21.074, 2018).

Asimismo, la ley asigna a los Gobiernos Regionales la función de elaborar y aprobar el *Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT)*, en coherencia con la Estrategia Regional de Desarrollo y con la futura Política Nacional de Ordenamiento Territorial, instrumento actualmente en proceso de actualización (MINVU, 2024).

4.1.4 NORMATIVA PARA RESIDUOS SÓLIDOS

En el ámbito de la gestión de residuos, la Ley N.º 20.920 (2016) instauró la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y el fomento al reciclaje, con el propósito de reducir la generación de residuos y promover su reutilización, reciclaje y valorización:

"*La presente ley tiene por objeto disminuir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización, a través de la instauración de la responsabilidad extendida del productor y otros instrumentos de gestión de residuos, con el fin de proteger la salud de las personas y el medio ambiente" (Ley N.º 20.920, 2016, art. 1).*

Desde 2023, se implementan metas para envases y embalajes, neumáticos, aceites y aparatos eléctricos, y al año 2024 se observa un avance gradual en los sistemas de gestión colectivos (MMA, 2024).

4.1.5 NORMATIVA SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO Y ASENTAMIENTOS HUMANOS

Chile ha desarrollado múltiples instrumentos de política pública vinculados al cambio climático y su relación con los asentamientos humanos:

- Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (MMA, 2015).
- Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022 (MMA, 2017).
- Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático 2017-2022 (MOP & MMA, 2017).
- Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades 2018-2022 (MMA & MINVU, 2018).
- Plan de Adaptación al Cambio Climático de la Región Metropolitana de Santiago – Plan CAS (GORE RMS & MMA, 2012).
-

En el plano nacional, destacan la Política Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (ONEMI, 2016b) y el Plan Estratégico Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2015-2018 (ONEMI, 2016a), enmarcados en compromisos internacionales como la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (Naciones Unidas, 1992) y el Protocolo de Kyoto (Naciones Unidas, 1998).

La Ley Marco de Cambio Climático (Ley N.º 21.455, 2022) consolidó la meta de carbono-neutralidad y resiliencia al 2050, obligando a ministerios y gobiernos regionales a integrar criterios de mitigación y adaptación en sus planes e instrumentos de ordenamiento territorial (MMA, 2022).

Programa de Arborización "Un Chileno, Un Árbol"

El programa **"Un Chileno, Un Árbol"**, impulsado por CONAF desde 2010, planteó la meta de plantar entre 5 y 6 millones de árboles en todo el país, con especial énfasis en entornos urbanos (CONAF, 2011). Para 2024, esta iniciativa ha sido reforzada por el programa **"+Árboles para Chile"**, que busca incrementar la cobertura arbórea urbana y rural, mitigar el cambio climático y reducir los efectos de isla de calor en las ciudades (CONAF, 2024).

BIBLIOGRAFÍA

- CEPAL. (2020). La tragedia ambiental en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: CEPAL
- CEPAL. (2022). La tragedia ambiental en América Latina y el Caribe. Santiago: CEPAL.
- Centro de Estudios Socioterritoriales. (2021a). Catastro Nacional de Campamentos 2020-2021. Informe ejecutivo. TECHO. Recuperado de: https://ceschile.org/wp-content/uploads/2020/11/Informe%20Ejecutivo_Catastro%20Campamentos%202020-2021.pdf
- Centro de Estudios Socioterritoriales. (2021b). Catastro Nacional de Campamentos 2020-2021. Monitor de campamentos. TECHO. Recuperado de: https://ceschile.org/catastro/
- Centro de Estudios de TECHO-Chile. (2025). Catastro Nacional de Campamentos 2024-2025. Recuperado de: https://cl.techo.org/wp-content/uploads/sites/9/2025/04/CN24-25-resumen_eje.pdf
- CONAF. (2011). Un chileno, un árbol: Programa de arborización urbana. Corporación Nacional Forestal.
- CONAF. (2024). Programa +Árboles para Chile. Corporación Nacional Forestal.
- DGA. (2024). Informe anual de recursos hídricos en Chile. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas.
- GORE RMS & MMA. (2012). Plan de Adaptación al Cambio Climático para la Región Metropolitana de Santiago (Plan CAS). Gobierno Regional Metropolitano de Santiago y Ministerio del Medio Ambiente.
- Hugo Romero; Marcela Salgado; Pamela Smith. (s.f.). Cambios climáticos y climas urbanos: Relaciones entre zonas termales y condiciones socioeconómicas de la población de Santiago de Chile. Revista INVI (versión online, ISSN 0718-8358).
- IPCC. (2021). Sixth Assessment Report (AR6): Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ley N.º 20.920. (2016). Establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

- Ley N.º 20.920. (2016). Establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
- Ley N.º 21.074. (2018). Fortalecimiento de la regionalización del país. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
- Ley N.º 21.455. (2022). Ley Marco de Cambio Climático. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
- Ministerio de Salud. (2023). Informe anual de calidad del aire en Chile. Santiago: MINSAL.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2022). Ley Marco de Cambio Climático. Diario Oficial de la República de Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2023). Estrategia Nacional de Acción Climática Local. Santiago: MMA.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2024). Plan Nacional de Adaptación para Ciudades. Santiago: MMA.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2014). Política Nacional de Desarrollo Urbano. Santiago de Chile: MINVU.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2021a). Catastro Nacional de Campamentos MINVU 2019. Mapa interactivo. Recuperado de: https://storymaps.arcgis.com/stories/dfe1fe1afd334ec790f879e736a5af5e
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2021b). Catastro Nacional de Campamentos MINVU 2019. Resultados. Recuperado de: https://www.minvu.gob.cl/catastro-de-campamentos/#/
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2021c). Catastro Nacional de Campamentos MINVU 2022. Recuperado de: https://www.minvu.gob.cl/catastro-campamentos-2022/
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2023). Normativa sobre eficiencia energética en la construcción. Santiago: MINVU.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2024). Avances en la Política Nacional de Ordenamiento Territorial. Santiago: MINVU.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2024). Actualización de la PNDU: Documento de trabajo. Santiago de Chile: MINVU.

- MINVU & TECHO-Chile. (2024). Catastro Nacional de Campamentos 2024. Santiago: MINVU–TECHO.
- MMA. (2015). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Ministerio del Medio Ambiente.
- MMA. (2017). Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022. Ministerio del Medio Ambiente.
- MMA. (2022). Ley Marco de Cambio Climático: lineamientos y metas 2050. Ministerio del Medio Ambiente.
- MMA. (2024). Avances en implementación de la Ley REP. Ministerio del Medio Ambiente.
- MMA & MINVU. (2018). Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades 2018-2022. Ministerio del Medio Ambiente y Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- MOP & MMA. (2017). Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático 2017-2022. Ministerio de Obras Públicas y Ministerio del Medio Ambiente.
- Naciones Unidas. (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
- ONU-Hábitat. (2022). Ciudades y Cambio Climático en América Latina. Nairobi: ONU-Hábitat.
- ONEMI. (2023). Anuario de gestión de riesgos de desastres en Chile. Santiago: ONEMI.
- Pablo Sarricolea Espinoza; Javier Martín-Vide. (2014). El estudio de la Isla de Calor Urbana de Superficie del Área Metropolitana de Santiago de Chile con imágenes Terra-MODIS y Análisis de Componentes Principales. Revista de Geografía Norte Grande, 57, Santiago, mayo 2014.
- SIEDU. (2023). Informe de Avance de Indicadores Urbanos. Santiago de Chile: Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano.
- SUBDERE. (2023). Lineamientos para la incorporación del cambio climático en los PROT. Santiago: SUBDERE.

REFERENCIAS

- CONAF. (2011). *Un chileno, un árbol: Programa de arborización urbana*. Corporación Nacional Forestal.
- CONAF. (2024). *Programa +Árboles para Chile*. Corporación Nacional Forestal.
- GORE RMS & MMA. (2012). *Plan de Adaptación al Cambio Climático para la Región Metropolitana de Santiago (Plan CAS)*. Gobierno Regional Metropolitano de Santiago y Ministerio del Medio Ambiente.
- Ley N.º 20.920. (2016). *Establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje*. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
- Ley N.º 21.074. (2018). *Fortalecimiento de la regionalización del país*. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
- Ley N.ª 21.455. (2022). *Ley Marco de Cambio Climático*. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
- MINVU. (2024). *Avances en la Política Nacional de Ordenamiento Territorial*. Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- MMA. (2015). *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático*. Ministerio del Medio Ambiente.
- MMA. (2017). *Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022*. Ministerio del Medio Ambiente.
- MMA. (2022). *Ley Marco de Cambio Climático: lineamientos y metas 2050*. Ministerio del Medio Ambiente.
- MMA. (2024). *Avances en implementación de la Ley REP*. Ministerio del Medio Ambiente.
- MMA & MINVU. (2018). *Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades 2018-2022*. Ministerio del Medio Ambiente y Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- MOP & MMA. (2017). *Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático 2017-2022*. Ministerio de Obras Públicas y Ministerio del Medio Ambiente.
- Naciones Unidas. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*.

- Naciones Unidas. (1998). *Protocolo de Kyoto*.
- ONEMI. (2016a). *Plan Estratégico Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2015-2018*. Oficina Nacional de Emergencia.
- ONEMI. (2016b). *Política Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres*. Oficina Nacional de Emergencia.

SANTIAGO DE CHILE 2025

InformePaís2025

ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE

Y DEL PATRIMONIO NATURAL



Energía

SEGUNDA PARTE CAPÍTULO IX

SANTIAGO DE CHILE 2025

SEGUNDA PARTE
CAPÍTULO IX.
ENERGÍA



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

Autores:
Sergio Galilea Ocón (1)
Héctor Anabalón Zurita (2)

Asistentes de Investigación:
Matías Miranda Velásquez (3)

Edición:
Ángela María Larenas Libreros (4)

(1) Director, Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.
(2)Secretario ejecutivo e investigador, Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.
(3) Estudiante de Administración Pública, Semillerista Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile
(4) Estudiante de Administración Pública, Semillerista Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.

9.1 MATRIZ ENERGÉTICA NACIONAL



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

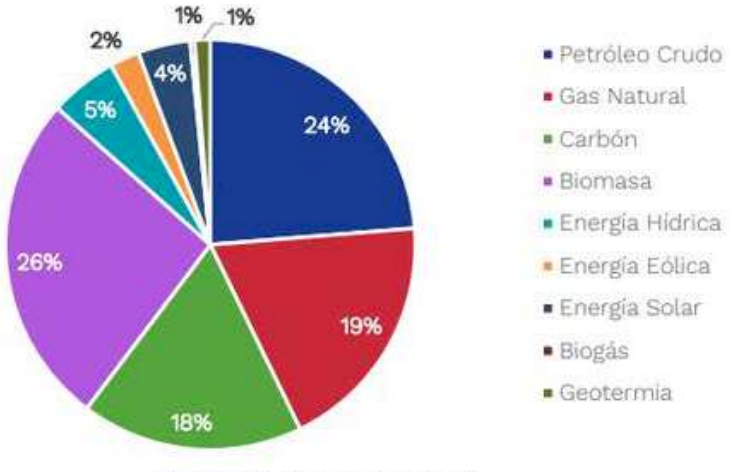
SANTIAGO DE CHILE 2025

La matriz energética muestra cómo está balanceado el consumo de energía entre diferentes fuentes en un determinado periodo de tiempo. Existen dos tipos de matrices: primarias y secundarias. La primera, corresponde a las diversas energías que se extraen de la naturaleza sin procesos de transformación (eólica, solar, gas natural, etc.). La segunda, son los diferentes productos energéticos elaborados a partir del procesamiento de las energías primarias (electricidad, derivados de hidrocarburos, gas distribuido por redes, etc.) (Ministerio de Energía, s. f.-a).

En Chile, la matriz energética primaria del 2022 fue de 327.753 Tcal, de la cual los recursos fósiles representaron un 60% del total (un 8% menos a comparación del 2021): petróleo crudo (24%), gas natural (19%), y carbón (18%). A estos le sigue el uso de biomasa con un 26%, que responde a la presencia del uso de leña en calefacción residencial y de subproductos orgánicos de procesos industriales como combustible para autogeneración eléctrica. Finalmente, están las fuentes renovables como la energía hídrica (5%), eólica (2%) y solar (4%), y en menor medida el biogás y geotermia (ambas 1%) (ver figura 9.1.1) (Ministerio de Energía, 2024c).

En cuanto a las fuentes, el 55,9% de la oferta primaria se obtiene de fuentes domésticas, donde destacan los siguientes energéticos: biomasa, energía hídrica, eólica y solar. Por su parte, el 43,7% restante proviene de las importaciones, de petróleo crudo, gas natural y carbón, de ellos un 98.5%, 80.9% y 99.8% de su oferta primaria proviene de importaciones, respectivamente (Ministerio de Energía, 2024c).

Figura 9.1.1.Matriz energética primaria año 2022.



Fuente: Planificación Energética de Largo Plazo (PELP), Ministerio de Energía (2024c).

De acuerdo al Anuario Estadístico 2023 de la Comisión Nacional de Energía (CNE), la composición de la matriz energética primaria del país ha ido aumentando la participación de las Energías Renovables No Convencionales (ERNC). En comparación con el año 2013 las ERNC mostraron un crecimiento notable: la energía solar se multiplicó por 2.887 y la energía eólica por 22. Por otro lado, los recursos fósiles como el petróleo crudo y el carbón registraron una disminución del 24% y 18%, respectivamente (Comisión Nacional de Energía, 2023).

Por otra parte, el consumo final de energía está representado mediante la matriz energética secundaria, y corresponde a la energía destinada a los sectores consumidores de la economía, tanto para uso energético como no energético. El 2022 el consumo final de energía fue de 327.696 Tcal, un 7% más que en el 2021 (306.059 Tcal) (Ministerio de Energía, 2024c).

Figura 9.1.2. Composición del consumo final por energético en Tcal.



Fuente: Comisión Nacional de Energía (2023). Anuario Estadístico de Energía.

Como se puede observar en la figura 9.1.2, la matriz energética secundaria de Chile en el año 2022 se compone principalmente de petróleo diésel (28%) seguido de electricidad (22%), biomasa (14%) y gasolina (13%), esto se debe a su uso transversal en la totalidad de los sectores económicos. En cuanto al consumo sectorial, los sectores de transporte, industria y minería consumen la mayor parte de la energía en Chile y entre ellos suman el 72% del total (Ministerio de Energía, 2024c). Además, al analizar la evolución temporal se aprecia que entre 2013 y 2022 el consumo energético nacional aumentó en casi 50.000 Tcal.

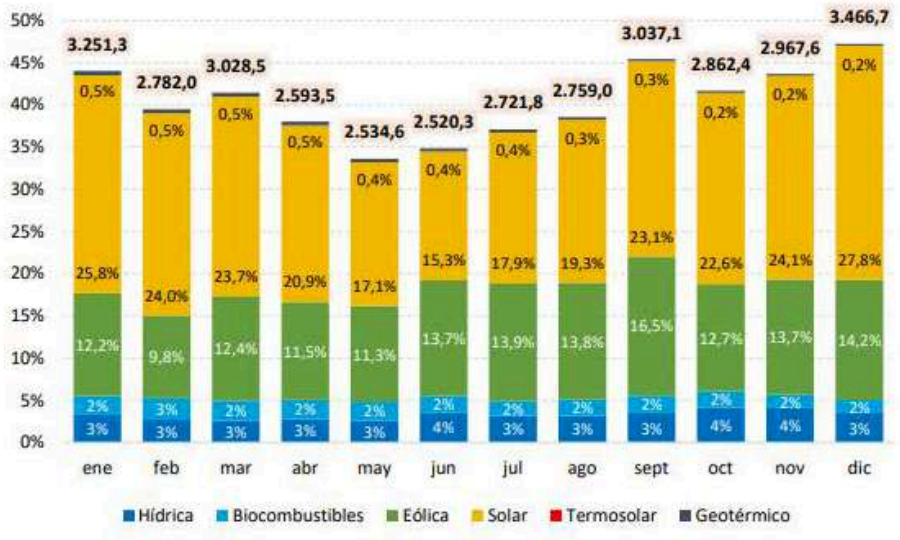
9.1.2 ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES

Las energías renovables se clasifican en convencionales y no convencionales, dependiendo tanto del grado de desarrollo de las tecnologías para su aprovechamiento como de su predominancia en los mercados energéticos. A nivel nacional se definen como fuentes de Energía Renovables No Convencionales (ERNC) la eólica, la solar, la pequeña hidroeléctrica (centrales hasta 20 MW), la biomasa, el biogás, la geotermia y la energía de los mares (Ministerio de Energía, s. f.-b).

De acuerdo al Ranking *Climatescope* de Bloomberg, que clasifica a las economías en desarrollo más atractivas para las inversiones en energías renovables, Chile se posicionó en el primer lugar durante el año 2020. Sin embargo, el 2024 quedó en séptimo lugar a nivel mundial, y segundo en Latinoamérica, detrás de Brasil (Bloomberg NEF, 2024; Ministerio de Energía, 2020b). De esta manera, durante el 2024, el país cerró con una inversión de USD 5.695 millones en el sector, lo que representa un aumento del 231% en comparación al año anterior (H2News, 2025).

La generación de ERNC en el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) alcanzó los 34.524,9 GWh durante el 2024, esto representa una participación del 40,4% de la generación total. La mayor contribución a esta generación fue la energía solar (18.612,9 GWh) y eólica (11.083,0 GWh) (Coordinador Eléctrico Nacional, 2025). La figura 9.1.3 enseña el detalle mensual y desagregado por fuente. Así, es posible comprobar que la energía solar es la de mayor peso, alcanzando máximas de participación superiores al 20% en los meses de primavera y verano. La energía eólica, por su lado, presenta un comportamiento más estable, con su mayor aporte en el mes de septiembre, cuando llegó a 16,5%.

Figura 9.1.3. Generación ERNC SEN 2024 desagregada por tipo de fuente.



Fuente: Coordinador Eléctrico Nacional (2025).

Durante junio de 2025 iniciaron operaciones siete nuevas centrales y la suma de su capacidad instalada neta equivale a 448 MW (400 eólica, 48 solar). Asimismo, durante junio del mismo año, existían 48 centrales en fase de construcción en el país, que representan una inversión total de USD 3.788 millones y un aporte de 2.666 MW de capacidad. De ellas, un 98% de las centrales en construcción generará energía a partir de fuentes renovables, mientras que el 91% corresponderán a ERNC (Ministerio de Energía, 2025b).

La eficiencia energética y la sustitución de fuentes de energía por alternativas renovables se posicionan como los ejes de acción principales en el ámbito de políticas energéticas para la sustentabilidad. En términos de cambio climático, el aporte del sector energía a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) corresponde a un 76% del total de las emisiones contabilizadas en el país al año 2020 (Ministerio de Energía, 2024b).

En este sentido, han surgido una serie de iniciativas, como la política Energía 2050, en la que se establecen metas para que al año 2035 las energías renovables constituyan el 60% y para el 2050 al menos un 70% de la generación eléctrica (Ministerio de Energía, 2015). Por su parte, la Planificación Energética de Largo Plazo (PELP), señala en su informe que, tras la rápida recuperación económica y social tras la pandemia así como un amplio desarrollo de alternativas tecnológicas limpias, se permitió que se acelere la transición energética a un sistema eléctrico 100% libre de emisiones al 2050, basado en energías renovables y sistemas de almacenamiento (Ministerio de Energía, 2024c).

La Ruta Energética 2018-2022 comprometió el inicio de un proceso de descarbonización de la matriz energética a través del retiro o reconversión de centrales a carbón y la promoción de la electromovilidad. Los avances en materia de descarbonización han sido acelerados, a fines de 2024, de las 28 unidades a carbón existentes a inicios de 2019 (equivalentes a 5,5 GW), se han retirado 11 unidades (1,7 GW). Para el 2026 se estima que existirán otras 9 unidades disponibles para retiro o reconversión por un total de 2,2 GW. Evidenciando así, un compromiso transversal del sector y sus empresas para cumplir las metas propuestas (Ministerio de Energía, 2024a).

La Agenda de Energía 2022-2026 ratifica esta tendencia:
"Desde hace algunos años comenzamos la transición energética hacia el uso de energías limpias, y nos propusimos la meta como país de llegar a ser carbono neutrales al 2050. Hemos partido por la masificación en el uso de fuentes de energía renovables y la descarbonización de nuestra matriz energética, la que vendrá acompañada de una transición justa para los trabajadores y las trabajadoras" (Ministerio de Energía, 2022a, p. 11).

En definitiva, a nivel latinoamericano, Chile se posiciona como uno de los países líderes en la utilización de ERNC, evidenciando una serie de avances en materia energética. Esto tiene como punto central la descarbonización y la sustitución de fuentes fósiles por energías renovables, ejes fundamentales en el ámbito de las políticas energéticas.

9.1.3. SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA

En el contexto global actual en que la descarbonización es un imperativo y, por ende, el uso de ERNC aumenta, Chile se ha posicionado como uno de los países referentes en la transición energética. Sin embargo, este avance no está ausente de desafíos, especialmente después del apagón masivo de febrero de 2025 que dejó a gran parte del país sin suministro eléctrico (Leveque, 2025). Situación que, sin duda, puso en primer plano las debilidades del Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

Tres son los sistemas independientes que componen el mercado eléctrico: el Sistema Eléctrico Nacional (SEN), Sistema de Aysén (SEA) y el Sistema de Magallanes (SEM). El SEN, abarca desde Arica hasta la Región de Los Lagos y el 2025 contaba con una capacidad instalada de 37.394,9 MW, donde el 50,8% corresponde a centrales de ERNC (García, 2025). El SEA, abastece a la Región de Aysén y el 2025 poseía una capacidad instalada neta de 73,84 MW, con un 43,6 MW diésel. Finalmente, el SEM, produce electricidad para la Región de Magallanes y para comienzos del 2025 tenía una capacidad instalada de 128,8 MW, con un 99,27 MW de gas natural, 17,8 MW diésel, y 11,61 MW eólica (Energía Abierta, 2025).

El mercado eléctrico nacional se organiza a su vez en un sistema de generación, transmisión y distribución. El Sistema de Transmisión Nacional, es aquel que permite la conformación de un mercado eléctrico común, interconectando los demás segmentos de la transmisión y está conformado por líneas y subestaciones eléctricas que permiten su desarrollo y posibilitan el abastecimiento de la totalidad de la demanda del sistema eléctrico (García, 2025).

La transmisión es considerada como un monopolio natural y, por ende, es una actividad regulada por el Estado, específicamente por la Comisión Nacional de Energía (CNE). Además, es supervigilada por la Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC) y se encuentra sujeta a las disposiciones de coordinación del Coordinador Eléctrico Nacional (CEN) (García, 2025). A continuación, la tabla 9.1.1 describe las diferentes regulaciones sobre el segmento de transmisión eléctrica.

Tabla 9.1.1. Regulaciones del segmento de transmisión eléctrica.

Ley General de Servicios Eléctricos (LGSE)	Regula el servicio eléctrico como un servicio público esencial y monopolio natural. El artículo 87° establece que cada año debe elaborarse una propuesta de expansión con un horizonte mínimo de 20 años, coherente con la planificación energética de largo plazo, y clasificando obras nuevas según criterios de seguridad y calidad. Además, la LGSE garantiza el acceso abierto a los sistemas de transmisión, permitiendo su uso por terceros bajo condiciones no discriminatorias, tanto técnicas como económicas.
Ley N° 20.936/2016	Crea un nuevo marco regulatorio para el sistema de transmisión eléctrica. Se introducen reformas para fortalecer el sistema de transmisión, en busca de una red más robusta y eficiente y favorecer la incorporación de ERNC. Se crea el Sistema de Transmisión Nacional, con alcance desde la generación hasta los grandes centros de consumo, interconectado y público, permitiendo la conformación de un mercado eléctrico común. Además, se forma el Coordinador Eléctrico Nacional (CEN), como entidad técnica independiente y sin fines de lucro. Este es responsable de la coordinación operacional del SEN, de la supervisión de los planes de transmisión, la conexión y operación segura y económica del sistema.
Ley Nº 21.721/2024	Modifica la LGSE en materia de transmisión y busca acelerar la transición energética mediante el desarrollo eficiente y oportuno del sistema de transmisión. La ley incorpora medidas para destrabar inversiones, agilizar obras prioritarias y robustecer el sistema frente al crecimiento de las ERNC y de la demanda. Destaca la flexibilización de la planificación zonal y la incorporación de mecanismos extraordinarios para ejecutar obras urgentes, fuera del proceso anual de planificación.

Fuente: Elaboración propia en base a informe BCN, García (2025).

En cuanto a los desafíos regulatorios de la transmisión, el SEN enfrenta actualmente una serie de desafíos estructurales y operativos debido a la irrupción de las ERNC. En primer lugar está la congestión del sistema, que se produce cuando la capacidad de la red de transmisión no es suficiente para lograr transportar toda la energía que se desea inyectar o consumir en ciertas zonas. Dicho fenómeno se produce debido a que la red de transmisión no se ha expandido o modernizado a la misma velocidad que la expansión de las energías renovables (García, 2025; International Energy Agency, 2023).

En segundo lugar, el SEN enfrenta preocupantes niveles de vertimiento de energía renovable. El vertimiento o *curtailment,* corresponde a la limitación que sufren las centrales (solares y eólicas) que, si bien cuentan con los recursos para producir energía, se ven impedidas de hacerlo debido a las limitaciones de la red de transmisión. El 2024 se registraron cifras históricas de vertimiento llegando a aproximadamente 6TWh, vale decir, 121% más a comparación del año anterior (Solar, 2025).

Los puntos anteriores demuestran que existe un problema estructural del sistema eléctrico, y una necesidad urgente de infraestructura de transmisión suficiente para canalizar la generación de las centrales de ERNC. Más aún, si en la próxima década en Chile se produce un aumento en la demanda por electromovilidad e hidrógeno verde (Ruiz, 2024). La tabla 9.1.2 resume los diferentes retos para el segmento de transmisión, entre ellos, la expansión de la infraestructura, aspecto que se ha dificultado en la zona sur, y que se constituye como un desafío primordial para el transporte eficiente de las ERNC.

Tabla 9.1.2. Principales retos del sistema de transmisión eléctrica.

Integración de una matriz energética descarbonizada	La transición hacia tecnologías de generación renovable eólica y solar fotovoltaica implica gestionar un incremento en las fluctuaciones de generación y en los flujos de potencia, lo que puede generar congestiones y dificultades en el transporte de energía, especialmente en regiones con alta penetración de ERNC, como en el sur del país.
Gestión de congestiones y vertimientos	Se proyectan congestiones futuras en la red de transmisión, especialmente en zonas donde la infraestructura existente puede no ser suficiente para transportar toda la energía generada, llevando a vertimientos de energía y limitando la eficiencia del sistema. Según plantea el CEN (2025), esto obliga a identificar y desarrollar obras de expansión preventivas.
Expansión de infraestructura	La dificultad en desarrollar nuevos proyectos de transmisión en ciertas regiones, particularmente en el sur, debido a dificultades geográficas, sociales y regulatorias, representa un desafío importante para completar la red necesaria para el transporte eficiente de la energía renovable.
Modelación de incertidumbres	La variabilidad en las variables de generación y demanda, junto con los diferentes escenarios futuros considerados, exige una planificación flexible y una evaluación constante de las condiciones del sistema para responder a cambios imprevistos en los patrones de generación y uso energético
Coordinación zonal	La gestión eficiente de los flujos y cargas en las distintas zonas del sistema (seis zonas geográficas) requiere un monitoreo constante y la implementación de soluciones específicas que aseguren la seguridad y confiabilidad regionales.

Fuente: informe BCN, García (2025).

El apagón de febrero de 2022 se produjo por un fallo en la línea de transmisión eléctrica de doble circuito (2x500 kV) en el norte del país y desencadenó horas de desabastecimiento de este servicio clave, tanto para la ciudadanía como la industria. Por ello, se puso en el centro de la noticia la confiabilidad del sistema junto a la responsabilidad de todas las empresas que conforman la red eléctrica, desde el CEN se señala que tras este evento se implementaron medidas inmediatas, a mediano y largo plazo con el objetivo de reforzar el sistema de transmisión (Leveque, 2025).

De esta forma, en materia de infraestructura, al 31 de julio del 2025 existen 23 proyectos en construcción para los Sistemas de Transmisión Nacional y Zonal. Entre ellos suman una inversión total de USD 317 millones y equivalen a 136 km de longitud de líneas de transmisión para el SEN (Ministerio de Energía, 2025c). Además, se está promoviendo la incorporación de inversores *Grid-Forming*, los que permiten que las plantas solares y eólicas contribuyan activamente a la estabilidad del sistema. Finalmente, existe una licitación impulsada por el Coordinador para la instalación de condensadores síncronos, equipos estratégicos para la transición energética, que con su puesta en marcha el 2027 permitirán mejorar la estabilidad de la red y facilitar una mayor integración de ERNC (Leveque, 2025).

9.2 ENERGÍA SOLAR



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

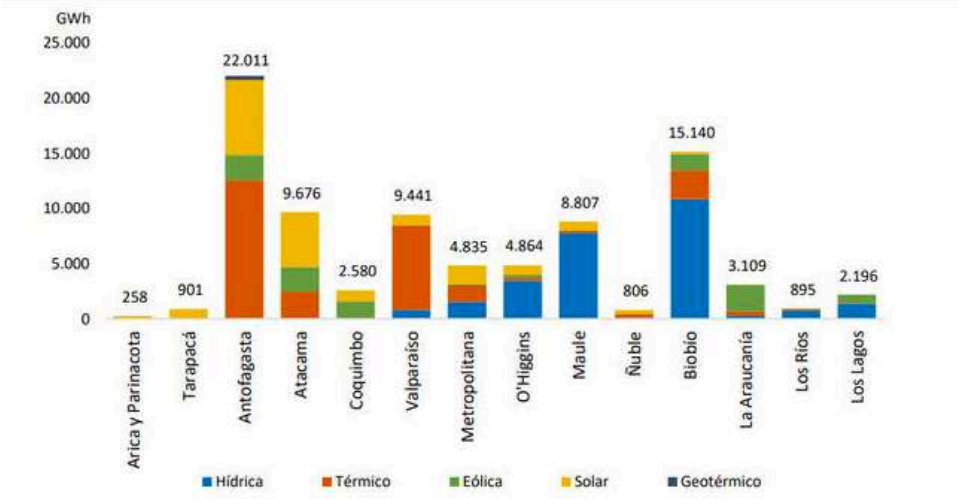
SANTIAGO DE CHILE 2025

La energía solar es una fuente renovable que se obtiene del sol y con la que se puede generar electricidad y calor. Chile, se encuentra en el foco de este mercado gracias a sus características geográficas, su fuerte economía y el desarrollo de nuevas reformas que impulsan la generación de ERNC (Ministerio de Energía, 2015). Existen diferentes tipos de energía solar, definidos en base a la forma en que se recogen y aprovechan los rayos del sol:

- Fotovoltaica: transforma los rayos del sol en electricidad a través de paneles solares.
- Fototérmica: aprovecha el calor del sol mediante colectores solares.
- Termoeléctrica: transforma el calor en energía eléctrica de manera indirecta.

A fines del 2024 la capacidad instalada del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) alcanzó los 36.778 MW, considerando centrales en operación y en prueba. De este total, un 50,3% (18.522,5 MW) corresponde a ERNC, representando la energía solar el 23% y la eólica un 14% (Coordinador Eléctrico Nacional, 2025). La energía solar presenta una marcada concentración en la zona norte del país, debido a su condición geográfica y climática que permiten el mayor aprovechamiento de este recurso. Es posible ver esta distribución en la figura 9.2.1, donde se observa que las regiones de Antofagasta, Atacama y Tarapacá concentran gran parte de la generación fotovoltaica del país.

Figura 9.2.1. Generación SEN 2024 desagregada por Región y tipo de fuente.



Fuente: Coordinador Eléctrico Nacional (2025).

En Chile, actualmente existen dos tipos de medios de generación distribuida de energía solar, cada uno regulado por un marco legal específico:

- Los proyectos de autoconsumo: regulados por la "Ley de Netbilling", conocida como Ley 20.571 y luego modificada por la Ley 21.118 (para incentivar el desarrollo de las generadoras residenciales), que establece el marco legal para la generación distribuida para autoconsumo. La generación distribuida, instaurada bajo el Artículo 149 bis de la Ley de Generación (Netbilling), establece el derecho para hogares, escuelas y negocios, entre otros (denominados clientes regulados), de autoabastecer su consumo eléctrico a través de equipos de generación propia e inyectar los excedentes de energía a la red, recibiendo una compensación económica por ello (Ministerio de Energía, 2020a).

- Proyectos PMGD: Los PMGD o Pequeños Medios de Generación Distribuido, generan energía a mayor escala que un sistema residencial, pero a menor que un "utility scale", teniendo como potencia un máximo de 9 MW. A partir de dicha potencia se pueden inyectar sus excedentes o toda la energía generada a la red de media tensión de las empresas distribuidoras. Está regulado por la Ley General del Servicio Eléctrico y el Decreto Supremo 88/2019 que derogó el Decreto Nº 244 que regía a los PMGD hasta el 2020. El nuevo decreto se incorporó con el objetivo de facilitar la ejecución de este tipo de proyectos y de establecer una nueva metodología de cálculo para el mecanismo de estabilización de precios (Ministerio de Energía, 2022b; Solcor, s. f.).

En junio de 2025 las centrales de ERNC inyectaron 2.510 GWh al SEN, es decir, un 35% del total de la generación eléctrica nacional, donde los parques solares aportaron 1.415 GWh (56%) (Revista Electricidad, 2025). Si bien la energía solar ha impulsado la transformación energética de Chile, existen una serie de desafíos que se deben tener en consideración.

Uno de ellos es la contaminación derivada del desecho de los paneles solares y el aumento exponencial de su uso en proyectos fotovoltaicos en el norte del país, donde se anticipan 500 mil toneladas de desechos para 2030. Los paneles solares tienen una vida útil aproximada de 30 años, y en su composición contienen silicio, aluminio, vidrio y metales pesados (plomo, cadmio, telurio). Es posible que estos últimos, si no se gestionan adecuadamente, afecten al ecosistema y la salud humana, al liberar sustancias tóxicas al suelo y agua (Schott, 2025).

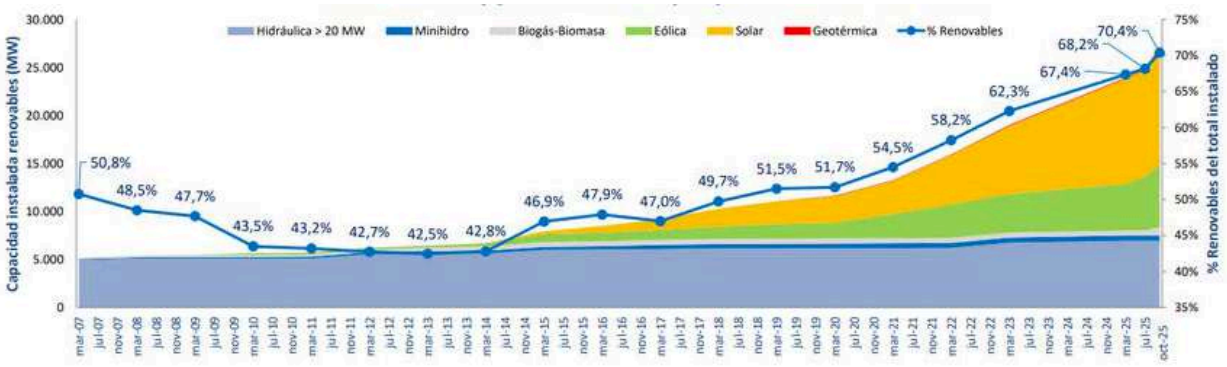
Por otro lado, se encuentra un problema poco discutido, el soiling (ensuciamiento), que hace referencia a la acumulación de polvo, sales higroscópicas y otras partículas en los módulos fotovoltaicos, que pueden reducir el rendimiento de los paneles solares hasta en un 20%. Dicho fenómeno depende de una serie de factores como el clima, la inclinación de los paneles, la frecuencia de limpieza y el tipo de instalación. En Chile, una de las formas de monitorear este problema es con el método soiling ratio, el cual consiste en la comparación entre la producción de un módulo limpio con la de otro expuesto a las condiciones normales de operación (sucio) (Reyes, 2025; SERC Chile, 2025).

Finalmente, uno de los principales problemas en materia de energía solar y ERNC en Chile es el almacenamiento de los excedentes de energía producida. El crecimiento de la capacidad de energía renovable avanza mucho más rápido que la capacidad de transmisión y almacenamiento disponible para la energía que producen. Dando paso a que se genere un vertimiento o curtailment de energías renovables, vale decir, la pérdida de energía potencialmente útil. El 2024 se registraron cifras históricas de vertimiento que aumentaron en un 121% a comparación del año anterior (Montoya, 2024; Solar, 2025).

9.2.1. PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR

A mediados del 2025 Chile alcanzó una capacidad total neta instalada en operación de 36.393 MW, con un 68% constituido por fuentes renovables y un 49% por ERNC. Si se toman en consideración los proyectos que están hoy en día en fase de prueba, junto a los proyectos que están en construcción, se espera que en septiembre de 2025 la capacidad total instalada alcance los 38.329 MW (Ministerio de Energía, 2025b).
En la figura 9.2.2. se puede observar la evolución de la capacidad instalada de renovables en la matriz nacional entre los años 2007 y 2025. El porcentaje de renovables se mantuvo relativamente estable hasta aproximadamente el 2018, después comenzó a crecer rápidamente, alcanzando un 68,2% en julio del 2025. De acuerdo a las proyecciones, en octubre del mismo año se superaría por primera vez el 70% de renovables en la capacidad instalada de la matriz.

Figura 9.2.2. Evolución de la capacidad instalada de renovables entre 2007 y 2025.



Fuente: Ministerio de Energía (2025c).

El gran aumento de las ERNC en los últimos años se debe a las condiciones geográficas y climáticas del país, que hacen de Chile un país llamativo para la realización de grandes proyectos. Actualmente las plantas solares más grandes a nivel nacional son CEME 1 y Guanchoi. La primera, inaugurada en 2024, es un parque fotovoltaico que está ubicado a cinco kilómetros de Maria Elena en Antofagasta y cuenta con una potencia instalada de 480MW, es decir, la energía suficiente para abastecer a 500.000 hogares (Ministerio de Energía, 2024d). Guanchoi, por su parte, es un parque fotovoltaico situado en la Región de Atacama con una potencia instalada de 398 MW y una capacidad de producción de 1.100 GWh (Grisanti, 2025).

Asimismo, en julio de 2025, nueve centrales iniciaron operaciones, aportando 69 MW a la capacidad instalada neta, con 66MW de energía solar (95,6%) y 3MW de minihidro (4,4%) (Ministerio de Energía, 2025c). La tabla 9.2.2 enseña las 8 centrales de tecnología solar que abrieron en dicho mes, la mayoría de ellas bajo la modalidad PMGD (potencia máxima de 9 MW). Además, se observa una distribución territorial diversa, con nuevas instalaciones en las regiones de Atacama (2), Antofagasta (1), Maule (2), O'Higgins (2) y Valparaíso (1).

Tabla 9.2.2. Nuevos proyectos de tecnología solar en operación.

N	Nombre	Región	Comuna	Capacidad MW neto
1	Parque Fotovoltaico Tamarama	Atacama	Vallenar	9
2	Parque Fotovoltaico Villa Longaví PMG	Maule	Longaví	9
3	Parque Solar Millahue	Maule	San Javier	9
4	Parque Fotovoltaico La Perla del Norte	Antofagasta	Antofagasta	9
5	PFV Chamonate Solar	Atacama	Copiapó	9
6	PMGD PFV Sunray	O'Higgins	Malloa	9
7	PMGD PFV La Gonzalina de Tuniche Sunlight	O'Higgins	Rancagua	9
8	PFV Fragata	Valparaíso	Zapallar	3

Fuente: elaboración propia en base a Ministerio de Energía (2025c).

En cuanto a las centrales en fase de construcción, a junio de 2025 existían 54 centrales en dicha etapa, lo que representa una inversión de USD 3.788 millones y un aumento de 2.666 MW de capacidad. El principal aporte en cuanto a capacidad (MW) proviene de la tecnología solar con 1.650 MW (62%) y una inversión de USD 1.799 millones (Ministerio de Energía, 2025b). La **tabla 9.2.1** muestra las principales ocho centrales de generación de tecnología solar en construcción, en base a su capacidad, en junio de 2025.



Tabla 9.2.2. Centrales de generación en construcción junio de 2025.

N	Nombre	Región	Comuna	Capacidad MW neto
1	Planta Solar Libertad I y II	Atacama	Freirina	244
2	Parque Fotovoltaico Gabriela	Antofagasta	Sierra Gorda	220
3	Parque Fotovoltaico Estepa Solar	Antofagasta	Maria Elena	202,4
4	Parque Fotovoltaico Víctor Jara	Tarapacá	Pozo Almonte	200
5	Parque Fotovoltaico Aurora Solar	Tarapacá	Pozo Almonte	187
6	Andes III - Etapa 1	Antofagasta	Antofagasta	175,9
7	Parque Fotovoltaico Libélula	Metropolitana	Colina	147,3
8	Parque Fotovoltaico Alcones	O'Higgins	Marchihue	90

Fuente: elaboración propia en base al Ministerio de Energía (2025b).

Finalmente, existen ciertos proyectos centrados en fomentar la autogeneración de energía a escala residencial, comunal e industrial. Uno de ellos es Fortalece Pyme del Comité Solar, de la CORFO, que busca apoyar la implementación de centros que contribuyan en la productividad de empresas de menor tamaño, mediante la incorporación de tecnologías y la generación de energía fotovoltaica (Agencia de Sostenibilidad Energética, s. f.). Por otro lado, el Fondo de Acceso a la Energía (FAE), una iniciativa del Ministerio de Energía, facilita el acceso a la electricidad en sectores rurales, aislados y/o vulnerables. Está dirigido a instituciones con rol público comunitario que busquen implementar sistemas energéticos a pequeña escala, con un uso principal de energías renovables (Chile Atiende, 2024).

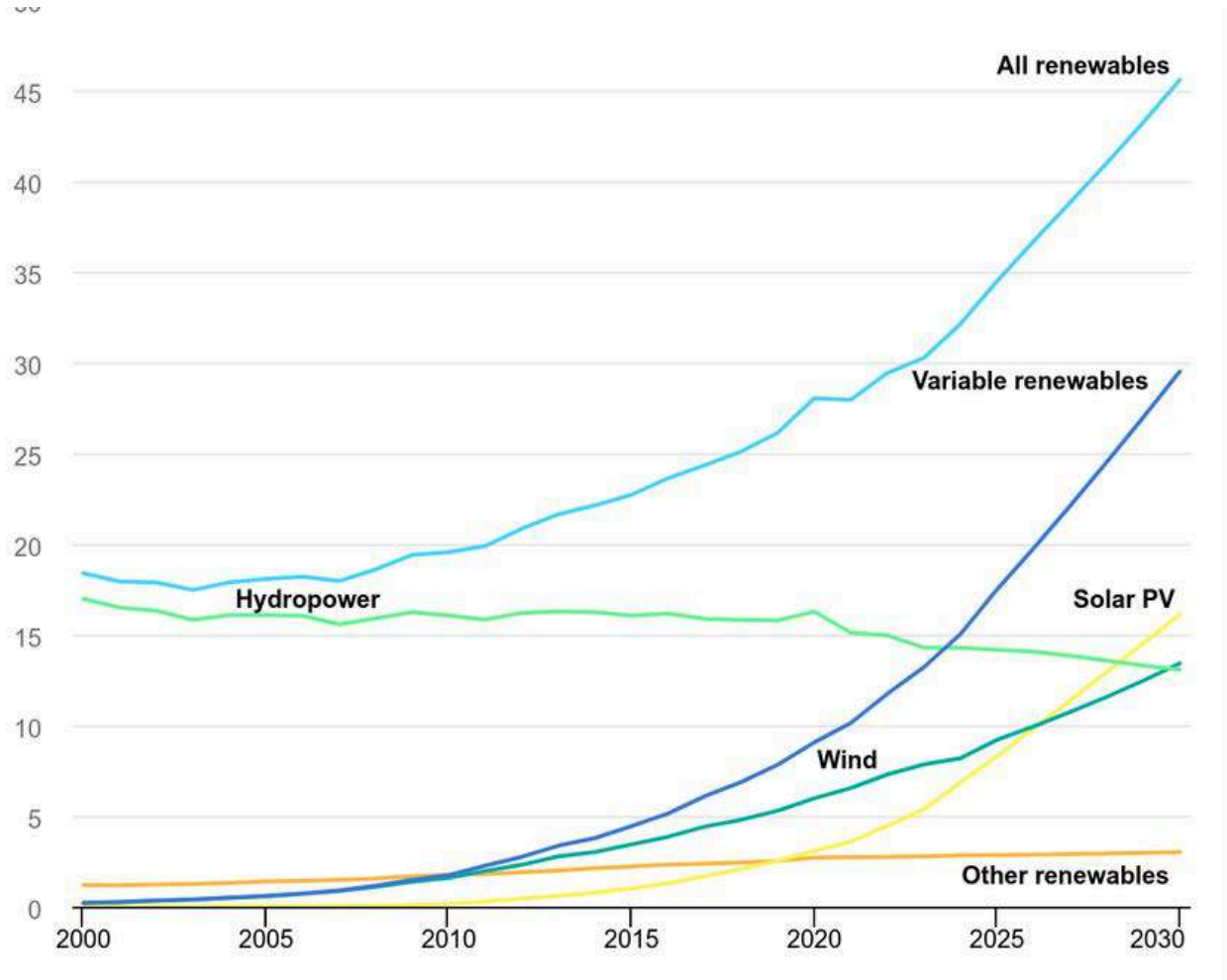
El Programa Parque Solar Comunitario, por su parte, busca agilizar el diseño de proyectos de generación distribuida de propiedad conjunta o generación comunitaria a través de las Municipalidades. Fomenta así, el desarrollo de proyectos fotovoltaicos que permitan a las familias de las comunas beneficiarias una rebaja en los costos de sus cuentas de electricidad a través de la inyección de energía renovable a la red (Agencia de Sostenibilidad Energética, 2025). Esta convocatoria logró una amplia cobertura territorial, desde la región de Arica a Magallanes, demostrando el compromiso con la descentralización y el desarrollo energético inclusivo. Entre junio de 2025 y febrero del 2026, se diseñarán 59 de estos proyectos que serán complementados con asistencia técnica a los equipos municipales para la implementación del modelo (Ministerio de Energía, 2025a).

9.2.2. MARCO INTERNACIONAL

El 2024 marcó un récord para la energía solar. Las instalaciones solares globales aumentaron un 33% a comparación del 2023, alcanzando aproximadamente los 600 GW. Asimismo, a nivel mundial la energía solar representó el 81% de toda la nueva capacidad de energía renovable añadida y, en términos de producción eléctrica, experimentó el crecimiento más rápido entre todas las tecnologías de generación de energía. Este avance significativo ha sido impulsado gracias a los rápidos avances en tecnología, la reducción de costos y de su versatilidad (SolarPower Europe, 2025).

Se espera, que en el periodo 2024-2030 la energía solar fotovoltaica represente el 80% del crecimiento de la capacidad renovable mundial, tanto por la construcción de grandes centrales solares, como por el aumento de las instalaciones solares en tejados de empresas y hogares (International Energy Agency, 2024). Para fines de esta década, se prevé que la energía solar fotovoltaica se convertirá en la principal fuente renovable (ver figura 9.2.3), superando a la eólica y la hidroeléctrica, que actualmente es la mayor fuente de generación de este tipo.

Figura 9.2.3. Porcentaje de generación de electricidad renovable por tecnología, 2000-2030.



Fuente: International Energy Agency (2024).

Gran parte de esta expansión se ha concentrado en Asia y el Pacífico, con China al mando, lo que ha generado disparidades entre las diferentes regiones del mundo. El mercado solar chino creció un 30% en 2024, alcanzando los 329 GW (55% del mercado global). Desde la perspectiva de una descarbonización global esto es un gran logro, pero, al mismo tiempo, pone de relieve la gran dependencia en un solo país (SolarPower Europe, 2025). Por otro lado, una de las estrellas emergentes en esta industria es India, donde su estrategia solar integral ha comenzado a dar frutos, convirtiéndose en el tercer mercado solar tras duplicar con creces sus instalaciones anuales en 2024 (SolarPower Europe, 2025).

Por su parte, América Latina para el 2030 sumará más de 190 GW de capacidad renovable, donde la energía solar fotovoltaica lidera con un 72%, seguida de la eólica con 19% y la hidroeléctrica con 5%. Sin embargo, no todos los países de la región aportan de la misma manera a la transición energética, sino que son cuatro los que representan más del 85% de incorporaciones regionales: Brasil (58%), Chile (14%), México (10%) y Colombia (6%) (International Energy Agency, 2024).

9.2.3. DIMENSIÓN TERRITORIAL

Como se mencionó anteriormente, el gran aumento de las ERNC en el último tiempo se debe a las condiciones geográficas y climáticas del país, que hacen de Chile un lugar llamativo para la realización tanto de grandes proyectos como de proyectos de autoconsumo (net billing) y PMGD (Pequeños Medios de Generación Distribuido). La energía solar, tiene una marcada concentración en la zona norte, debido a su condición geográfica y climática que permiten el mayor aprovechamiento de este recurso. Por ejemplo, el desierto de Atacama, presenta una irradiación solar de 2770 kWh/(m²/año) disponible para el uso de energía mediante sistemas fotovoltaicos fijos, siendo la región con mayor nivel de radiación a nivel global (Icaza-Alvarez et al., 2024; Coordinador Eléctrico Nacional, 2025).

Una ventaja de los proyectos de net billing y PMGD es que se pueden realizar en cualquier parte de Chile. En el periodo 2018-2024 el CEN tenía en gestión de conexión un total de 90 proyectos PMGD, de ellos, un 90% corresponde a tecnología solar, 5,6% a proyectos diésel, 2,2% a proyectos biogás, 1,1 % proyectos biomasa y un 1,1 % a proyectos hidroeléctricos. Además, en 2024 se autorizó la entrada en operación a 117 proyectos PMGD (113 de energía solar fotovoltaica), lo que resultó en una capacidad total de 539,43 MW netos (Coordinador Eléctrico Nacional, 2025).



Figura 9.2.4: Proyectos PMGD con Entrada en Operación por región en 2024.

Proyectos con Entrada en Operación por región	Generación Fotovoltaica	Generación Diésel	Generación Hidroeléctrica
Arica y Parinacota	3		
Tarapacá	1		
Antofagasta	2		
Atacama	6		
Coquimbo	6		
Valparaíso	9		
Metropolitana	18	2	
O'Higgins	17		
Maule	24		
Ñuble	12		
Biobío	12	1	
La Araucanía	2		
Los Ríos	1		1

La figura 9.2.4 muestra la distribución por región de los 117 proyectos PMGD que entraron en operación durante el 2024. Como es posible observar, 113 proyectos corresponden a generación fotovoltaica, mientras 3 a generación diesel y 1 a generación hidroeléctrica. Asimismo, las tres regiones con mayor cantidad de proyectos son la Región del Maule (24), Metropolitana (18) y O`Higgins (17).

9.3. ENERGÍA EÓLICA



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

La energía eólica es una ERNC que utiliza la fuerza del viento para obtener electricidad a través de los aerogeneradores, que son el principal medio para su obtención. Estos "molinos de viento" que varían en tamaño, convierten a través de sus aspas la energía cinética del viento en energía mecánica. Por ejemplo, un aerogenerador de 1,8 MW situado estratégicamente, puede producir más de 4,7 millones de kWh por año, vale decir, puede satisfacer las necesidades de más de 1.500 hogares (Generadoras, s. f.).

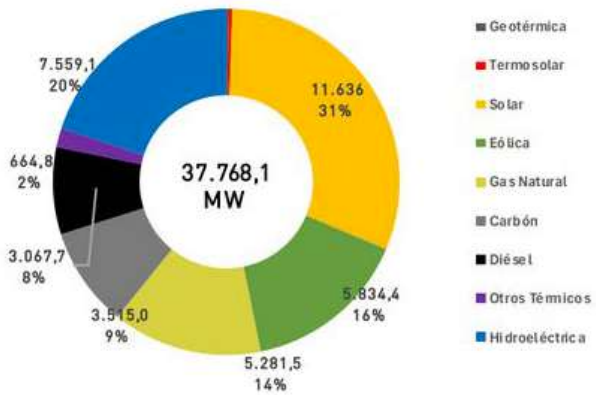
Este tipo de energía, se puede obtener con la instalación de aerogeneradores tanto en suelo firme como en suelo marino. De aquí, surgen los dos tipos principales de energía eólica:

- Energía eólica terrestre u onshore: corresponde a la energía producida por aerogeneradores localizados en tierra, impulsados por el movimiento natural del aire. Dentro de sus ventajas se encuentran su reducido impacto ambiental; su rentabilidad, al ser una de las ERNC más económicas (junto a la solar fotovoltaica); y su rápida instalación y mantenimiento (National Grid, 2024; Repsol, s. f.).
- Energía eólica marina u offshore: los aerogeneradores se posicionan en medio del océano, para así aprovechar los fuertes vientos que se generan en alta mar. Sus ventajas son la reducción del impacto ambiental y la mayor eficiencia de las turbinas eólicas marinas al tener velocidades más altas de viento y mayor consistencia (National Grid, 2024; Repsol, s. f.).

Los proyectos de generación eólica de gran envergadura son conocidos como parques eólicos, que se definen según su cantidad de aerogeneradores instalados y su distribución en un terreno definido. Estos parques pueden ser tanto terrestres como marítimos y su instalación en un área específica depende de: su impacto en el medioambiente, el potencial energético del lugar, la variación del viento, y las condiciones geológicas y geotécnicas de la zona (Andrés Blanco, 2024).

A junio del 2025 la capacidad instalada de generación del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) era de 37.768,1 MW, de los cuales 19.364,7 MW (51,2%) corresponden a centrales de ERNC. La figura 9.3.1 enseña el detalle de la capacidad instalada total del SEN según tecnología, donde la energía solar fotovoltaica representa un 31% (11.636 MW) y la energía eólica un 16% (5.834,4 MW) del total (Coordinador Eléctrico Nacional, 2025b). Asimismo, en 2024 el mercado de energía eólica en Chile alcanzó un volumen de 4,58 gigavatios y se proyecta que en 2034 alcance los 6,26 gigavatios (EMR, 2025).

Figura 9.3.1. Capacidad instalada total del SEN a junio del 2025.



Fuente: Coordinador Eléctrico Nacional (2025b).

En Chile, las centrales eólicas de generación de energía se localizan en tierra (onshore). La guía 2020 del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) está destinada específicamente a proyectos de este tipo. En ella, se estima que el potencial eólico del país alcanzaría los 40.000 MW entre Arica y Chiloé. Además, se establece que las zonas con mayor potencial eólico se concentran en el interior de Antofagasta, la zona costera de Coquimbo, la zona interior de las Regiones del Biobío y La Araucanía, y la zona costera de la Región de Los Lagos (Servicio de Evaluación Ambiental, 2020).

La Región de Magallanes, por su lado, posee uno de los mejores recursos eólicos del país, con un potencial estimado de 126.000 MW que se encuentra distribuido mayormente en la estepa patagónica orientada hacia el sector sureste y en gran parte de Tierra del Fuego. Dicha zona concentra aproximadamente el 41% de la capacidad eólica regional, esto en un radio menor a 100 km desde Punta Arenas (División de Energías Sostenibles, 2021).

Si bien en Chile no existen proyectos de tipo offshore, estos presentan un gran potencial a nivel mundial, presentando en los últimos años un importante crecimiento tanto en Europa como Asia. Además, se espera que entre 2025 y 2030 ocurra un aumento de 15 a 21 GW por año, gracias a nuevos mercados como América, Oceanía y el continente asiático. El sector eólico offshore utiliza dos tipos de dispositivos o aerogeneradores: fijos al fondo marino (instalados a profundidades inferiores a los 50 metros) o flotantes (próximos a entrar en fase comercial) (Tampier et al., 2024).

A nivel latinoamericano existe un potencial técnico de más de 7.100 GW, siendo Argentina, Brasil, Chile y México los países con mayores posibilidades de desarrollo. Específicamente, el potencial técnico de Chile es de 957 GW, del cual el 14% corresponde a turbinas eólicas fijas al fondo, y el 86% (826 GW) a turbinas eólicas flotantes. En 2024 la empresa noruega Deep Wind Offshore presentó oficialmente una iniciativa para instalar dos parques de generación eólica offshore en el golfo de Arauco, en la Región del BioBío, uno de estructuras fijas con capacidad esperada de 900 MW, y otro flotante (Silva, 2024; Tampier et al., 2024). Finalmente, a mediados de 2025 Chile dio a conocer su ingreso a la Alianza Global de Energía Eólica Marina (GOWA), un consorcio internacional que tiene como objetivo impulsar el desarrollo acelerado de esta tecnología a nivel mundial. Este organismo reúne a gobiernos, líderes industriales, sociedad civil y organizaciones internacionales para acelerar el despliegue de esta tecnología, y se espera que para 2050 la energía offshore alcance al menos los 2.000 GW (Revista nueva minería y energía, 2025).

9.3.1. PARQUES DE ENERGÍA EÓLICA Y NUEVOS PROYECTOS EN EL PAÍS

La región de Coquimbo, en términos energéticos, es una de las zonas más sustentables a nivel nacional con un 99% de su generación eléctrica con fuentes renovables, predominando la energía eólica y fotovoltaica. Entre enero y junio del 2023, su electricidad generada alcanzó los 1.071 GWh, de los cuales 573.9 GWh (53%) eran de energía eólica y 435,6 GWh (41%) de inyección solar (Ministerio de Energía, 2023).

A continuación, se presentan algunos de los parques eólicos en operación más relevantes a nivel nacional:

- Parque Eólico Horizonte: fue inaugurado en marzo del 2025 y se convirtió en el parque eólico más grande de Chile y el segundo de América Latina, ubicado en la comuna de Taltal, Región de Antofagasta. Está compuesto por 140 aerogeneradores con una potencia total de 816 MW, y producirá la energía equivalente al consumo eléctrico de 715.000 hogares. La inversión fue de US$ 900 millones por parte de la compañía Colbún (Gobierno de Chile, 2025).
- Antofagasta Fase 1: propiedad de la compañía Repsol, contó con una inversión de 400 millones de euros y está situado en la comuna de Taltal, región de Antofagasta. El parque inaugurado a inicios del 2025 cuenta con una potencia total instalada de 364 MW y su producción anual alcanzará los 750 GW/h, o el equivalente al consumo anual promedio de 220.000 hogares chilenos. La empresa planea la construcción en la misma comuna de la Fase II que añadirá 450 MW (Repsol, 2025).
- Parque Eólico San Juan: está ubicado en la comuna de Freirina, en la región de Atacama, posee una potencia bruta de 193 MW con 56 aerogeneradores de 3.45 MW cada uno. Comenzó sus operaciones el 2017, pero fue adquirido el 2024 por la empresa Colbún. El parque abastece a alrededor de 283.983 personas o 89.223 viviendas (Colbun, 2024; Ministerio de Energía, 2017).
- Parque Eólico Los Cururos: inaugurado a fines del 2014 por la ex presidenta Michelle Bachelet, este parque de la empresa AES Chile está ubicado en Ovalle, región de Coquimbo y cuenta con una capacidad instalada de 109 MW generados por 57 aerogeneradores (Energía Estratégica, 2025).
- Parque Eólico Punta de Talca: se inauguró a principios del 2024, ubicado en la comuna de Ovalle. Está compuesto por 14 aerogeneradores que aportarán 83 MW al SEN y evitará la emisión de 140 mil toneladas de CO2 anualmente. Este proyecto contó una inversión total de US$ 120 millones y en su fase de construcción generó más de 350 empleos directos que fomentaron la economía local (Delegación Presidencial Regional de Coquimbo, 2024).

Respecto a los nuevos proyectos en construcción, en julio del 2025 existían 53 centrales en dicho proceso, que aportan 3.289 MW de capacidad. En este sentido, los aportes principales en capacidad, tal como ilustra la figura 9.3.2 surgen desde la energía solar con 2.130 MW (65%) y la eólica con 913 MW (28%), seguidas por el hidro con 185 MW (5,6%), y el minihidro con 61 MW (1,9%). Por su parte, estos proyectos en construcción representan una inversión de USD 4.757 millones y siguen la misma tendencia que la capacidad en MW, son lideradas por las tecnología solar con USD 2.339 millones (49%) y la eólica con USD 1.707 millones (36%) (Ministerio de Energía, 2025c).

Figura 9.3.2. Capacidad en MW de centrales en construcción a julio de 2025 por tecnología.



Fuente: Ministerio de Energía (2025c).

La tabla 9.3.1 muestra los seis nuevos proyectos en construcción durante junio y julio del 2025. En ella es posible vislumbrar una fuerte concentración en la Región de Antofagasta con tres proyectos (Ckhúri, Pampa Fidelia y el Parque Híbrido Pampas) con un aporte de 583,8 MW entre las tres. Esto refleja la importancia de la zona norte para la generación eólica. Asimismo, el proyecto de mayor envergadura es el Parque Eólico Pampa Fidelia ubicado en Taltal con 336,6 MW, seguido por Pemuco en Ñuble con 180 MW.

Tabla 9.3.1. Nuevos proyectos de tecnología eólica en construcción durante junio y julio de 2025.

N	Nombre	Región	Comuna	Capacidad MW neto
1	Parque Eólico Camán - Etapa 1	Los Ríos	Los Lagos - Paillaco - Valdivia	145,7
2	Parque Eólico Ckhúri	Antofagasta	Calama	107,2
3	Parque Eólico Pemuco	Ñuble	Pemuco	180
4	Parque Eólico Pampa Fidelia	Antofagasta	Taltal	336,6
5	Parque Eólico Cancura	Araucanía	Angol	33,6
6	Parque Híbrido Pampas - Parte Eólica	Antofagasta	Taltal	140

Fuente: elaboración propia en base al Ministerio de Energía (2025b; 2025c).

Finalmente, en julio del 2025 existían 116 proyectos de generación de energía en evaluación ambiental en el SEIA, lo que corresponde a 14.376 MW y una inversión que asciende a los USD 20.808 millones. Los aportes principales tanto en términos de capacidad como inversión surgen desde las tecnologías solar y eólica. En cuanto a la distribución territorial, las regiones de Antofagasta y Atacama concentran la mayor parte de la inversión y capacidad (MW) de las centrales en evaluación ambiental (Ministerio de Energía, 2025c).

9.3.2. REGULACIONES RELACIONADAS AL DESARROLLO DE PROYECTOS DE ENERGÍA EÓLICA

De acuerdo a la guía de centrales eólicas del Servicio de Evaluación Ambiental (2020), la legislación de carácter ambiental, comprende a todas las normas cuyo fin sea la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y del patrimonio ambiental. La Ley Nº20.417, en su artículo segundo, establece que corresponde a la Superintendencia del Medio Ambiente la fiscalización de las normas, condiciones y medidas establecidas en las Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA), así como la aplicación de sanciones en caso de incumplimiento. Por un lado, se encuentran las principales normas ambientales aplicables a centrales eólicas relacionadas con las partes, obras, acciones, emisiones y residuos de los proyectos, que están resumidas en la tabla 9.3.2.

Tabla 9.3.2. Normas relacionadas con las partes, obras, acciones, emisiones y residuos del proyecto.

Norma	Descripción
Decreto con Fuerza de Ley N°725, de 1967, del Ministerio de Salud, Código Sanitario	Regula las emisiones de aguas servidas y residuos industriales.
Decreto Ley N°3.557, de 1980, del Ministerio de Agricultura	Establece disposiciones sobre protección agrícola.
Decreto Supremo N°38, de 2011, del Ministerio del Medio Ambiente	Establece normas de emisión de ruidos.
Decreto Supremo N°43, de 2015, del Ministerio de Salud	Aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Sustancias Peligrosas.
Decreto Supremo N°47, de 1992, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo	Ordenanza general de urbanismo y construcciones.
Decreto Supremo N°75, de 1987, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones	Establece condiciones para el transporte de cargas.
Decreto Supremo N°138, de 2005, del Ministerio de Salud	Establece la obligación de declarar emisiones.
Decreto Supremo N°144, de 1961, del Ministerio de Salud	Establece normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier naturaleza.
Decreto Supremo N°148, de 2003, del Ministerio de Salud	Reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos.
Decreto Supremo N°298, de 1994, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones	Reglamento de transporte de carga peligrosa por calles y caminos.
Decreto Supremo N°594, de 1999, del Ministerio de Salud	Aprueba el reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.

Fuente: Elaboración propia en base a Servicio de Evaluación Ambiental (2020).

Por otro lado, se presentan a continuación (tabla 9.3.3) las normas relacionadas con componentes ambientales.

Tabla 9.3.3. Normas relacionadas con componentes ambientales

Norma	Descripción
Ley N°17.288 de 1970	Regula las excavaciones y/o prospecciones arqueológicas, antropológicas y paleontológicas. La realización de este tipo de actividades pueden afectar monumentos nacionales.
Ley N°18.378 de 1984	Deroga la Ley N°15.020 y el Decreto con Fuerza de Ley N° R.R.A. 26 de 1963. Establece sanciones para protección de la flora y fauna nacional.
Ley Nº19.300 de 1994	Establece que todos los proyectos deben someterse al SEIA previo a su construcción, evaluando sus impactos en todas sus fases. Los costos ambientales deben ser asumidos por los titulares de los proyectos.
Ley N°20.283 de 2008	Indica que toda acción de corta de bosque nativo debe hacerse previo plan de manejo aprobado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF).

Fuente: Elaboración propia en base a Servicio de Evaluación Ambiental (2020) y Durán (2024).

En resumen, ambas tablas evidencian la evolución normativa en Chile en materia de ERNC, reflejando tanto la diversificación de los marcos legales como la incorporación progresiva de mecanismos regulatorios que buscan garantizar la protección medioambiental a lo largo del país. En conjunto, los instrumentos identificados muestran una consolidación del marco institucional, que ha pasado de establecer incentivos iniciales y definiciones básicas hacia regulaciones más específicas.

9.3.3 IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

Si bien la energía eólica tiene una serie de ventajas en materia energética y un impacto medioambiental considerablemente menor a los combustibles fósiles, existen ciertos efectos negativos de este tipo de proyectos. Los principales impactos medioambientales se dan por los siguientes motivos: la ubicación y el número de aerogeneradores que componen un proyecto; las consideraciones biológicas, tales como la presencia de aves y/o murciélagos; y aspectos ambientales y geográficos, como el valor paisajístico del lugar (García Bernal, 2021).

Los impactos ambientales de los proyectos de centrales eólicas se pueden separar en sus distintas fases: construcción, operación y cierre de faena. Durante la construcción del proyecto, existen una serie de emisiones que corresponden a: (1) emisiones de polvo durante la construcción de caminos o fundaciones de los aerogeneradores y su transporte; (2) emisiones de material particulado debido al aumento del uso de vehículos; (3) pérdida de vegetación y alteración de la fauna gracias a la construcción de caminos o fundaciones de los aerogeneradores; (4) generación de residuos sólidos, generación de ruido durante la construcción; y finalmente el (5) impacto vial por el traslado de equipos de gran envergadura (García Bernal, 2021).

Durante la fase de operación de las centrales eólicas se pueden identificar: (1) la alteración del paisaje sobre aves y/o murciélagos y sobre el valor paisajístico; (2) la emisión de ruido por el sonido producido por las turbinas; (3) la proyección de sombra de los aerogeneradores sobre las áreas vecinas durante el día; la (4) disposición de efluentes en el agua y suelo; (5) efectos sobre el valor paisajístico y sistema de vida y costumbres de los grupos humanos; y (6) emisiones de ruido y vibraciones (García Bernal, 2021).

Asimismo, surgen problemas en relación a las comunidades humanas. Uno de ellos, es la gentrificación, puesto que la instalación de los parques en áreas rurales está relacionado con el aumento del valor del suelo, lo que provoca el desplazamiento de las comunidades locales vulnerables. En segundo lugar, está el empleo, durante el proceso de construcción se generan diferentes empleos de carácter temporal, mientras que las oportunidades a largo plazo son limitadas debido a la automatización de los trabajos. Finalmente, aunque los aerogeneradores no emiten contaminantes, la fase de construcción puede liberar polvo y partículas finas en el aire, que pueden terminar afectando la salud respiratoria de las comunidades cercanas (Torres, 2025).

Debido a estas problemáticas, surgen las diferentes normas que regulan los proyectos de este tipo (ver sección anterior). En la Región de Magallanes está en jaque un importante proyecto de energía eólica ligado a la potencial producción de Hidrógeno Verde en la zona. Durante 2025, los tres proyectos más grandes de hidrógeno verde, con inversiones que superan a cualquiera que haya entrado a evaluación ambiental en la historia del sistema chileno, enfrentarán diferentes etapas de tramitación de sus permisos en el SEA (Mundo Marítimo, 2025).



9.5. ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES DE USO MENOR



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

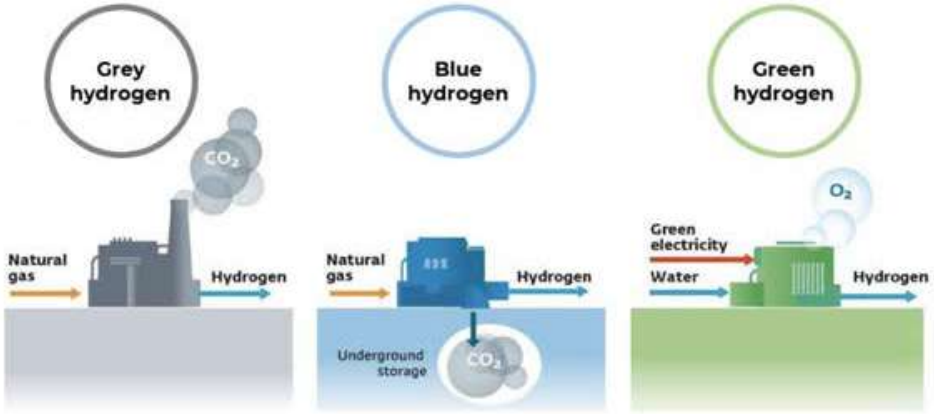
9.4. HIDRÓGENO VERDE

El desarrollo de la industria del hidrógeno verde (H2V) se ha transformado en un elemento clave a la hora de pensar en un futuro energético más sustentable para Chile. El hidrógeno verde es un gas que se produce con energías renovables (solar o eólica), vale decir, su obtención no genera emisiones contaminantes. De esta forma, dicho energético es esencial para alcanzar la descarbonización del planeta y cumplir con los compromisos adquiridos en la lucha contra el cambio climático. Se espera que al 2050 permita reducir en un 25% las emisiones de gases de efecto invernadero (Gobierno de Chile, 2024c).

El hidrógeno es el elemento más ligero y abundante del planeta, se encuentra en compuestos como el agua (H2O), el amoníaco (NH3) y los hidrocarburos (gas natural, carbón, petróleo). El Hidrógeno verde (H2V) se obtiene a través de un proceso llamado electrólisis, que separa la molécula de agua en hidrógeno y oxígeno. La electrólisis requiere de grandes cantidades de energía eléctrica para descomponer mediante electrodos la molécula del agua en estos elementos (Fundación Chile, s. f.; Gobierno de Chile, 2024).
Existen tres tipos principales de hidrógeno, que se clasifican dependiendo de su método de producción y el tipo de energía utilizada (ver figura 9.4.1).

- Hidrógeno gris: corresponde al tipo más común de hidrógeno, es producido principalmente a través del proceso de reformado de metano con vapor (SMR), utilizando el gas natural u otros combustibles fósiles como insumo energético. Esta dependencia hace que emite grandes cantidades de dióxido de carbono y gases de efecto invernadero, durante 2024 se generaron más de 830 millones de toneladas de CO2 (Koons, 2024).
- Hidrógeno azul: surge como resultado de los esfuerzos para descarbonizar la producción de hidrógeno gris. En este tipo el CO2 es capturado o reducido mediante tecnologías como la CCS (captura y almacenamiento de carbono) y la CCU (captura y utilización de carbono). Sin embargo, en estos proyectos la tasa de captura de carbono varía considerablemente: mientras algunos logran una reducir las emisiones en un 50 %, otros alcanzan un 90 % (Koons, 2024).
- Hidrógeno verde: corresponde a la única forma de producción de hidrógeno que presenta bajas emisiones de CO2. Para el proceso de electrólisis utiliza energía procedente de fuentes renovables como la solar fotovoltaica, eólica e hidroeléctrica. Mundialmente, la producción de H2V representa menos del 1% del total producido, siendo su principal obstáculo su precio (Koons, 2024).

Figura 9.4.1. Tipos de hidrógeno dependiendo de su método de producción.

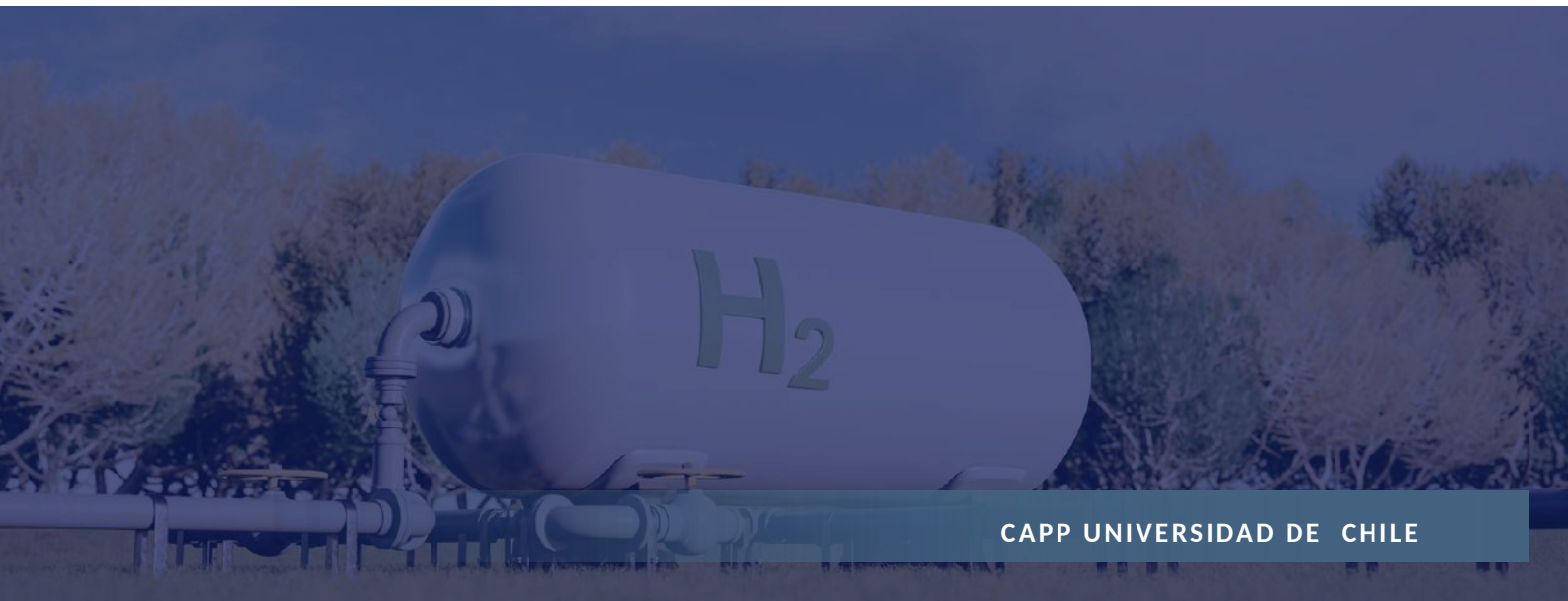


Cabe señalar que en la literatura se menciona el hidrógeno negro o marrón, este se consigue al calentar hulla o lignito, dos tipos de carbón mineral, a más de 700 ºC y a través de este proceso se obtiene un gas del que se extrae el hidrógeno. Este método genera gran cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y es un proceso ineficiente, pues más del 60% de la energía del combustible se pierde en el proceso. En 2021, el hidrógeno marrón o negro suponía el 27% de la producción global de hidrógeno (Canteros, 2022; Global Energy, 2023).

A modo de resumen, la producción de hidrógeno verde consiste en cuatro etapas: materia prima, energías renovables, electrólisis y almacenamiento. En primer lugar, para la elaboración de H2V se necesita agua, la mayoría de los proyectos desalinizarán agua de mar. A continuación, las energías renovables son utilizadas para la generación de electricidad, obtenida mediante energía solar y eólica, que se emplean para descomponer la molécula de agua. La tercera etapa, corresponde al proceso de electrólisis en el que se produce Hidrógeno y Oxígeno a partir de la molécula de agua. Finalmente, el hidrógeno es almacenado en recintos y estanques especializados. El oxígeno también se puede almacenar o liberar al aire (Plan de Acción Hidrógeno Verde, s. f.).

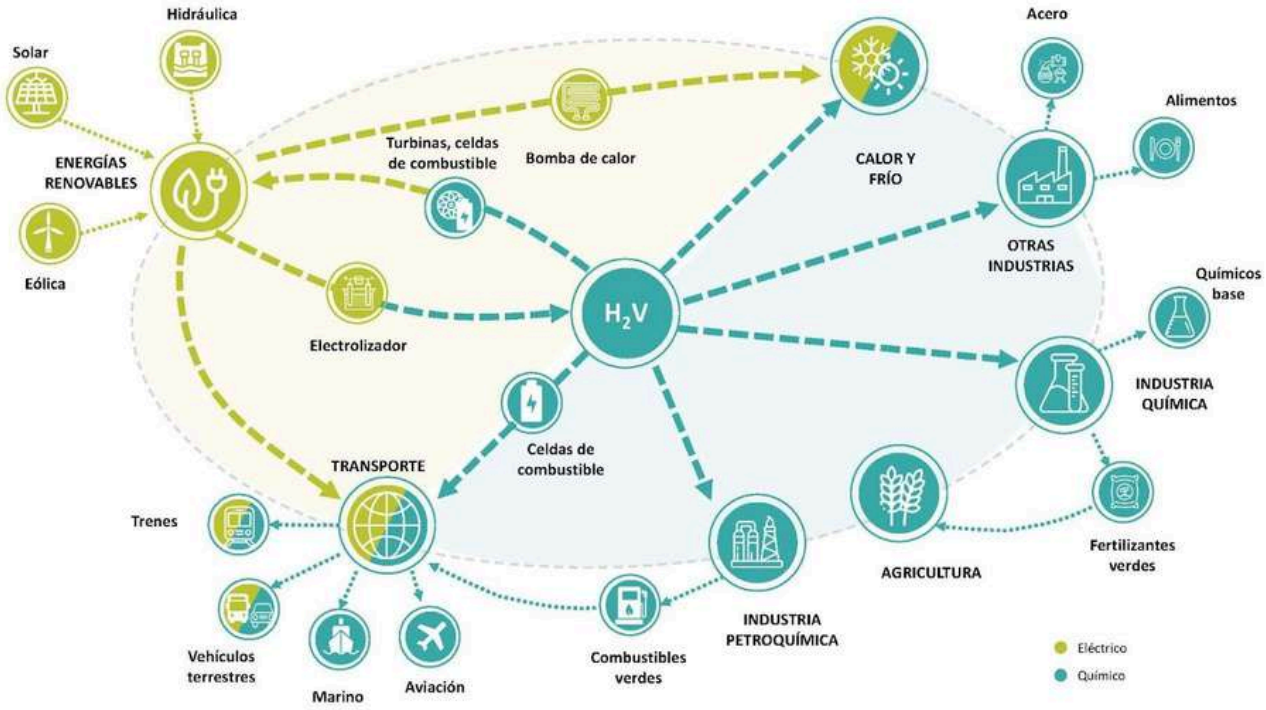
Los derivados del hidrógeno verde (H2V) son aquellas sustancias que se obtienen mediante reacciones químicas entre el H2V y otros elementos, tales como el nitrógeno y el carbono. Los más reconocidos son el amoníaco y el metanol, que se utilizan en diversas industrias. Por un lado, para producir amoníaco verde (NH3) se utiliza hidrógeno verde y se incorpora nitrógeno, en un proceso conocido como *Haber-Bosch*. Por otro lado, para la producción de metanol verde (CH3OH) se utiliza hidrógeno verde y se le incorpora dióxido de carbono, proveniente del aire o de la biomasa, en un proceso denominado *Fisher-Tropsch* (Plan de Acción Hidrógeno Verde, s. f; Koons, 2024).

La producción de ambos, amoníaco y metanol verde, permitirá descarbonizar de forma directa la industria de fertilizantes, química, petroquímica, entre otras. El 80% del uso mundial de amoníaco es para la producción de fertilizantes empleados en la agricultura, también como insumo para explosivos en la minería, o como refrigerante industrial, entre otros usos industriales. El metanol por su lado, es utilizado como disolvente, combustible, e insumo para la producción de biodiésel, entre otros. Con metanol verde o e-Metanol se puede producir combustibles como e-Metanol, e-Diésel, e-Gasolina y e-JetKerosene, manteniendo las tecnologías actuales de combustión pero utilizando un energético de emisiones casi neutras de CO2 (Plan de Acción Hidrógeno Verde, s. f.).



La figura 9.4.2 muestra los posibles usos del hidrógeno verde y las diferentes industrias que puede cubrir, tales como la industria petroquímica y química, agricultura, transporte, entre otros.

Figura 9.4.2. Usos del hidrógeno verde como energético.



Fuente: Ministerio de Energía (s. f.-a).

La mitigación de las emisiones de carbono, la reducción de costos de la electrólisis y los incentivos que vienen de fondos internacionales, presentan un escenario que permitirían a un país globalmente integrado como Chile acelerar el desarrollo de hidrógeno verde.

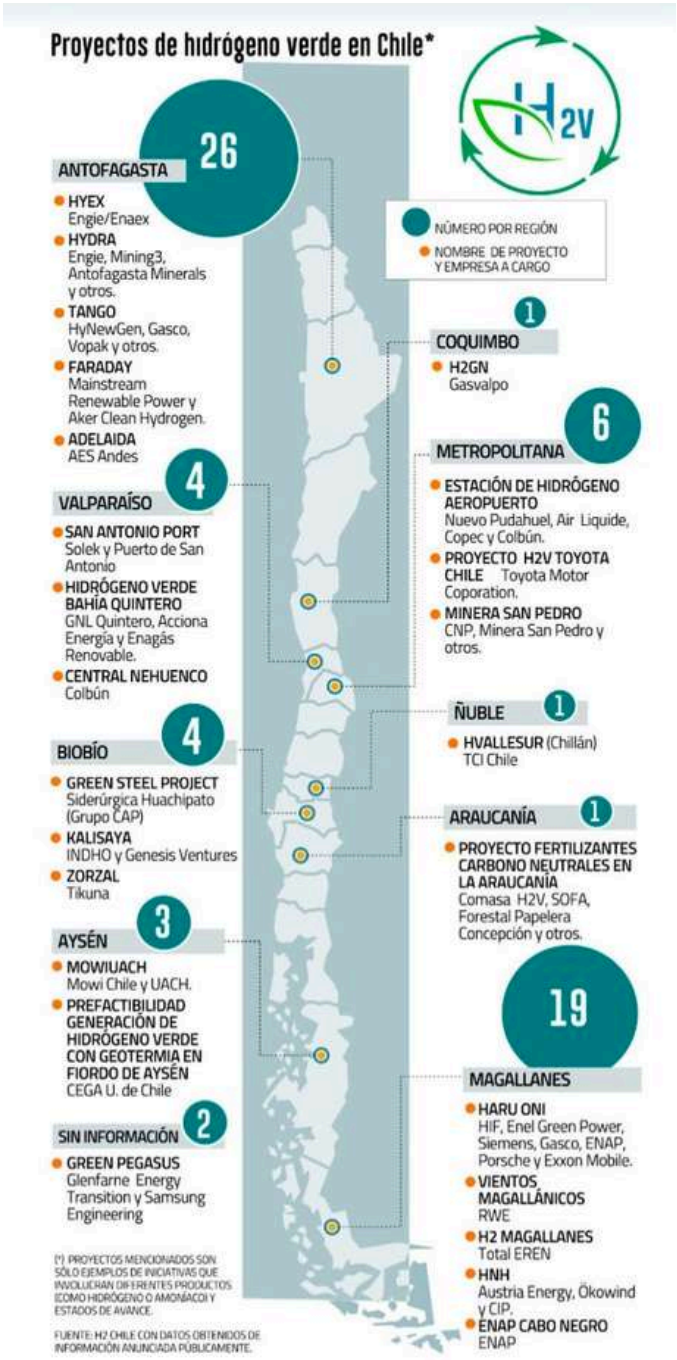
9.4.1. PROYECTOS DE HIDRÓGENO VERDE EN EL PAÍS

A fines del 2023 habían 64 proyectos de hidrógeno verde anunciados públicamente, de los cuales seis estaban operativos. Esta cifra fue creciendo lentamente, y en abril del 2024 se alcanzaron los 67 proyectos, con ocho de ellos en marcha (Consejo de Políticas de Infraestructura, 2024). A continuación se presentan los ocho proyectos en funcionamiento, todos ellos a escala piloto:

- Hydrogen Generation Unit (ex Las Tórtolas) de Anglo American.
- Planta industrial de hidrógeno verde (grúas horquilla) liderado por Walmart y Engie.
- Fase piloto-Haru Oni liderado por HIF y otras empresas.
- Cerro Pabellón de Enel Green Power y ENAP.
- H2GN de Gasvalpo.
- Planta móvil H2V del Centro Científico Tecnológico de la Región de Antofagasta (Cicitem).
- Proyecto H2v Toyota Chile de Toyota Motor Corporation.
- Planta demostrativa de producción de hidrógeno verde de la UCSC, en Concepción.

Por su lado, la figura 9.4.3 muestra la distribución de proyectos de hidrógeno verde en Chile, destacando una marcada concentración en la Región de Antofagasta con 26 iniciativas y en Magallanes con 19, seguidas por la Región Metropolitana con 6, Valparaíso y Biobío con 4 cada una, Aysén con 3 y Coquimbo, Ñuble y La Araucanía con un proyecto, respectivamente. Esto refleja la expansión territorial en distintas regiones del país, vinculados a sectores estratégicos como ERNC, transporte e industria.

Figura 9.4.3. Distribución por región de los proyectos de hidrógeno verde.



Fuente: Consejo de Políticas de Infraestructura (2024).

No obstante, a pesar de la gran cantidad de proyectos existentes, en julio del 2025 como es posible observar en la tabla 9.4.1 existían seis proyectos de hidrógeno verde en evaluación del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Estos se distribuyen en tan solo dos regiones: Magallanes y Antofagasta, con una inversión total de USD 41.253 millones. Asimismo, no se admitieron a tramitación ambiental ni se aprobaron proyectos de hidrógeno verde hasta dicha fecha (Ministerio de Energía, 2025c).

Tabla 9.4.1. Proyectos de hidrógeno verde en evaluación durante julio del 2025.

N	Nombre	Región	Comuna	Capacidad MW neto	Inversión USD MM Total
1	Planta de combustibles carbono neutral Cabo Negro y Proyecto + Parque Eólico Faro del Sur	Magallanes	Punta Arenas	500	1.330,00
2	Planta de Producción de Hidrógeno Verde para el Distrito Minero de Calama	Antofagasta	Calama	-	423
3	Proyecto Volta - Planta de Hidrógeno y Amoníaco Verde	Antofagasta	Mejillones	600	2.500,00
4	Proyecto integral para la producción y exportación de amoniaco verde - HNH ENERGY	Magallanes	Punta Arenas LagunaBlancaSan Gregorio	1.400,00	11.000,00
5	INNA - Proyecto Integrado de Infraestructura Energética para la Generación de Hidrógeno y Amoníaco Verde	Antofagasta	Taltal	918	10.000,00
6	Proyecto de Producción de Hidrógeno y Amoniaco Verde - H2 Magallanes	Magallanes	Punta Arenas-Laguna Blanca San Gregorio	5.000,00	16.000,00

Fuente: Ministerio de Energía (2025c).

La Región de Magallanes enfrenta la posible instalación de uno de los proyectos industriales de hidrógeno verde más grandes del continente, H2 Magallanes (ver Tabla 9.4.1). Este proyecto representa una inversión de 16 mil millones de dólares y una superficie de 72 mil hectáreas, un parque eólico con más de 600 aerogeneradores, una planta desaladora, centros de electrólisis para generar hidrógeno a partir de agua de mar y energía eólica, y una planta para producir hasta 10.800 toneladas diarias de amoníaco (Diario UCHILE, 2025).

Sin embargo, su distancia de tan solo 3,5 kilómetros del Parque Nacional Pali Aike, genera preocupación debido a la presión que ejercerá sobre una zona con valiosos vestigios arqueológicos y un singular patrimonio geológico y biológico. H2 Magallanes, se encuentra bajo el proceso de Participación Ciudadana del SEIA, hasta el 20 de agosto de 2025, esta instancia permite a cualquier ciudadano formular observaciones y exigir respuestas formales (Diario UCHILE, 2025).

9.4.2. LA PROPUESTA GUBERNAMENTAL

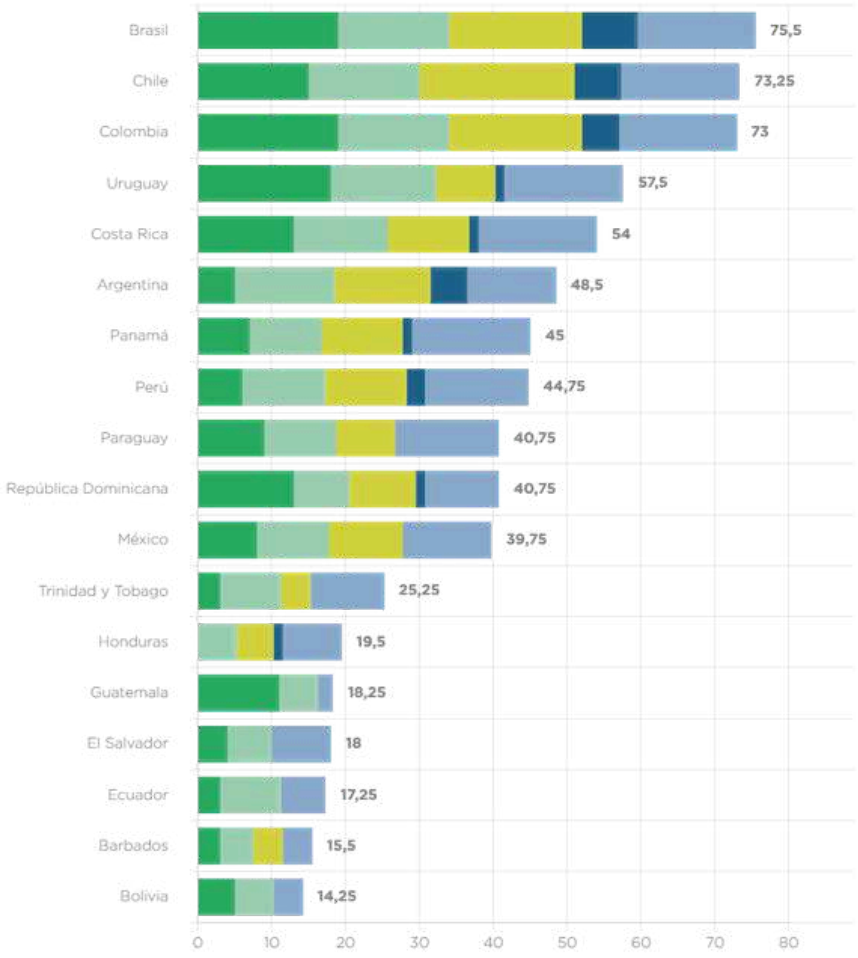
Chile enfrenta importantes desafíos para lograr una total descarbonización de su matriz energética. Un 64% del consumo energético final proviene de fuentes fósiles, sin tener en cuenta su utilización en la generación de electricidad, industria que es responsable del 76% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Cabe agregar que el país importa aproximadamente un 98% de los combustibles fósiles que utiliza, generando una situación de dependencia y vulnerabilidad (Gobierno de Chile, 2024b).

Sin embargo, presenta condiciones ventajosas para enfrentar estos desafíos, especialmente gracias al enorme potencial de ERNC. Previo al 2015 el país contaba con 945 MW de capacidad instalada proveniente de energía eólica y solar, a finales del 2023 esta cifra ascendía a 13.447 MW. Dicho número puede seguir creciendo, pues se estima que el potencial de desarrollo de las energías renovables es de 2.315 GW, vale decir, 70 veces la capacidad eléctrica instalada en 2023. De esta manera, el hidrógeno verde se instala como una gran ventana de oportunidad para Chile, tanto por las ventajas comparativas de disponibilidad de energías renovables como por las condiciones regulatorias que atraen a inversionistas extranjeros (Gobierno de Chile, 2024b).

El Índice de Hidrógeno para América Latina y el Caribe (H2LAC), identifica y clasifica a los países líderes de la región en cuanto al desarrollo del hidrógeno, su progreso, su potencial de crecimiento, desafíos y oportunidades. En 2025, este estudio posicionó a Chile en segundo lugar, por detrás de Brasil (ver figura 9.4.4), lo que representa una diferencia a comparación de los años anteriores (2020 a 2024) en que Chile se posicionó en primer lugar (New Energy & Hinicio, 2025).



Figura 9.4.4 Puntuación general del índice H2LAC 2025.



Fuente: Índice H2LAC, New Energy & Hinicio (2025).

La Estrategia Nacional del Hidrógeno Verde de 2020 señala el compromiso que ha tomado el país para disminuir sus emisiones de gases de efecto invernadero y transitar a un desarrollo sostenible. Chile tiene la posibilidad de desarrollar una industria competitiva de hidrógeno verde que con la electricidad generada en base a recursos renovables de bajo costo, permita formar un energético de uso local y exportación, impulsando una economía sustentable en base a esta industria. Esto representaría una gran oportunidad en la marca país, agregando un valor verde a los productos creados en Chile, reduciendo su huella de carbono de transporte y ofreciendo energéticos de carácter renovable a quienes los necesiten (Gobierno de Chile, 2020).

Para lograr ello, el desafío es materializar estas oportunidades con acciones concretas. Para ello, se debe promover el uso del hidrógeno verde en todo el territorio nacional y desplazar el consumo de combustibles fósiles en los diferentes sectores productivos. Para ello, es esencial también establecer señales regulatorias claras y transparentes tanto para nivelar la cancha con los combustibles más sucios como para el apoyo financiero con el fin de atraer empresas locales e internacionales. Asimismo, se establece que se debe facilitar el desarrollo de una industria de exportación de hidrógeno y sus derivados, para convertir al país en un exportador de energías renovables al mundo (Gobierno de Chile, 2020).

Por su parte, el Plan de Acción Hidrógeno Verde 2023-2030 continúa en la misma línea respecto a la importancia del hidrógeno verde y la oportunidad que presenta al país para generar empleos y poner a Chile a la vanguardia de las industrias claves para un futuro más sostenible. Este plan contó con un gran proceso de participación ciudadana, se llevaron a cabo 22 audiencias y talleres en todas las regiones del país con la participación de más de mil personas, entre representantes de la industria y organizaciones de la sociedad (Gobierno de Chile, 2024b).

Este plan considera acciones a implementarse en dos momentos de implementación. El primero, entre 2023 y 2026, destinado a dar señales de inversión, normas y regulaciones para generar relaciones con compradores, y, la segunda ventana, entre el 2026 y 2030, para comenzar a concretar el desarrollo productivo y la descarbonización, con énfasis en el aspecto regional y el desarrollo local. Concretamente, el plan de acción incluye 18 líneas de acción, ejecutadas por un espectro amplio de instituciones del Sector Público y, mayormente lideradas por el Ministerio de Energía (Gobierno de Chile, 2024b).

En este sentido, en agosto del 2025 el gobierno ingresó un proyecto a la Cámara de Diputados denominado "Proyecto de Ley de Fomento a la Industria del Hidrógeno Verde (H2V)". El proyecto crea un beneficio tributario de carácter transitorio, que consiste en un crédito contra el Impuesto de Primera Categoría (IDPC), al que podrán acceder las empresas que compran a productores locales hidrógeno verde (H2V) o sus derivados (amoníaco o metanol), por un monto total de hasta US$2.800 millones. Este incentivo será asignado por un Comité Interministerial el cual está integrado por: los ministerios de Hacienda, Energía y Economía, mediante concursos anuales dirigidos a proyectos nuevos de producción de Hidrógeno Verde (Ministerio de Hacienda, 2025).

9.4.3. VISIÓN INTERNACIONAL

En los últimos 20 años la demanda anual de hidrógeno ha crecido en un 50%. En 2020 la demanda fue de aproximadamente 90 Mt (millones de toneladas), cifra que no incluye las 30 Mt adicionales presentes en gases residuales de procesos industriales utilizados como calor y electricidad. A pesar de ello, tan solo el 3% de la producción de hidrógeno mundial es verde, el restante es prácticamente en su totalidad producido por combustibles fósiles sin captura de carbono (PNUD & Universidad Católica del Uruguay, 2022).
Por ello, en el último tiempo una serie de países han anunciado planes y estrategias para la producción de hidrógeno verde en el corto, mediano y largo plazo. La figura 9.4.5 muestra los 20 mega proyectos de producción de hidrógeno verde más grandes del mundo y su distribución por continentes. Así, es posible observar que tanto Europa como Australia son quienes lideran la instalación de estos megaproyectos. Mientras que en América Latina tan solo Chile y Brasil están desarrollando proyectos de este tipo.

Figura 9.4.5. Megaproyectos de hidrógeno verde anunciados a nivel mundial.



Fuente: PNUD & Universidad Católica del Uruguay (2022).

En este contexto, Chile ha buscado posicionarse como un actor estratégico mediante la consolidación de alianzas internacionales, en especial con la Unión Europea. En 2023 el Presidente Gabriel Boric, junto a la Presidenta de la Comisión Europea, Ursula von der Leyen, suscribieron dos instancias de cooperación. Por un lado, el "Proyecto Team Europe para el Desarrollo de Hidrógeno Renovable en Chile", programa de asistencia técnica para fortalecer las condiciones para el fomento de la economía del hidrógeno verde en el país. Por otro lado, la declaración de intenciones de este proyecto que es una iniciativa conjunta del Banco Europeo de Inversiones (BEI) y el Banco de Desarrollo Alemán (KfW), que financiarán proyectos de producción y uso de hidrógeno verde (Ministerio de Energía, 2023b).

En noviembre de 2024 Hydrogen Europe y H2 Chile firmaron un Memorándum de Entendimiento para acelerar el desarrollo del hidrógeno verde y facilitar las relaciones comerciales. Dicha alianza busca avanzar en el desarrollo de marcos regulatorios, mecanismos de comercio y financiamiento. Hydrogen Europe, es la asociación europea que representa los intereses de la industria del hidrógeno y sus stakeholders. La Asociación Chilena de Hidrógeno (H2 Chile), por su parte, es una asociación gremial que busca impulsar un desarrollo con cero emisiones, y acelerar la adopción del hidrógeno verde en el país (Asociación Chilena de Hidrógeno, 2024).

Asimismo, durante 2024 Chile y Francia firmaron una declaración para la cooperación en formación técnica y profesional para el desarrollo del hidrógeno verde. El año anterior, un grupo de trabajo de ambos países identificó este aspecto como un factor clave y esencial para el despegue de la industria. Por ello, estas dos naciones se comprometieron a desplegar una gama de capacitaciones en las que se conectará tanto el mundo académico como empresarial chileno, con distintas empresas francesas (Ministerio de Energía, 2024a).

Los gobiernos de Chile y los Países Bajos actualizaron su Declaración Conjunta de 2021 y firmaron la Agenda para la Cooperación Estratégica en Hidrógeno Verde 2024-2025. Esta iniciativa refuerza los lazos bilaterales entre ambos países para el desarrollo de energías renovables y sostenibles, que busca dar lugar a avances en la promoción de políticas de hidrógeno e iniciativas público-privadas. Uno de los elementos más importantes de este acuerdo es la construcción de una infraestructura portuaria, para que Chile exporte hidrógeno verde a Europa mediante los puertos neerlandeses (H2News, 2024).

En definitiva, estos avances demuestran cómo Chile se ha ido posicionando como un actor estratégico en el escenario internacional del hidrógeno verde. Si bien la participación global de este tipo de energía es aún marginal, la formación de alianzas multilaterales y bilaterales refuerza la posibilidad de que el país se convierta en un actor de importancia en la transición energética, en línea con el Plan de Acción Hidrógeno Verde 2023-2030.

9.4.4. LA REALIDAD DE LA DISPONIBILIDAD DE HIDRÓGENO VERDE

Si bien se han destacado los aspectos positivos de la industria del hidrógeno verde, existen ciertas dudas respecto a su potencial real en términos de rentabilidad. Maillet et al. (2025) mencionan los cinco riesgos más importantes para la industria:

1. Las altas tasas de interés o tipo de cambio.
2. La gran inversión inicial requerida.
3. La falta de mercado de hidrógeno existente e incertidumbre sobre su precio.
4. El riesgo político.
5. La incertidumbre respecto a su demanda.

A nivel mundial la cantidad de proyectos ha ido aumentando en los distintos países, sin embargo, en 2023 tan solo un 4% de estos proyectos logró la decisión final de inversión. En cuanto a los precios, el costo del hidrógeno verde sigue siendo mayor al de sus sustitutos, generando un escepticismo sobre este mercado, al que algunos expertos han señalado que no es competitivo debido a la falta de compradores. En Chile, de las 74 iniciativas de hidrógeno verde, un poco menos de la mitad son solo a escala piloto (International Energy Agency, 2023b; Maillet et al., 2025).

Bajo este escenario, diversos actores han advertido sobre la necesidad de actuar con cautela y de realizar evaluaciones más rigurosas respecto a las proyecciones del hidrógeno verde. Su elevado costo actual impide que compita de manera efectiva incluso con los combustibles fósiles. Esta situación ha generado cuestionamientos en torno a las decisiones adoptadas en Chile, dado que se han destinado recursos significativos para promover una industria que, en el corto y mediano plazo, podría no alcanzar los niveles de rentabilidad esperados (Maillet et al., 2025).

En este sentido, la Agencia Internacional de Energía (2023b) plantea que el hidrógeno verde puede transformarse en una oportunidad estratégica para las economías, en la medida que los gobiernos fortalezcan sus políticas y fomenten la creación de industrias a lo largo de toda la cadena de valor. Las proyecciones indican que el mercado de este sector podría crecer desde los USD1,4 mil millones actuales a USD 12 mil millones en 2030, e incluso superar los USD 100 mil millones si se avanza hacia escenarios más ambiciosos de descarbonización.

Sin embargo, este potencial enfrenta importantes desafíos asociados a la capacidad de manufactura tecnológica, la necesidad de generar demanda y garantizar compradores estables, así como a factores externos como la inflación, la caída en los precios de los combustibles fósiles y la lenta implementación de políticas. De no abordarse estos obstáculos de manera integral, el avance de la industria del hidrógeno corre el riesgo de fragmentarse, generando retrocesos y cancelaciones de proyectos (International Energy Agency, 2023b).

9.4.5. IMPACTOS MEDIOAMBIENTALES

El hidrógeno molecular (H_2) es un gas de alta densidad energética en comparación con los combustibles fósiles. Su extracción se da a través de un proceso conocido como electrólisis, es decir, la separación del agua en hidrógeno y oxígeno usando electricidad. Desde 2020, el interés ha crecido por la posibilidad de su producción con energías renovables, lo que posiciona al hidrógeno como una alternativa clave para la descarbonización y la transición energética global. No obstante, su producción, transporte y almacenamiento generan impactos ambientales, principalmente por sus fugas y emisiones a la atmósfera que podrían alcanzar entre 1 y 12 % (Seguel et al., 2024).

El hidrógeno se considera un gas de efecto invernadero con un gran impacto en el calentamiento global, puesto que la emisión a la atmósfera de 1 kg de hidrógeno es equivalente a 11,6 kg de dióxido de carbono (CO2) en un período de 100 años. Su impacto se explica debido a que su presencia prolonga la vida del metano en la atmósfera, genera radicales que aumentan la formación de ozono troposférico y, aunque su degradación produce agua, pequeñas variaciones en la estratósfera pueden alterar la circulación atmosférica y calentar la superficie. Asimismo, estudios recientes muestran que la concentración de hidrógeno en la atmósfera ha crecido un 70 % desde la era preindustrial y ha continuado aumentando entre 2010 y 2019 (Seguel et al., 2024).

En este contexto, en la región de Magallanes se planea la instalación de uno de los proyectos de hidrógeno verde más grande del continente. H2 Magallanes, un proyecto de la empresa TEC H2 MAG SpA, filial de Total Energies y Eren, que busca producir hidrógeno y amoníaco verde a partir del viento y el agua de mar para su posterior exportación. Sin embargo, este megaproyecto ha despertado cuestionamientos por sus posibles impactos ambientales y sociales en una de las regiones con mayor valor ecosistémico y natural del país. Dicha preocupación quedó evidenciada tras las más de 800 observaciones que 21 servicios públicos hicieron al estudio de impacto ambiental (EIA) (Diario UCHILE, 2025).

H2 Magallanes cuenta con una inversión estimada de US$16 mil millones y una superficie de 72 mil hectáreas, en las que se instalarán: (1) un parque eólico con más de 600 aerogeneradores, (2) una planta desaladora, (3) centros de electrólisis para generar hidrógeno a partir de agua de mar y energía eólica, (4) una planta para producir hasta 10.800 toneladas diarias de amoníaco, (5) infraestructura portuaria y (6) campamentos para los trabajadores (ver figura 9.4.6) (Diario UCHILE, 2025).

Figura 9.4.6. Proyecto H2 Magallanes.



Fuente: Asociación Chilena de Hidrógeno (2025).

En este contexto, una visión holística de los sistemas socioecológicos y un enfoque territorial debe ser un aspecto esencial de la gobernanza climática. Sin embargo, existen ciertos puntos controvertidos respecto a la escala de los proyectos de hidrógeno verde y los múltiples impactos que pueden tener. En el caso de Magallanes, si se tienen en consideración los cuatro principales proyectos, la superficie que pretenden utilizar en la región es de 120.670 hectáreas, vale decir, el equivalente a poco más de 35 veces el radio urbano de Punta Arenas. Asimismo, los parques eólicos necesarios para producir esta energía, consideran la construcción de cientos de aerogeneradores con una altura promedio de 180-200 metros (más grandes que la Torre Entel en Santiago) (Maillet et al., 2025).

En esta misma línea, el impacto en territorios como Atacama y Antofagasta se intensifica debido a la presencia de otras industrias extractivas, como la minería y el litio, y la necesidad de agua para la desalinización en la producción de hidrógeno. Sin embargo, no existen mecanismos que permitan medir los efectos acumulativos de estas actividades en la misma zona, como ocurre en la costa norte de Chile. Por otro lado, a nivel nacional, se proyecta la creación de decenas de miles de empleos, aunque las estimaciones varían ampliamente. En Magallanes, se ha señalado que la fuerza laboral local no sería suficiente, por lo que sería necesario contratar personal externo, lo que generará presiones en servicios como vivienda, educación y salud (Maillet et al., 2025).

En conclusión, el desarrollo del hidrógeno verde en Chile aparece como una alternativa clave para la transición energética y la descarbonización, pero también conlleva importantes riesgos ambientales y sociales. Su producción puede generar fugas con alto potencial de calentamiento global, prolongar la vida del metano en la atmósfera y aumentar la formación de ozono troposférico. Además, megaproyectos como H2 Magallanes, implican la utilización de grandes superficies y el uso intensivo de recursos, lo que genera preocupación por sus impactos en ecosistemas frágiles y en la capacidad de las comunidades locales para absorber la presión.



9.5. ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES DE USO MENOR



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

9.5.1. GEOTERMIA

La energía geotérmica es una fuente de energía renovable que se encuentra presente en toda la corteza terrestre y se asocia al calor de la tierra, pues la temperatura aumenta en aproximadamente 30°C/Km por kilómetro de profundidad en la tierra, esto se llama el gradiente geotérmico. Sin embargo, existen áreas específicas en las que está gradiente es mucho mayor gracias a que se encuentran asociadas a estructuras, cuencas sedimentarias, minerales radiactivos o márgenes activos. Chile, especialmente se encuentra en un margen en el que convergen placas y pertenece al denominado "anillo de fuego del pacifico", por ello es considerado un ambiente geológico favorable para el empleo de este tipo de energía (Ministerio de Energía, s. f.-b).

De esta manera, el calor natural del subsuelo es utilizado para generar electricidad o calefacción en edificios. Las centrales geotérmicas lo extraen mediante pozos profundos, transformándolo en energía térmica o eléctrica, y al ser una fuente limpia y constante ofrece grandes ventajas medioambientales, con emisiones muy bajas en comparación con los combustibles fósiles (Enel Green Power, s. f.-b). La energía geotérmica se clasifica según su entalpía (ver tabla 9.5.1), es decir, la cantidad de energía que puede intercambiar un sistema con su entorno.

Tabla 9.5.1. Clasificación de entalpía según temperaturas.

Recursos de baja entalpía	Temperaturas inferiores a los 160 C°
Recursos de media entalpía	Temperatura entre los 160 y 200 C°
Recursos de alta entalpía	Zonas con una temperatura superior a los 200 C°

Fuente: elaboración propia en base a Enel Green Power (s. f.) & Ministerio de Energía (s. f.-b).

Los sistemas de baja entalpía utilizan el calor cerca de la superficie (a decenas de metros de profundidad), y se utiliza para la calefacción directa de edificios y sistemas de agua mediante bombas de calor o sistemas geotérmicos de baja entalpía. Por su parte, en los sistemas de media y alta entalpía, el calor es extraído de reservas más profundas y se usa para accionar turbinas para la producción de electricidad. Asimismo, estas últimas también pueden utilizarse para la calefacción directa de edificios, para proporcionar calor a invernaderos o para aplicaciones industriales (Enel Green Power, s. f.-b).

Como se mencionó anteriormente, las centrales geotérmicas están diseñadas para aprovechar el calor de la tierra y convertirlo en electricidad o calefacción. Para producir electricidad, se perforan pozos de hasta 3000 metros de profundidad, de esta manera, el calor subterráneo asciende en forma de vapor a alta presión y se dirige a una turbina (Enel Green Power, s. f.-b). De aquí surgen los tres ciclos de utilización del vapor utilizados en las diferentes Centrales Geotérmicas: ciclos de vapor seco, ciclo flash y ciclo binario (ver tabla 9.5.2).

Tabla 9.5.2. Clasificación de las Centrales Geotérmicas.

Plantas de vapor flash	Toman el agua caliente a alta presión de las profundidades de la tierra y la convierten en vapor para impulsar las turbinas del generador.
Plantas de vapor seco	Utilizan vapor seco para encender turbinas y generar electricidad mediante el generador.
Plantas de ciclo binario	Transfieren el calor del agua caliente a otro líquido, el cual se evapora para activar un generador eléctrico.

Fuente: elaboración propia en base a Generadoras (2018).

De acuerdo al Ministerio de Energía (2018) Chile tiene un potencial geotérmico aproximado de 3.800 MW e inversiones por US$25 mil millones hasta ese momento. Si bien la generación solar y eólica se han tomado el protagonismo de las ERNC del país, hay otros actores, como la geotermia que tienen un importante potencial a desarrollar. El 72% de este potencial se concentra en la cordillera de las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, mientras que el 28% restante está distribuido en la cordillera existente entre la Región Metropolitana y Los Lagos (Ministerio de Energía, 2018).

La energía geotérmica está regulada por la Ley Nº 19.657, recientemente modificada por la Ley Nº 21.711, que introduce un régimen simplificado para proyectos de aprovechamiento somero no destinados a generación eléctrica, con recursos extraídos a menos de 400 metros de profundidad y temperaturas bajo 90°C. Esta actualización exime a dichos proyectos del sistema concesional y asigna a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) la fiscalización de la seguridad en las faenas, fortaleciendo así el marco regulatorio y modernizando la supervisión del sector (Ministerio de Energía, 2024a).

La promulgación de esta nueva normativa se realizó en el Mercado Urbano Tobalaba (MUT), en Las Condes, puesto que dicho espacio destaca por su sistema de climatización geotérmica mediante el uso del acuífero “Santiago Central” a 75 metros de profundidad, lo que permite reducir su consumo energético con bombas de calor. Esta tecnología se ha implementado también en dos escuelas de la Región de Los Lagos (Gobierno de Chile, 2024a).

Asimismo, la Universidad de Chile mediante el Centro de Excelencia en Geotermia de Los Andes (CEGA) y el apoyo de los Gobiernos Regionales, ha impulsado diferentes proyectos para aprovechar la energía del subsuelo, disminuir la dependencia de combustibles fósiles y reducir la contaminación. La **tabla 9.5.3** muestra las iniciativas, presentes en regiones como Arica y Parinacota, Antofagasta, Ñuble, La Araucanía y Los Ríos, que utilizan la geotermia para calefacción y agua caliente, mientras que en Aysén se proyecta una planta de hidrógeno verde alimentada con co-generación geotérmica (Universidad de Chile, 2024).

Tabla 9.5.3. Proyectos geotérmicos desarrollados por la U. de Chile.

Nº	Proyecto	Estado
1	Proyecto Máfil	Finalizado
2	Proyecto Illahuapi	Finalizado
3	Proyecto Putre	En curso
4	Proyecto Ñuble	En curso
5	Proyecto Ollagüe	En curso
6	Proyecto Aysén	En curso
7	Proyecto social Araucanía	En curso

Fuente: elaboración propia en base a Universidad de Chile (2024).

La energía geotérmica en Chile tuvo un auge entre 2008 y 2014, cuando se entregó la mayor cantidad de concesiones, pero actualmente ha perdido protagonismo al ser considerada poco competitiva por sus altos costos y complejidad técnica. Su principal exponente es la central Cerro Pabellón, ubicada en Ollagüe, región de Antofagasta, la única en operación en Sudamérica y la más alta del mundo, que funciona con tecnología binaria y re inyecciones completas del fluido, garantizando la regeneración constante del calor en el reservorio. Tiene una capacidad operativa de 83 MW y genera anualmente energía suficiente para cubrir las necesidades energéticas de 1.7 millones de hogares chilenos (Enel Green Power, s. f.-a; Muñoz, 2025).

9.5.2. ENERGÍA OLAMOTRIZ (UNDIMOTRIZ)

La energía undimotriz es una de las ERNC más prometedoras debido a tres aspectos: los océanos conforman más del 70% de la superficie total del planeta, es decir, existe un amplio territorio para operar; el agua es un fluido que tiene mayor densidad que el aire, por ende, se pueden producir grandes cantidades de energía; y se obtiene a partir de fuentes naturales inagotables que no producen emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) (Repsol, s. f.-a).

De esta manera, la energía undimotriz u olamotriz, corresponde a la energía mecánica que proviene del movimiento de las olas marinas. Además, es posible captar esta fuerza de las olas no solo en la superficie de los mares, sino que también en sus profundidades. Si bien la evolución de este tipo de tecnología ha comenzado hace poco, presenta un potencial enorme con 29.000 TWh (teravatios hora) frente a los 1.200 TWh de potencial que tiene la energía mareomotriz (BBVA, 2024).

A continuación la tabla 9.5.4 muestra los diferentes tipos de dispositivos undimotrices utilizados en este tipo de tecnología.

Tabla 9.5.4. Tipos de dispositivos undimotrices.

Tipo	Descripción
Columna de agua oscilante	Adecuada para zonas con oleaje fuerte, aprovecha tanto el impacto de la ola como su retroceso para mover el aire contenido en cámaras internas, el cual pasa por turbinas y genera electricidad.
Boya de punto de absorción	Convierte la energía de las olas en electricidad mediante su movimiento vertical. Están ancladas al fondo marino y unidas por un poste que contiene un sistema hidráulico y un generador. Cuando la boya se desplaza con las olas, comprime el fluido interno de la estructura, activando el generador.
Atenuador de superficie	Se disponen una serie de segmentos flotantes interconectados perpendicularmente a las olas que llegan. De esta manera, el oleaje produce un movimiento de flexión que activa las bombas hidráulicas que generan electricidad.
Columpio de olas de Arquímedes	Consiste en una estructura fija en el fondo marino que se desplaza verticalmente siguiendo el oleaje. Este movimiento genera compresiones y descompresiones del aire, lo que permite equilibrar presiones y transformar la energía mecánica de las olas en electricidad.
Convertidores flotante	Sistema flotante que permanece en la superficie y la energía se genera a partir del movimiento de ascenso y descenso de las olas. Su principal ventaja es que, al no estar sumergida, facilita las labores de mantenimiento y reparación.
Convertidor oscilante de ola	Se instalan convertidores sumergidos que oscilan con el movimiento de cada ola, y la energía eléctrica se captura a partir del ascenso y descenso de estas.
Convertidores sumergidos de presión diferencial	Tecnología de vanguardia que usa grandes membranas que separan el agua para ocasionar diferentes presiones entre las olas y el fluido, el agua, y así producir energía eléctrica.
Dispositivos de desbordamiento	Son unas estructuras largas que usan la fuerza y velocidad de las olas para llenar un reservorio a un nivel más elevado que el océano. Así, la energía del agua queda en ese depósito y produce electricidad.

Fuente: elaboración propia en base a BBVA (2024) & Repsol (s. f.-a).

Chile posee una extensión costera de 6.435 kilómetros, y por ello dispone de un gran potencial energético proveniente del océano, que se estima en 164 GW. Sin embargo, a pesar de esta ventaja geográfica, el desarrollo de tecnologías para aprovechar la fuerza de las olas aún se encuentra en una etapa incipiente y con bajos niveles de eficiencia comparado con otras energías renovables más consolidadas y competitivas, como lo son la solar y eólica (Venegas, 2023).

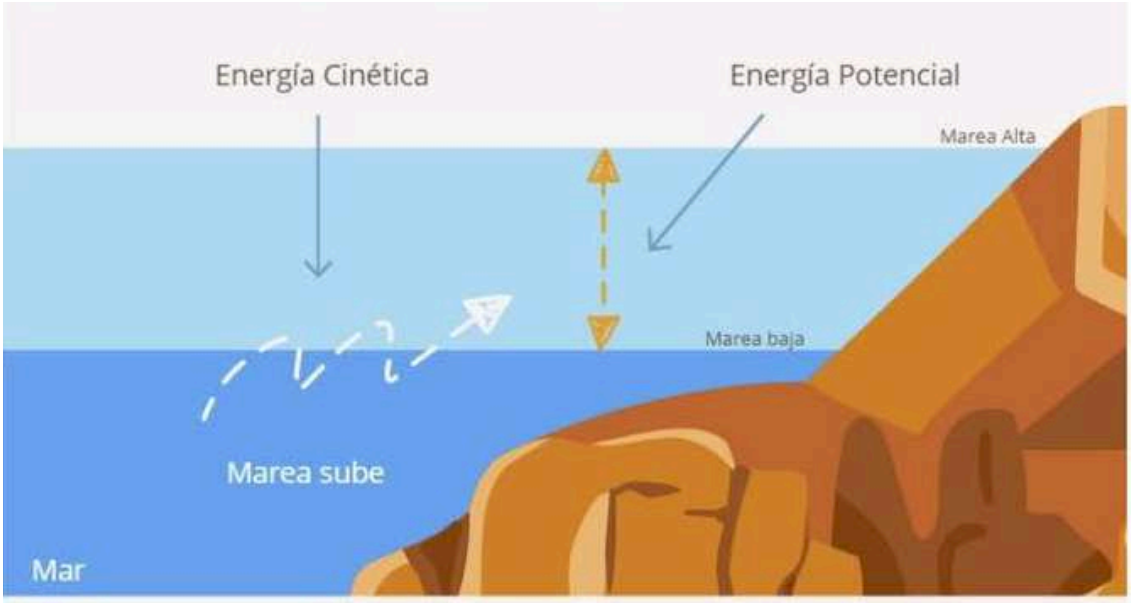
En este contexto, surge el proyecto Open Sea Lab, implementado por Enel Green Power en abril de 2021 junto al Centro de Investigación e Innovación en Energía Marina (MERIC). Dicha iniciativa introdujo el PB3 PowerBuoy frente a la costa de Las Cruces, en Valparaíso, convirtiéndose en el primer convertidor de energía undimotriz a escala industrial en Latinoamérica y el quinto a nivel mundial. Este sistema transforma la energía de las olas en electricidad, la cual se almacena en baterías de 50 kWh (Gobierno de Chile, 2021).

9.5.3. ENERGÍA MAREOMOTRIZ

Es una ERNC que se obtiene al aprovechar el movimiento de las mareas para generar electricidad. Este fenómeno natural y cíclico, se da en intervalos regulares, lo que convierte a las mareas en una fuente predecible y constante. Para generar este tipo de energía se construyen infraestructuras como presas o diques artificiales en zonas estratégicas donde las diferencias entre las mareas altas y bajas sean significativas. Así, se almacena agua durante la marea alta y se libera a través de turbinas durante la marea baja, el flujo de este movimiento hace que las turbinas giren y al estar conectadas a generadores eléctricos producen electricidad (Endesa, 2022).

Esta energía se produce en centrales que aprovechan la energía cinética y potencial generada por el movimiento de las mareas para producir electricidad. Sin embargo, su funcionamiento requiere de condiciones geográficas específicas, principalmente en bahías en que la diferencia entre la marea alta y baja alcance al menos los 5 metros (Endesa, 2022). La figura 9.5.1 muestra cómo el ascenso y descenso de las mareas generan energía cinética y potencial aprovechable para producir electricidad.

Figura 9.5.1.



Fuente: Ovacen (2025).

Actualmente, se distinguen tres tipos principales de centrales destinadas a la producción de energía mareomotriz:

- Presa de marea: también conocida como tecnología de amplitud de marea, aprovecha la energía potencial generada por la diferencia de altura entre la pleamar y la bajamar. Para ello, se construyen diques o embalses que retienen el agua en su punto más alto y, cuando el nivel desciende, esta se libera a través de compuertas que dirigen el flujo hacia turbinas conectadas a alternadores, produciendo electricidad (Ovacen, 2025).
- Generador de corriente de marea: también conocidos como Tidal Stream Generators (TSG), funcionan de manera similar a los parques eólicos, pero bajo el mar. Estos sistemas pueden contar con turbinas horizontales, verticales o instaladas en conductos cerrados, y aprovechan la energía cinética de las corrientes marinas para hacer girar sus palas (Ovacen, 2025).
- Con tecnologías híbridas: centrales que combinan las tecnologías de amplitud y de corrientes de marea. No corresponde a un modelo específico de instalación, sino a innovaciones y prototipos en desarrollo dentro del ámbito de la energía marina que buscan optimizar y diversificar la producción de electricidad a partir de las mareas (Ovacen, 2025).
-

En Chile, los sitios con mayor potencial para el desarrollo de energía mareomotriz son el canal de Chacao y el Estrecho de Magallanes. En estas zonas, la forma angosta y alargada de los canales produce intensas corrientes bidireccionales generadas por el ascenso y descenso de las mareas. Esto convierte a la energía mareomotriz en una fuente no solo atractiva en términos de aprovechamiento local, sino también continua, periódica y altamente predecible (Universidad de Concepción, 2022).



9.6. ENERGÍAS FÓSILES

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

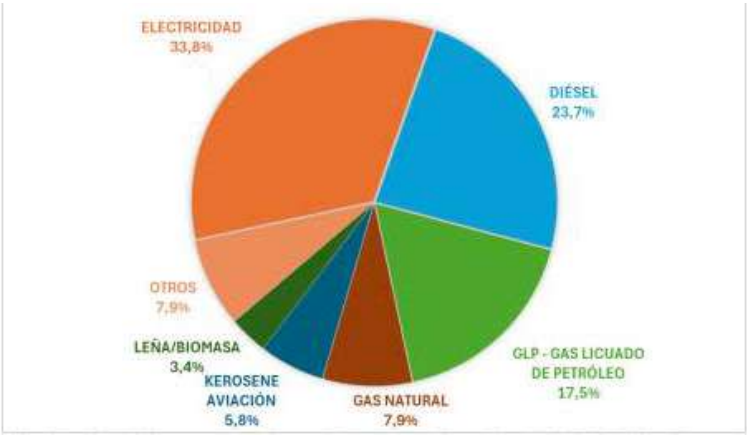
El cambio climático y la contaminación del aire, son problemas que están relacionados entre sí. El primero, es producido por la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), como el dióxido de carbono (CO2), que provoca el aumento de la temperatura del planeta. Por su parte, la contaminación del aire corresponde a la presencia en el aire de sustancias o partículas que implican riesgo, daño o molestia tanto para el ser humano, como la flora y fauna (Ministerio del Medio Ambiente, 2022).

En este contexto, un hito en la historia medioambiental de Chile fue la publicación de la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC), la cual permite establecer la lucha contra el cambio climático como una política de Estado y definir los mecanismos para enfrentarlo. La LMCC tiene como objetivo hacer de Chile un país carbono neutral para el 2050, para ello es necesario profundizar el proceso de descarbonización y dejar de quemar combustibles fósiles para evitar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). De igual manera, plantea ser un país sea resiliente al clima, vale decir, capaz de adaptarse a los efectos del cambio climático en los territorios (Ministerio del Medio Ambiente, 2022).

No obstante, Chile enfrenta una alta vulnerabilidad energética, ya que carece de petróleo, gas y carbón, lo que lo obliga a importar cerca del 90% de sus combustibles, representando más del 60% del consumo nacional. Sin embargo, no cuenta con una política que garantice la seguridad de suministro ni mecanismos de largo plazo para enfrentar la volatilidad de los mercados o crisis internacionales, como el conflicto entre Rusia y Ucrania. Esta fragilidad se refleja en el bajo desempeño del país en el *World Energy Trilemma Index*, donde ocupa el puesto 37, muy por debajo de países como Brasil y Colombia. La principal debilidad se encuentra en la seguridad energética, especialmente cuando se producen alzas de precios o interrupciones en el suministro (Márquez, 2022).

En la figura 9.6.1 es posible observar que entre los Consumidores con Capacidad de Gestión de Energía (CCGE), el principal energético utilizado es la electricidad (33,8%), el diésel (23,7%), el gas licuado de petróleo (17,5%), y el gas natural (7,9%), de manera que estos cuatro energéticos concentran cerca del 83% del consumo total. De esta manera, dicha distribución, deja en evidencia que la dependencia a los combustibles fósiles sigue siendo predominante, lo que reafirma la necesidad de avanzar en procesos de descarbonización y diversificación energética (Unidad de Sectores Productivos, 2024).

Figura 9.6.1. Distribución por energético del consumo de energía reportado por los CCGE.



Fuente: Unidad de Sectores Productivos (2024).

Los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas) son, con diferencia, los que más contribuyen al cambio climático mundial, ya que representan más del 75% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero y casi el 90% de todas las emisiones de dióxido de carbono (Naciones Unidas, s. f.). En este sentido, reducir la dependencia de estos energéticos resulta fundamental para alcanzar las metas de carbono neutralidad y fortalecer la seguridad energética del país.

9.7. PROPUESTAS DE POLÍTICA PÚBLICA

En base a lo abordado en el presente capítulo se establecen las siguientes propuestas de política pública que buscan continuar con la transición energética de Chile y enfrentar sus principales desafíos.

9.7.1 IMPULSO A LA INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

La consolidación de una matriz energética sustentable requiere de una inversión grande y sistemática en proyectos de investigación y desarrollo, particularmente de Energías Renovables No Convencionales (ERNC). En Chile durante el 2022 los recursos fósiles representaban un 60% del total de la matriz mientras que la energía hídrica, eólica, solar y geotermia representaban menos del 15% (Ministerio de Energía, 2024b). En este sentido, un aumento de proyectos de investigación y desarrollo permitirán diversificar la matriz y evitar la dependencia en un reducido grupo de fuentes, reduciendo riesgos a nivel nacional.

9.7.2 FORTALECIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE TRANSMISIÓN Y ALMACENAMIENTO

El sistema de transmisión eléctrico enfrenta limitaciones estructurales, como la congestión y los elevados niveles de vertimiento o curtailment de energías renovables. Para superarlos, se recomienda robustecer el Sistema de Transmisión Nacional con mayor infraestructura de transmisión suficiente para canalizar la generación de las centrales de ERNC, con mecanismos regulatorios más ágiles, e incorporación de nuevas tecnologías de estabilización e inversión en almacenamiento energético que permita gestionar excedentes de ERNC de manera eficiente.

9.7.3 GESTIÓN SOSTENIBLE DE NUEVAS TECNOLOGÍAS Y RESIDUOS

El desarrollo acelerado de las energías renovables lleva consigo un desafío a la hora de gestionar de manera adecuada los residuos que generan sus componentes. En el caso de la energía solar, urge la creación de una normativa adecuada para los residuos fotovoltaicos, fijando metas claras de reciclaje y valorización de paneles en desuso, así como fortalecer la investigación y regulación del fenómeno del soiling, que afecta directamente el funcionamiento de los paneles. En cuanto a la energía eólica, se recomienda avanzar en planes de reciclaje y reutilización de aerogeneradores sus diferentes componentes, considerando su volumen y dificultad de gestión al término de su vida útil.

9.7.4 Hidrógeno verde como eje estratégico de desarrollo

El hidrógeno verde representa una oportunidad única para Chile tanto en materia de descarbonización como en el posicionamiento internacional del país como exportador de energías limpias. Se recomienda diseñar políticas que integren de manera equilibrada el impulso a la exportación con el desarrollo de un mercado interno, garantizando beneficios locales y creación de empleo a largo plazo en las regiones en que se instalen los diversos megaproyectos. Asimismo, resulta clave fortalecer los estándares ambientales, procesos de participación ciudadana vinculantes, y tomar en consideración los posibles efectos negativos de esta industria.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de Sostenibilidad Energética. (s. f.). Para Pymes y privados: La guía de concursos que financian proyectos de energía solar en Chile. Recuperado 20 de agosto de 2025, de https://www.agenciase.org/2019/12/20/para-pymes-y-privados-la-guia-de-concursos-que-financian-proyectos-de-energia-solar-en-chile/#:~:text=Fortalece%20Pyme%20del%20Comit%C3%A9%20Solar,personas%20jur%C3%ADdicas%20constituidas%20en%20Chile

- Agencia de Sostenibilidad Energética. (2025). Programa Parque Solar Comunitario. https://www.agenciase.org/parque-solar-comunitario/

- Andrés Blanco, T. (2024). Parques eólicos: ¿Qué son y cuál es su funcionamiento? https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-un-parque-eolico-asi-funciona-para-generar-energia-electrica/

- Asociación Chilena de Hidrógeno. (2025). Socios H2 Chile| Con una inversión de $US16 mil millones, TotalEnergies H2 ingresa proyecto de hidrógeno y amoniaco verde a evaluación ambiental. https://h2chile.cl/2025/05/socios-h2-chile-con-una-inversion-de-us16-mil-millones-totalenergies-h2-ingresa-proyecto-de-hidrogeno-y-amoniaco-verde-a-evaluacion-ambiental/

- BBVA. (2024). ¿Qué es la energía undimotriz? Descubre sus características. https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-energia-undimotriz-descubre-sus-caracteristicas/

- Bloomberg NEF. (2024). Power sector results. Climatescope’s ranking of the most attractive emerging markets for renewable energy investment. https://www.global-climatescope.org/results

- Canteros, J. (2022). ¿Sabías que el hidrógeno puede tener distintos colores? Corporación de Radio y Televisión Española. https://www.rtve.es/television/20220712/sabias-hidrogeno-puede-tener-distintos-colores-energia-renovables/2388123.shtml

- Chile Atiende. (2024). Fondo de Acceso a la Energía (FAE). https://www.chileatiende.gob.cl/fichas/36666-fondo-de-acceso-a-la-energia-fae
- Colbun. (2024). Parque San Juan. https://www.colbun.cl/nuestras-energias/centrales-de-energia-renovable/centrales-eolicas/san-juan

- Comisión Nacional de Energía. (2023). Anuario Estadístico de Energía. https://www.cne.cl/nuestros-servicios/reportes/informacion-y-estadisticas/

- Consejo de Políticas de Infraestructura. (2024). Auge del hidrógeno verde: Suma 67 proyectos y crecen iniciativas en evaluación ambiental. https://www.infraestructurapublica.cl/auge-del-hidrogeno-verde-suma-67-proyectos-y-crecen-iniciativas-en-evaluacion-ambiental/

- Coordinador Eléctrico Nacional. (2025a). Reporte anual de desempeño del Sistema Eléctrico Nacional (Art 72°-15, ley 20.936). https://www.coordinador.cl/wp-content/uploads/2025/04/CEN-Reporte-Art-72-15-ano-2024.pdf

- Coordinador Eléctrico Nacional. (2025b). Reporte Energético Mensual, julio 2025. https://www.coordinador.cl/wp-content/uploads/2025/07/CEN_Reporte_Energetico_SEN_Jul25.pdf

- (Delegación Presidencial Regional de Coquimbo. (2024). Región de Coquimbo cuenta con un nuevo parque eólico. https://dprcoquimbo.dpr.gob.cl/2024/05/30/region-de-coquimbo-cuenta-con-un-nuevo-parque-eolico/

- Diario UCHILE. (2025). Magallanes frente al mayor megaproyecto de hidrógeno verde de América: Autoridades piden aclaraciones clave. https://radio.uchile.cl/2025/08/23/magallanes-frente-al-mayor-megaproyecto-de-hidrogeno-verde-de-america-autoridade-spiden-aclaraciones-clave/#:~:text=Con%20una%20inversi%C3%B3n%20estimada%20en,y%20energ%C3%ADa%20e%C3%B3lica%2C%20y%20una

- División de Energías Sostenibles. (2021). Identificación de Potenciales Renovables: Caso Eólico Hidrógeno Verde en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena. https://exploradores.minenergia.cl/portal-ernc/websites/Magallanes_White_Paper_Edicion_Feb20.pdf

- EMR. (2025). Mercado de Energía Eólica en Chile – Por Ubicación (Offshore, Onshore); Por Aplicación (Utility, Non- Utility); Dinámica del Mercado (2025-2034) y Panorama Competitivo. https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-de-energia-eolica-en-chile#:~:text=%C2%BFCu%C3%A1l%20fue%20el%20tama%C3%B1o%20del,4%2C58%20gigavatios%20en%202024

- Endesa. (2022). Energía mareomotriz: Cómo generar electricidad con el movimiento de las mareas. https://www.endesa.com/es/la-cara-e/energias-renovables/energia-mareomotriz-que-es-y-como-genera-electricidad#:~:text=Energ%C3%ADa%20mareomotriz:%20%C2%BFQu%C3%A9%20es

- Enel Green Power. (s. f.-a). Central geotérmica Cerro Pabellón, Chile. Recuperado 12 de septiembre de 2025, de https://www.enelgreenpower.com/es/proyectos/operativos/central-geotermica-cerro-pabellon

- Enel Green Power. (s. f.-b). La energía geotérmica. Recuperado 12 de septiembre de 2025, de https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/energias-renovables/energia-geotermica

- Energía Abierta. (2025). Capacidad total instalada. Comisión Nacional de Energía. http://energiaabierta.cl/visualizaciones/capacidad-instalada/

- Energía Estratégica. (2025). Subsecretario de Energía de Chile visitó Parque Eólico Los Cururos de AES Chile. https://www.energiaestrategica.com/subsecretario-de-energia-de-chile-visito-parque-eolico-los-cururos-de-aes-chile/#

- Fundación Chile. (s. f.). Una oportunidad estratégica para Chile: Hidrógeno Verde. Recuperado 9 de septiembre de 2025, de https://fch.cl/iniciativa/hidrogeno-verde/?gad_source=1&gad_campaignid=22532913005&gbraid=0AAAADgiPj-FnEq6tIlFXkVIvMCCL8Dc8&gclid=Cj0KCQjw18bEBhCBARIsAKuAFEax4TlyAazmH-sr8zfABurMvCLb5O90xmmrZKQXIdeaYwzcQg1PGT4aAq1oEALw_wcB

- García, N. (2025). Segmento de transmisión de electricidad Regulación vigente y desafíos regulatorios. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN). https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivoid=repositorio/10221/37302/1/BCN___Revision_del_estado_actual_del_Segmento_de_transmision_electrica.pdf

- Generadoras. (s. f.). Energía Eólica, toda la fuerza del viento. Recuperado 28 de agosto de 2025, de https://generadoras.cl/eolica/

- Generadoras. (2018). Energía geotérmica Aprovechando el Calor de la Tierra.

- Global Energy. (2023). Los colores del hidrógeno. https://globalenergy.mx/noticias-especiales/los-colores-del-hidrogeno/#:~:text=Hidr%C3%B3geno%20marr%C3%B3n%20o%20negro,hidr%C3%B3geno%2C%20de%20acuerdo%20con%20IRENA

- Gobierno de Chile. (2020). Estrategia Nacional Hidrógeno Verde: Chile, fuente energética para un planeta cero emisiones. https://energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia_nacional_de_hidrogeno_verde_-_chile.pdf

- Gobierno de Chile. (2021). El Centro Tecnológico MERIC instala en Chile el primer convertidor de energía marina a escala real. https://energia.gob.cl/noticias/nacional/el-centro-tecnologico-meric-instala-en-chile-el-primer-convertidor-de-energia-marina-escala-real

- Gobierno de Chile. (2024a). ¿Energía geotérmica en Santiago? Así funcionan las bombas de calor geotérmicas y la ley que las impulsará. https://www.gob.cl/noticias/ley-energia-geotermica-santiago-bombas-calor-geotermicas/

- Gobierno de Chile. (2024b). Plan de Acción Hidrógeno Verde 2023-2030. https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/plan_de_accion_hidrogeno_verde_2023-2030_3.pdf

- Gobierno de Chile. (2024c). ¿Qué es el Hidrógeno Verde y cómo se produce? https://www.gob.cl/noticias/hidrogeno-verde-que-es-cambio-climatico-energia-renovable-desarrollo/

- Gobierno de Chile. (2025). Inauguran el parque eólico más grande de Chile: Conoce sus impresionantes dimensiones y ubicación. https://www.gob.cl/noticias/inauguran-parque-eolico-mas-grande-chile-horizonte-taltal/

- Grisanti, M. (2025). Detección de suciedad en los paneles fotovoltaicos tendrá un papel fundamental en la producción de energía solar. Universidad de los Andes. https://www.uandes.cl/noticias/deteccion-de-suciedad-en-los-paneles-fotovoltaicos-tendra-un-papel-fundamental-en-la-produccion-de-energia-solar/

- H2News. (2025). Chile lidera en energías renovables con una inversión de USD 5.695 millones y un aumento del 231% en 2024. https://h2news.cl/2025/01/09/chile-lidera-en-energias-renovables-con-una-inversion-de-usd-5-695-millones-y-un-aumento-del-231-en-2024/#:~:text=231%25%20en%202024-,Chile%20lidera%20en%20energ%C3%ADas%20renovables%20con%20una%20inversi%C3%B3n%20de%20USD,aumento%20del%20231%25%20en%202024&text=En%20un%20a%C3%B1o%20clave%20para,estructurales%20que%20demandan%20atenci%C3%B3n%20urgente

- Icaza-Alvarez, D., Jurado, F., & Tostado-Véliz, M. (2024). Smart energy planning for the decarbonization of Latin America and the Caribbean in 2050. 11, 6160-6185.
- International Energy Agency. (2023a). Electricity Grids and Secure Energy Transitions. https://iea.blob.core.windows.net/assets/ea2ff609-8180-4312-8de9-494bcf21696d/ElectricityGridsandSecureEnergyTransitions.pdf

- International Energy Agency. (2023b). Global Hydrogen Review 2023. https://iea.blob.core.windows.net/assets/ecdfc3bb-d212-4a4c-9ff7-6ce5b1e19cef/GlobalHydrogenReview2023.pdf

- International Energy Agency. (2024). Renewables 2024: Analysis and forecast to 2030. https://iea.blob.core.windows.net/assets/17033b62-07a5-4144-8dd0-651cdb6caa24/Renewables2024.pdf

- Koons, E. (2024). Types of Hydrogen: Grey, Blue and Green. https://energytracker.asia/types-of-hydrogen/

- Leveque, J. (2025). Transmisión y distribución: Las claves para entender el Sistema Eléctrico. Revista Nueva Minería y Energía. https://www.nuevamineria.com/revista/transmision-y-distribucion-las-claves-para-entender-el-sistema-electrico/

- Maillet, A., Cariaga, V., Sapiains, R., Blanco, G., Alonso, C., & Wiegel, H. (2025). Análisis CR2 | La promoción del hidrógeno “verde” frente a la gobernanza climática: Entre las promesas y la incertidumbre. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia CR2. https://www.cr2.cl/analisis-cr2-la-promocion-del-hidrogeno-verde-frente-a-la-gobernanza-climatica-entre-las-promesas-y-la-incertidumbre/

- Márquez, M. (2022). Tiempos convulsos para nuestra Energía. https://www.ciperchile.cl/2022/03/21/tiempos-convulsos-para-nuestra-energia/

- Ministerio de Energía. (s. f.-a). ¿Qué es el hidrógeno verde? Recuperado 9 de septiembre de 2025, de https://energia.gob.cl/h2/Qu%C3%A9-es-el-hidr%C3%B3geno-verde

- Ministerio de Energía. (s. f.-b). ¿Qué es la Geotermia? https://energia.gob.cl/educacion/que-es-la-geotermia

- Ministerio de Energía. (s. f.-c). ¿Qué es una Matriz Energética? Recuperado 11 de agosto de 2025, de https://www.aprendeconenergia.cl/matriz-energetica/que-es-una-matriz-energetica

- Ministerio de Energía. (s. f.-d). ¿Qué son las Energías Renovables? Recuperado 11 de agosto de 2025, de https://energia.gob.cl/educacion/que-son-las-energias-renovables

- Ministerio de Energía. (2015). Energía 2050: Política Energética de Chile. https://energia.gob.cl/sites/default/files/energia_2050_-_politica_energetica_de_chile.pdf

- Ministerio de Energía. (2017). Los 10 Parques Eólicos más grandes de Chile. https://energia.gob.cl/noticias/nacional/los-10-parques-eolicos-mas-grandes-de-chile

- Ministerio de Energía. (2018). Estudio concluye que Chile tiene un potencial geotérmico de hasta 3.800 MW e inversiones por US$25 mil millones. https://energia.gob.cl/noticias/nacional/estudio-concluye-que-chile-tiene-un-potencial-geotermico-de-hasta-3800-mw-e-inversiones-por-us25-mil-millones#:~:text=Estudio%20concluye%20que%20Chile%20tiene,mil%20millones%20%7C%20Ministerio%20de%20Energ%C3%ADa

- Ministerio de Energía. (2020a). Generación distribuida para el autoconsumo (Netbilling). https://generaciondistribuida.minenergia.cl/

- Ministerio de Energía. (2020b). Ranking Climatescope de Bloomberg posiciona a Chile como el mejor país para invertir en energías renovables. https://energia.gob.cl/noticias/nacional/ranking-climatescope-de-bloomberg-posiciona-chile-como-el-mejor-pais-para-invertir-en-energias-renovables

- Ministerio de Energía. (2022a). Agenda de Energía 2022-2026. https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/agenda_energia_2022_-_2026.pdf

- Ministerio de Energía. (2022b). Ministerio de Energía modifica Decreto 88/2019. https://energia.gob.cl/noticias/nacional/ministerio-de-energia-modifica-decreto-882019

- Ministerio de Energía. (2023). Generación con energías renovables logró el 99% en la Región de Coquimbo. https://energia.gob.cl/noticias/coquimbo/generacion-con-energias-renovables-logro-el-99-en-la-region-de-coquimbo

- Ministerio de Energía. (2024a). Chile avanza hacia la sostenibilidad con la Ley de Concesiones de Energía Geotérmica. https://energia.gob.cl/noticias/nacional/chile-avanza-hacia-la-sostenibilidad-con-la-ley-de-concesiones-de-energia-geotermica

- Ministerio de Energía. (2024b). Plan de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático de Energía. https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/20241213_proyecto_definitivo_plan_sectorial_energia_13_dic.pdf

- Ministerio de Energía. (2024c). Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático Energía. https://energia.gob.cl/cambioclimatico#:~:text=Mitigaci%C3%B3n%20y%20Energ%C3%ADa,)%2C%20mayormente%20di%C3%A9sel%20y%20gasolina

- Ministerio de Energía. (2024d). Planificación Energética de Largo Plazo (PELP) Periodo 2023-2027. Ministerio de Energía. https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/pelp2023-2027_informe_final.pdf

- Ministerio de Energía. (2024e). Subsecretario Ramos encabeza inauguración de la planta solar más grande de Chile. https://energia.gob.cl/noticias/nacional/subsecretario-ramos-encabeza-inauguracion-de-la-planta-solar-mas-grande-de-chile

- Ministerio de Energía. (2025a). Parque Solar Comunitario: Ministerio de Energía diseñará proyectos fotovoltaicos en 59 comunas de todo Chile. https://energia.gob.cl/noticias/nacional/parque-solar-comunitario-ministerio-de-energia-disenara-proyectos-fotovoltaicos-en-59-comunas-de-todo-chile

- Ministerio de Energía. (2025b). Reporte de proyectos en Construcción e Inversión en el Sector Energía mes de junio de 2025. https://energia.gob.cl/panel/reporte-de-proyectos#:~:text=El%20%E2%80%9CReporte%20de%20proyectos%20en,primera%20quincena%20de%20cada%20mes

- Ministerio de Energía. (2025c). Reporte de proyectos en Construcción e Inversión en el Sector Energía mes julio de 2025. https://energia.gob.cl/panel/reporte-de-proyectos#:~:text=El%20

- Ministerio de Hacienda. (2025). Gobierno ingresa proyecto que incorpora incentivos tributarios para impulsar el Hidrógeno Verde. https://www.hacienda.cl/noticias-y-eventos/noticias/gobierno-ingresa-proyecto-que-incorpora-incentivos-tributarios-para-impulsar-el

- Ministerio del Medio Ambiente. (2022). La contaminación del aire y su relación con el cambio climático. https://mma.gob.cl/la-contaminacion-del-aire-y-su-relacion-con-el-cambio-climatico/

- Montoya, B. (2024). Vertimiento de energía: El nudo que Chile necesita desatar. Climate Tracker. https://climatetrackerlatam.org/historias/vertimiento-de-energia-el-nudo-que-chile-necesita-desatar/#:~:text=Un%20bolet%C3%ADn%20de%20Generadoras%20de,llamado%20%E2%80%9Crecorte%E2%80%9D%20de%20energ%C3%ADa

- Muñoz, J. (2025). Geotermia en Chile: Energía que espera su oportunidad. https://www.nuevamineria.com/revista/geotermia-en-chile-energia-que-espera-su-oportunidad/

- Naciones Unidas. (s. f.). Causas y efectos del cambio climático. https://www.un.org/es/climatechange/science/causes-effects-climate-change#:~:text=Los%20combustibles%20f%C3%B3siles%20(carb%C3%B3n%2C%20petr%C3%B3leo,emisiones%20de%20di%C3%B3xido%20de%20carbono

- National Grid. (2024). Onshore vs offshore wind energy: What's the difference? https://www.nationalgrid.com/stories/energy-explained/onshore-vs-offshore-wind-energy

- New Energy, & Hinicio. (2025). H2LAC Índice de Hidrógeno para América Latina y el Caribe. https://h2lacindex.com/es/

- Ovacen. (2025). Energía mareomotriz: Qué es, tipos y cómo funciona. Periódico de Noticias de eficiencia energética y arquitectura. https://ovacen.com/energias-renovables/mareomotriz/

- Plan de Acción Hidrógeno Verde. (s. f.). El Hidrógeno Verde y sus Derivados. Recuperado 8 de septiembre de 2025, de https://www.planhidrogenoverde.cl/wp-content/uploads/2024/06/Info-Corta-1-Derivados_FINAL.pdf

- Repsol. (s. f.-a). Generando electricidad a través de las olas. https://www.repsol.com/es/energia-avanzar/energia/energia-undimotriz/index.cshtml#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20energ%C3%ADa%20undimotriz,las%20mareas%20altas%20y%20bajas

- Repsol. (s. f.-b). La energía del viento. Recuperado 28 de agosto de 2025, de https://www.repsol.com/es/energia-avanzar/energia/energia-eolica/index.cshtml#:~:text=Existen%20dos%20tipos%20de%20energ%C3%ADa%20e%C3%B3lica%20en%20funci%C3%B3n,energ%C3%ADa%20e%C3%B3lica%20offshore.%20Energ%C3%ADa%20e%C3%B3lica%20terrestre%20u%20onshore

- Repsol. (2025). Repsol empieza a producir electricidad en su mayor parque eólico, situado en Chile. https://www.repsol.com/es/sala-prensa/notas-prensa/2025/repsol-empieza-producir-electricidad-mayor-parque-eolico/index.cshtml

- Revista Electricidad. (2025). Reporte mensual CNE destaca aprobación ambiental de seis proyectos ERNC. https://www.revistaei.cl/reporte-mensual-cne-destaca-aprobacion-ambiental-de-seis-proyectos-ernc/#:~:text=Actualmente%2C%20la%20capacidad%20instalada%20neta,proyectada%20de%20US$339%20millones

- Revista nueva minería y energía. (2025). Chile se suma a la Alianza Global de Energía Eólica Marina. https://www.nuevamineria.com/revista/chile-se-suma-a-la-alianza-global-de-energia-eolica-marina/

- Reyes, P. (2025). ¿Qué es el soiling?: El poco conocido efecto que amenaza la eficiencia energética de los paneles solares. https://www.latercera.com/sustentabilidad/noticia/que-es-el-soiling-los-poco-conocidos-efectos-que-amenazan-la-eficiencia-energetica-de-los-paneles-solares/

- Ruiz, J. (2024). Transición energética: Los desafíos de la transmisión y distribución. Revista Nueva Minería y Energía. https://www.nuevamineria.com/revista/transicion-energetica-los-desafios-de-la-transmision-y-distribucion/

- Schott, E. (2025). La tercera vida de los paneles solares. Facultad de Química y de Farmacia, Pontificia Universidad Católica de Chile. https://quimica.uc.cl/noticias/la-tercera-vida-de-los-paneles-solares/

- Seguel, R., Opazo, C., & Castillo, L. (2024). Impactos del hidrógeno en el sistema climático. https://www.cr2.cl/wp-content/uploads/2024/08/Policy-brief-20-Impactos-del-hidrogeno-en-el-sistema-climatico.pdf

- SERC Chile. (2025). El soiling, un fenómeno poco conocido que podría reducir hasta en un 20% la eficiencia de los paneles solares en el norte de Chile. https://www.sercchile.cl/noticias/el-soiling-un-fenomeno-poco-conocido-que-podria-reducir-hasta-en-un-20-la-eficiencia-de-los-paneles-solares-en-el-norte-de-chile/

- Servicio de Evaluación Ambiental. (2020). Guía para la Descripción de Centrales Eólicas de Generación de Energía Eléctrica en el SEIA. https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2020/03/13/guia_dp_centrales_eolicas_version_2.pdf

- Silva, C. (2024). Energía eólica offshore: El futuro de las fuentes renovables viene desde el mar. CENTRA Center for Energy Transition de la Universidad Adolfo Ibáñez. https://centra.uai.cl/energia-eolica-offshore-el-futuro-de-las-fuentes-renovables-viene-desde-el-mar/

- Solar, A. (2025). En búsqueda de mitigar efectos de los vertimientos de energía limpia: ¿Es posible transar el curtailment? https://www.portalminero.com/wp/en-busqueda-de-mitigar-efectos-de-los-vertimientos-de-energia-limpia-es-posible-transar-el-curtailment/
- SolarPower Europe. (2025). Global Market Outlook for Solar Power 2025-2029. https://www.solarpowereurope.org/insights/outlooks/global-market-outlook-for-solar-power-2025-2029/detail

- Solcor. (s. f.). PMGD en Chile. Recuperado 20 de agosto de 2025, de https://solcorchile.com/pmgd/#:~:text=%C2%BFCu%C3%A1l%20es%20el%20marco%20regulatorio,de%20Energ%C3%ADa%2C%20Juan%20Carlos%20Jobet

- Tampier, G., Cifuentes, C., Aziares, N., Cárdenas, R., & Álvarez, K. (2024). Tecnologías de Energía Eólica offshore para Chile: Perspectivas y desafíos. Centro MERIC y Universidad Austral de Chile. https://meric-offshore.cl/Assets/Reportes/Tecnologias-energiamarina-eolicaoffshore-paraChile.pdf

- Unidad de Sectores Productivos. (2024). Reporte público 2024 avances en los sistemas de gestión de energía. Ministerio de Energía. https://energia.gob.cl/sites/default/files/reporte_publico_2024_avances_sge_final.pdf

- Universidad de Chile. (2024). Desde Putre a Aysén: Las 6 regiones beneficiarias de proyectos geotérmicos desarrollados por la U. de Chile. https://uchile.cl/noticias/213442/de-putre-a-aysen-los-proyectos-geotermicos-u-de-chile-en-6-regiones

- Universidad de Concepción. (2022). Energía Mareomotriz en Chile: ¿es posible implementarla? https://fi.udec.cl/energia-mareomotriz-en-chile-es-posible-implementarla/

- Venegas, C. (2023). Energía Undimotriz: La lucha por conquistar el mar. https://www.nuevamineria.com/revista/energia-undimotriz-la-lucha-por-conquistar-el-mar/

InformePaís2025

ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE

Y DEL PATRIMONIO NATURAL



desastres socionaturales y reducción del riesgo en Chile

SEGUNDA PARTE CAPÍTULO X

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025



SEGUNDA PARTE

CAPÍTULO X.
DESASTRES SOCIONATURALES Y REDUCCIÓN DEL RIESGO EN CHILE

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

Autores:
Leandro Espíndola-Vergara, Mg. (1)
Beatriz Pogorelow Morales (2)

Asistentes de Investigación:
Guillermo Vásquez Pedreros (3)

Edición:
Guillermo Vásquez Pedreros (4)

(1) Investigador Asociado del Centro de Análisis de Políticas Públicas y Profesor Colaborador Escuela de Postgrado. Profesional de Apoyo a la Coordinación Académica del Magíster en Gestión y Desarrollo Regional y Local. Facultad de Gobierno de la Universidad de Chile.
(2) Ingeniera en Recursos Naturales Renovables de la Universidad de Chile
(3) Estudiante de Administración Pública, Semillerista Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.
(4) Estudiante de Administración Pública, Semillerista Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.

1. INTRODUCCIÓN



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

En el período 2023-2025, la gestión de desastres en Chile ha estado marcada por la convergencia de factores socioambientales, climáticos y territoriales que han evidenciado la vulnerabilidad estructural del país frente a fenómenos de origen socionatural. Si bien el cambio climático sigue siendo un telón de fondo determinante, el foco actual se ha desplazado hacia la **reducción del riesgo de desastres (RRD)** como prioridad nacional e internacional, reforzando la necesidad de avanzar desde la mera respuesta hacia la prevención, la preparación y la resiliencia territorial.

A nivel internacional, el **Marco de Sendai (2015-2030)** continúa siendo la principal guía estratégica, con un énfasis renovado en la integración de los riesgos múltiples en las políticas de desarrollo sostenible. La experiencia reciente de países de la región -como Brasil con las lluvias extremas de 2023 en São Paulo o Perú con los impactos de *El Niño Costero* en 2024- ha dejado en evidencia la urgencia de contar con **sistemas nacionales de alerta temprana multiamenaza**, articulados con comunidades locales y con mecanismos de gobernanza multinivel. Chile, en este contexto, se ha posicionado como referente en el Cono Sur por la instalación del **Sistema Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SINAPRED) y el Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED) que reemplaza a la Oficina Nacional de Emergencia (ex-ONEMI)**, aunque aún enfrenta brechas en la implementación desde la coordinación territorial y en la inclusión de actores sociales y privados.

En el plano nacional, el trienio 2023-2025 ha estado marcado por **tres eventos críticos** que ilustran los desafíos actuales:

- **Incendios forestales del verano 2023 en la zona centro-sur**, que dejaron más de 450.000 hectáreas afectadas (Naciones Unidas Chile, 2023) y evidenciaron la fragilidad de la interfaz urbano-rural, así como la limitada capacidad preventiva frente a escenarios de calor extremo y sequía prolongada.

- **Sistema frontal de junio de 2024**, que generó inundaciones en la Región de O'Higgins, Metropolitana y el Maule, materializandose 14 activaciones del Sistema de Alerta de Emergencia para celulares (SEA) y 70 mil clientes sin suministro eléctrico entre otras otras situaciones de gravedad (SENAPRED, 2024), mostrando la necesidad de fortalecer la gestión de cuencas y la infraestructura crítica para la adaptación hídrica.

- **Aluviones en la zona norte en 2025**, asociados a precipitaciones estivales inusuales en las regiones de Atacama y Antofagasta, con acumulaciones diarias de 9.3 mm y 9.8 mm (Roldán, 2025), que reiteraron la exposición de asentamientos humanos y faenas mineras emplazadas en quebradas activas.
-

Estos eventos confirman una tendencia estructural: la recurrencia y severidad de los desastres socionaturales en Chile se ven amplificadas tanto por las condiciones climáticas como por los **patrones de ocupación territorial**, la presión sobre los ecosistemas y las desigualdades sociales que determinan la capacidad de respuesta de las comunidades.

10.2. CONTEXTO INTERNACIONAL DE LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

10.2.1. LAS ACCIONES Y TRAYECTORIAS EN CAMBIO CLIMÁTICO Y DESASTRES: EVOLUCIÓN Y DESAFÍOS POST-2023

10.2.1.1. SOBRE EL ROL DEL PANEL INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (IPCC)

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM) en el esfuerzo de cooperación internacional para combatir y minimizar el avance del cambio climático, crea en 1988 el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), cuyo objetivo es "*facilitar evaluaciones integrales del estado de los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático, sus causas, posibles repercusiones y estrategias de respuesta*" (IPCC, s.f).

Su esfuerzo como órgano científico es examinar y evaluar bibliografía científica, técnica y socioeconómica (artículos, trabajos, informes, estudios entre otros) más actualizadas de todas las regiones del mundo para lograr una mayor comprensión sobre el cambio climático y sus efectos colaterales.

El sexto ciclo de evaluación del IPCC (2015-2023) finalizó, cuyo producto fue el Sexto Informe de Evaluación (IE6), "*(...) con contribuciones de sus tres Grupos de Trabajo y un Informe de Síntesis, tres Informes Especiales y un perfeccionamiento de su último Informe Metodológico.*" (IPCC. (s.f.)).

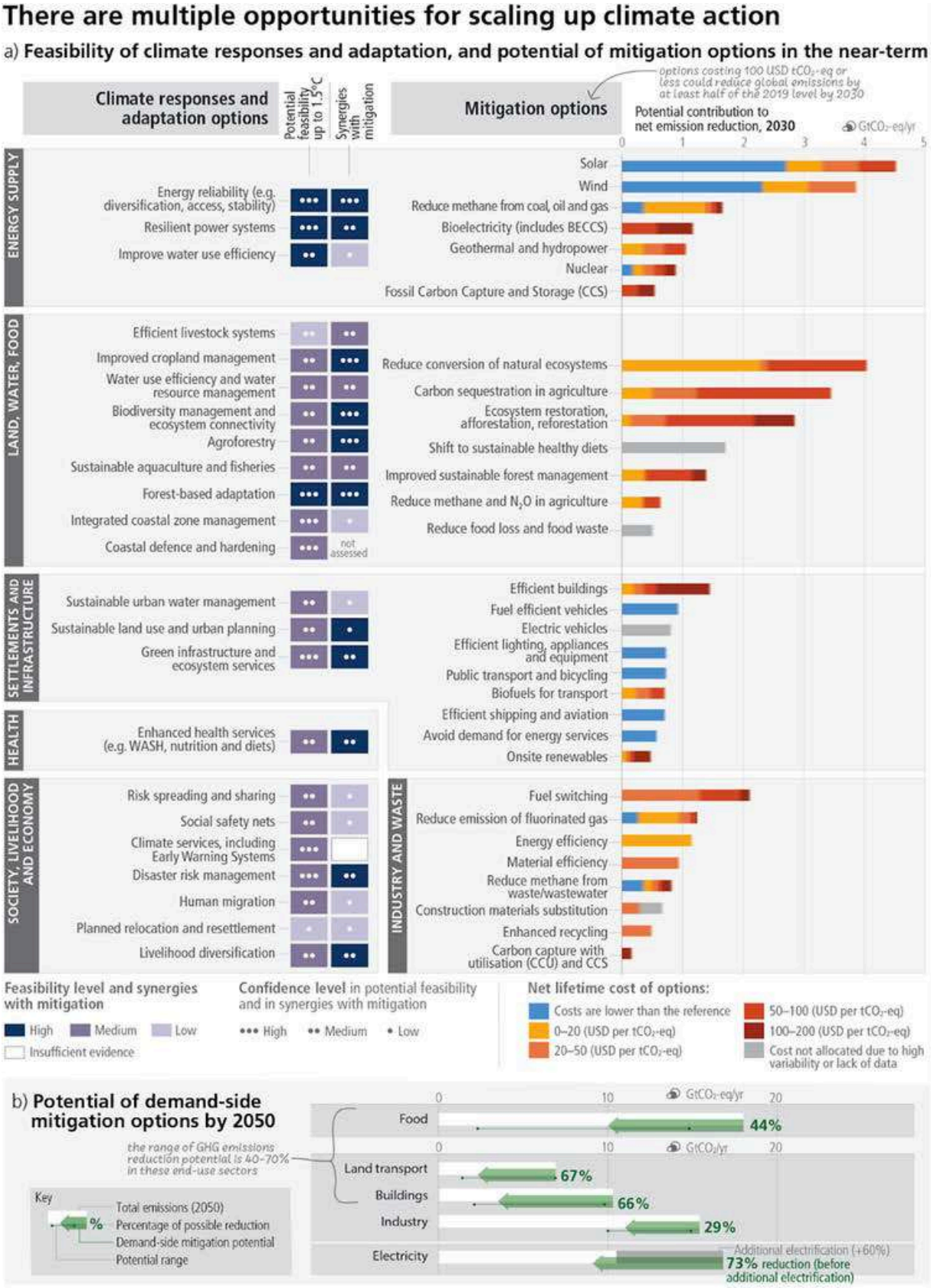
Cuadro 10.1. Sobre Productos AR6 o Sexto Ciclo de Evaluación IPCC

Producto	Grupo de Trabajo (WG)	Publicación
Cambio climático 2021: La base científica física	Grupo de Trabajo I al Sexto Informe de Evaluación	9 de agosto de 2021
Cambio climático 2022: Impactos, adaptación y	Grupo de Trabajo II al Sexto Informe de Evaluación	28 de febrero de 2022
Cambio climático 2022: Mitigación del cambio climático	Grupo de Trabajo III al Sexto Informe de Evaluación	4 de abril de 2022
Informe de síntesis, Cambio climático 2023: Informe de	IPCC	20 de marzo de 2023 para informar Balance Mundial de

Fuente: Elaboración propia en base a IPCC.

En definitiva para este ciclo, lo más importante se aborda en el *Informe de síntesis: Cambio Climático 2023,* en el que se hace un llamado explícito al desarrollo resiliente al clima, pero que las ventanas de oportunidad se cierran de forma muy rápida (IPCC. 2023, pp. 25) por aquellos resultados negativos que caracterizan las diferentes trayectorias, debido a las altas emisiones de GEI, sistemas arraigados, límites y mala adaptación, riesgo climático creciente, opciones reducidas para el desarrollo y degradación de los diferentes ecosistemas (ídem).

Figura 10.1. Existencia de Múltiples oportunidades para ampliar la acción



Fuente: (IPCC, 2023) AR6- SYR- SPM- Figure 7

No obstante, también hay ciertas medidas u acciones que se deben tener presentes para ampliar de forma progresiva la acción climática, con beneficios a corto plazo (ibid., 25-26), opciones de mitigación y adaptación en sistemas, tales como: la energía, la industria y el transporte, las ciudades, los asentamientos humanos e infraestructura, el suelo, el océano, la alimentación y el agua, la salud y la nutrición, la sociedad, medios de vida y economías (ibid., 28-30). Lo anterior, puede provocar sinergías y compensaciones al desarrollo sostenible, la equidad e inclusión, la efectiva gobernanza en múltiples niveles y la adecuación de políticas públicas que permitan mitigar y adaptarse a los cambios y riesgos asociados al cambio climático y, finalmente, dotar de mayor financiamiento, el uso y avance tecnológico y la cooperación internacional (ibid., 30-34).

Por su parte, en julio de 2023, se realizó la elección y conformación de la Oficina del IPCC, para el Séptimo Ciclo de Evaluación. Dicha oficina, tiene como propósito "*brindar orientación al Grupo sobre los aspectos científicos y técnicos de su trabajo, asesorar sobre cuestiones estratégicas y de gestión conexas, y tomar decisiones sobre temas específicos dentro de su mandato, de conformidad con los Principios que rigen la labor del IPCC.*" (IPCC. (s.f.)).

Los miembros de la Oficina, tienen una representación geográfica equilibrada, dando cuenta de los requisitos científicos y técnicos esperados. Según el "Apéndice C de los Principios por los que se rige la labor del IPCC", se establecen la siguiente composición por Regiones:

Cuadro Nº 10.2. Miembros del IPCC Agrupados por Regiones de la Organización Mundial de Meteorología (OMM)

Región	Nº Miembros	Nº Miembros por Mesa del IPCC y Grupo de Trabajo (I, II y III)
I - África	54	7 puestos
II - Asia	32	6 puestos
III - Sudamérica	12	4 puestos
IV - América del norte, América Central y el Caribe	23	4 puestos
V - Suroeste del Pacífico	22	4 puestos
VI - Europa	52	8 puestos

Fuente: Elaboración propia en base al Apéndice C del (IPCC, 2023). Véase La Oficina del IPCC: https://www.ipcc.ch/bureau/

En la declaración de este reglamento de votación y elección, se define que los miembros elegidos tanto para la Mesa del IPCC y de la Mesa de cualquier Grupo especial, solo puede pertenecer a una región. Aquellos Miembros de una Región establecida, serán aquellos que tengan la sede de gobierno (capital) en la Región (IPCC, 2023. pp. 8). Con esta segmentación, se distribuyen los puestos para la Mesa del IPCC según región, fomentando a su vez, el equilibrio de género (ver cuadro Nº 2).

Todo lo anterior, busca conseguir la elaboración exhaustiva del proceso de evaluación que involucra a la comunidad científica y a los gobiernos, acordados en la sesión plenaria 62º, para la elaboración del Séptimo Informe de Evaluación (IE7).

10.2.1.2. SEXAGÉSIMO SEGUNDO PERÍODO DE SESIONES DEL IPCC (IPCC-62)

En febrero del 2025, en Hangzhou, República Popular de China, se acordó en la sesión plenaria del sexagésimo segundo (IPCC-62), las decisiones adoptadas por el panel (Decisión IPCC - LXII-8) para la realización del Séptimo Ciclo de Evaluación (AR7). Para ello, las contribuciones del Grupo de Trabajo comprenderán lo siguiente (IPCC. 2025):

1. Informe del Grupo de Trabajo I sobre las Bases de las Ciencias Físicas;
2. Informe del Grupo de Trabajo II sobre Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad, incluidas las Directrices Técnicas del IPCC de 202X para la Evaluación de los Impactos del Cambio Climático y la Adaptación, Incluidos Indicadores, Métricas y Metodologías: Actualización de las Directrices Técnicas del IPCC de 1994 para la Evaluación de los Impactos del Cambio Climático y la Adaptación; e
3. Informe del Grupo de Trabajo III sobre la mitigación del cambio climático.

El AR7 comenzó en enero de 2024 y se tiene previsto que se extienda hasta el año 2029. El objetivo de este organismo científico de la Naciones Unidas, es relevar mediante la evidencia científica los riesgos asociados al cambio climático en los diferentes sistemas. Es por ello, que las evaluaciones del IPCC son muy influyentes, como en la creación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), impulsaron el acuerdo de París para limitar el aumento de la temperatura en 1,5 ºC y respaldaron el Pacto Climático de Glasgow. Por su parte, sus informes especiales del 2018 sobre el Calentamiento Global (IE5), sobre el Cambio climático y la tierra del 2019, y el informe sobre los océanos y la criosfera en un clima cambiante del 2019, fueron vitales, por ejemplo, para el objetivo cero emisiones netas del Reino Unido para 2050 (Department for Energy Security y Net Zero. 2023) y la adopción de objetivos de cero emisiones netas en más de 145 países de todo el mundo (Department for Energy Security y Net Zero. 2025) y, en el caso chileno, en las primeras tramitaciones constitucionales para la actual Ley Marco de Cambio Climático (Biblioteca del Congreso Nacional. 2020).

Es por ello, que la comunidad científica y tomadores de decisiones intentan potenciar este organismo, dada la capacidad de influencia y rigurosidad que presentan sus informes, metodologías y cifras, tomando como proyección la versión AR6 sobre Atlas interactivos del Grupo de Trabajo I (WGI) con información completa sobre riesgos climáticos y potenciarlas en “(...) las complejidades que surgen de las interacciones compuestas, en cascada y transfronterizas de los impulsores de los determinantes de riesgo que pueden dar lugar a riesgos nuevos e inesperados y limitar las opciones de adaptación.” (Alegría, A., Poloczanska, E., -

Loeschke, S., Mintenbeck, K., y Poertner, H. 2024), lo que refleja el consenso de la comunidad científica en la materia.

10.2.1.3. SOBRE EL ORGANISMO INTERNACIONAL ESPECIALIZADO EN MATERIA DE RRD: LA UNDRR

La Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción de Riesgos de Desastres (UNDRR por sus siglas en inglés), ha desarrollado por más de una década el "Informe de Evaluación Global" (Global Assessment Report/GAR), para identificar y abordar la "policrisis climática", es necesario reconocer que este fenómeno se genera como el resultado de los distintos eventos de riesgos existentes que se intensifican y ocurren con mayor frecuencia, cuyos "impactos se combinan con otros riesgos y amenazas, como conflictos, epidemias o inflación, creando crisis complejas, un fenómeno cada vez más conocido como policrisis" (UNDRR, 2023).

En este marco, el GAR 2023 desarrolla un mapeo de los déficits de resiliencia -población sin sistema de alertas temprana, exposición de la población propensas a desastres, sequía y aumento de la pobreza e inseguridad alimentaria, degradación de la tierra y su contribución a la pérdida de biodiversidad, entre otras relaciones- que impiden lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), centrados en garantizar un equilibro entre las personas (resiliencia social), el planeta (resiliencia ambiental), y la prosperidad (resiliencia económica) (ídem).

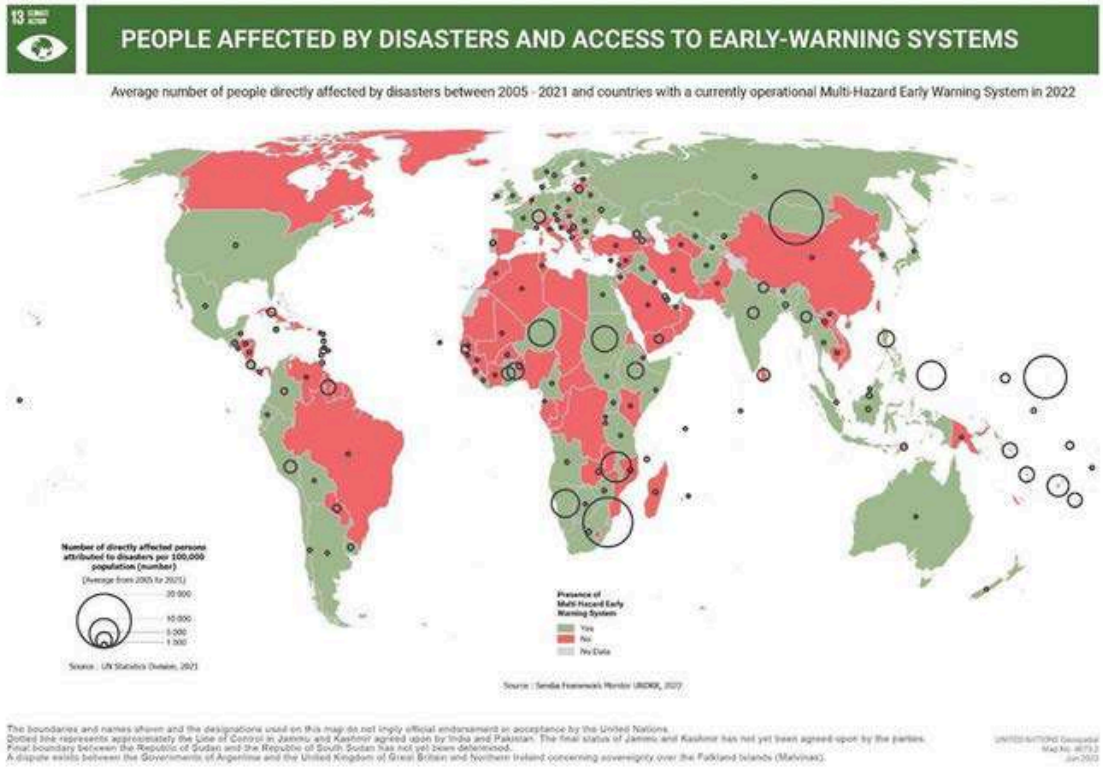
El GAR 2023 identifica prioridades para realizar medidas urgentes y así poder contribuir o crear una resiliencia para el desarrollo sostenible, centrándose en:

1. Los avances económicos y de desarrollo están siendo amenazados o puestos en peligro por la creciente cantidad o número de desastres, siendo el calentamiento global el principal contribuyente.
2. Que en la elaboración de los mapas identifica peligros y desastres como sequía y el aumento del nivel del mar, que demuestra un crecimiento dramático, con efectos colaterales sobre la seguridad alimentaria mundial, el empleo y la educación.
3. Que los impactos repercuten en el mercado laboral a medida que las temperaturas suben y que el calor se vuelve muy intenso para trabajar, haciendo que la productividad disminuya, empujando un número cada vez mayor de personas a la línea de la pobreza.
4. Que los impactos climáticos provocaron que 920 millones de niños estuvieran expuestos a la escasez de agua en 2020, provocando desplazamientos y que en 2022, con la inundaciones de Pakistán y sequía en el Cuerno de África, provocaron desplazamientos de 12 millones de niños.

No obstante, tras la definiciones de resiliencia en sus tres dimensiones (personas, prosperidad y planeta), el informe también identifica lecciones aprendidas para la consecución de la resiliencia, tales como:

1. Invertir con antelación en resiliencia y adaptación puede evitar costos de impactos en desastres y salvar vidas y recursos.
2. La resiliencia como ventaja para resistir y responder a las crisis, debe realizarse inversiones en sistemas de alertas temprana, como los realiza Asia Orienta y Nororiental, reduciendo las pérdidas en desastres aproximadamente 67.000 millones de dólares anuales.
3. Los países pueden aprender de los ejemplos para aumentar la resiliencia, como la cuenca hidrográfica de Cidanau en Indonesia, la Gran Muralla Verde en el Sahel y los pequeños Estados insulares en desarrollo ante el aumento del nivel del mar.
4. La inversión para el desarrollo de la resiliencia debe ser tanto del sector público como del privado, con un aumento sin precedentes de la inversión resiliencia y adaptación y particularmente, en países más expuestos y vulnerables.

Figura 10.3. Ejemplo de Mapeo de la resiliencia.

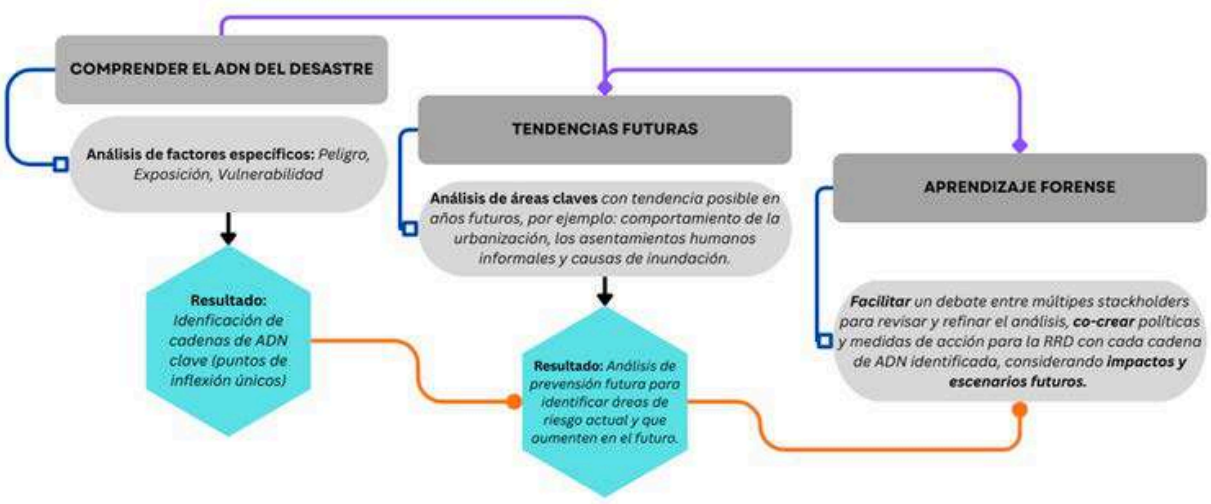


Fuente: UNDRR-GAR 2023 Mapa 2. La exposición y la población están aumentando en las regiones propensas a desastres.

10.2.1.3.2. INFORME ESPECIAL GAR 2024: PERSPECTIVAS FORENSES PARA LA RESILIENCIA FUTURA: APRENDIENDO DE LOS DESASTRES PASADOS

En el año 2024, la UNDRR elaboró el GAR 2024, analizando las tendencias presentes y futuras y explora cómo el análisis forense puede contribuir a la RRD de forma más específicas y más eficaz, teniendo como evidencia que los desastres extremos no son normales y que los eventos climáticos son cada vez más peligrosos y han superado los estándares históricos, así como las proyecciones de modelos de riesgo (UNDRR, 2024).

Figura 10.4. Esquema sobre los tres pasos clave de la Metodología FORIN



Fuente: Elaboración propia en base a GAR 2024 -UNDRR.

Es de vital importancia comprender cómo se originan los desastres pasados, generando un acervo o memoria colectiva para tener una mayor preparación y anticipación de fenómenos meteorológicos y climáticos que producen riesgos de desastres y que afectan al desarrollo de los diferentes territorios. La mayor frecuencia e intensidad de estos fenómenos que ya nos mencionaba el Sexto Ciclo de Evaluación (AR6) del IPCC, en la medida que el calentamiento global vaya superando los 1,5 °C, el planeta se enfrentará a nuevos escenarios y sin precedentes de peligros climáticos.



Cuadro 10.3. Resumen de Estudios de caso por aplicación Análisis Forense

Caso	Descripción	Datos importantes para comprender el ADN del desastre
Inundaciones en el Líbano 2024	Siete días de lluvias intensas en enero del 2024, dos ríos del norte del Líbano, se inundaron de forma simultánea, cubriendo una extensa zona de lodo y escombros. Las carreteras costeras quedaron sumergidas, bloqueando la distribución de suministros de ayuda alimentaria y personal de trabajo.	La alerta temprana evitó una pérdida generalizada de vidas, pero la destrucción fue grave: • 3.000 casas inundadas • 850 asentamientos informales inundados afectando un total de 10.000 personas • Fue la mayor inundación de la región en más de 20 años.
Sequía en Centroamérica 2023	En Centroamérica durante más de 12.000 años, las sequías son un peligro inminente para los ecosistemas, zonas de vida y el uso de recursos. Desde 1984, se han producido sequías regionales aproximadamente cada siete años afectando un promedio de cuatro países cada vez.	• Las sequías tienen una duración aproximada de un año. • Se prevé que el cambio climático en Centroamérica agrava la sequedad de las zonas áridas y la humedad de las zonas húmedas • 4/7 capitales centroamericanas ya experimentan reducciones significativas en las precipitaciones. • La agricultura es muy sensible a la sequía. Entre mayo y lui 2014, la cantidad de lluvia disminuyó en toda la región del Pacífico en algunas zonas hasta en 4 mm diarios.
Incendios forestales en Indonesia 2023	En 2023, Indonesia experimentó un aumento significativo de incendios forestales, atribuidos en gran medida al fenómeno de El Niño, que provocó sequías prolongadas en la región. La quema de bosques de forma indiscriminada, especialmente en turberas, liberan grandes cantidades de humo y agentes contaminantes al aire, lo que representa graves riesgos para la salud de las poblaciones de Indonesia y el Sudeste Asiático.	• La superficie total quemada alcanzó los 1,16 millones de hectáreas (2,87 millones de acres), un aumento de cinco veces respecto al 2022. • Las actividades humanas contribuyen al 98% de los incendios forestales, principalmente a factores sociales y culturales, incluyendo necesidades económicas. • Indonesia es uno de los diez países con mayor superficie forestal del mundo y alberga la tercera variedad más importante de especies arbóreas del mundo.
Ciclón en África austral 2023	Entre el 4 y 14 de marzo de 2023, el ciclón tropical Freddy atravesó el sur del océano índico, desde Indonesia hasta el sur de África, generando una energía ciclónica acumulada (ECA) equivalente a una temporada completa de ciclones en el sur del océano Índico.	• Freddy batió récords por su duración y la superficie que cubrió. Una duración total de 38 días, recorrió 35.5 días y 12.800 km con vientos de 55 km/h o más. • El ciclón causó extensas inundaciones, especialmente en Quelimane y sus alrededores. • Intensificó las lluvias en Mozambique y Malawi, con precipitaciones totales entre 500 a 1000 mm en cuatro días. Una estación registró 1078 mm. • Las fuertes lluvias en Malawi provocaron inundaciones, crecidas repentinas y deslizamientos de tierra en zonas montañosas.

Fuente: Elaboración propia en base al GAR 2024 -UNDRR.

AFinamente, los aspectos claves a considerar en este informe son: i) priorizar las medidas para reducir la vulnerabilidad y la exposición a los peligros con antelación; ii) utilizar en análisis forense para comprender cómo los desastres impactan a las personas, los territorios y la economía; iii) forjar alianzas y colaboraciones intersectoriales para fomentar la gestión proactiva y prospectiva de riesgos; iv) invertir en la calidad y estandarización de la información; y v) utilizar ciclos de aprendizajes continuos, deliberativos y acelerados, para la reducción eficaz del riesgo sistémico entre otras lecciones o recomendaciones clave para la acción urgente.

10.2.1.3.3. Informe especial GAR 2025: La resiliencia da sus frutos: invertir y financiar nuestro futuro

El último **informe de la UNDRR es del año 2025**, centrado en el financiamiento y la inversión que cuando se realiza de manera inteligente puede restablecer el ciclo disruptivo de desastres, deuda, falta de asegurabilidad y necesidad humanitaria que afecta a cientos de millones de personas en el mundo afectado por el cambio climático (UNDRR, 2025).

Desde la perspectiva global, el informe analiza algunos de los riesgos más costosos mostrando el impacto previsto de los riesgos en el PIB entre los años 2030 y 2100. Los costos directos de desastres promedian entre 70 y 80 mil millones de dólares al año entre 1970 y 2000, entre 2001 y 2020 estos costos anuales aumentaron significativamente, en promedio 180 y 200 mil millones de dólares (ídem). Actualmente, con las trayectorias y modelamientos en cambio climático y riesgos de desastres los costos en los desastres superan actualmente los 2,3 billones de dólares anuales si se consideran los costos en cascada y los costos ecosistémicos (ídem). Esto si se lleva a un ejemplo comparativo, una deuda nacional de solo 300.000 millones de dólares es suficiente para generar una crisis de deuda soberana europea. Por tanto, el riesgo de desastres es cada vez más una amenaza sistémica para la estabilidad financiera a escala mundial.

Cuadro N° 10.4. GAR 2025: Exploraciones de mapas

Resumen de Exploraciones de Mapas interactivos entre el impacto de los desastres y el poder de la resiliencia de las naciones		
Variable	**Descriptor**	**Información clave**
Bienestar global y resiliencia	Este índice, utilizado por el GFDRR del Banco Mundial, calcula la resiliencia comparando el bienestar de una comunidad tras un shock con el que habría tenido sin el desastre. Esto implica considerar dos dimensiones clave: las pérdidas financieras de los activos físicos (riesgo para los activos) y el impacto más amplio en la calidad de vida de las personas (riesgo para el bienestar).	Los países con mayor resiliencia son **Bielorrusia (95%), Irak (93%), Noruega (91%), Polonia (91%) y Egipto (90%)**. Estas naciones generalmente combinan infraestructuras robustas, una gobernanza eficaz y mecanismos de recuperación bien financiados, lo que demuestra su capacidad para responder eficazmente a los desastres. **Chile** tiene una puntuación de **71.53** en el índice de resiliencia socioeconómica, posicionándose en el bloque intermedio con países que tienen lineamientos establecidos para la resiliencia. En el extremo inferior del espectro, **Zambia (33%), la República Unida de Tanzanía (37%), Nigeria (38%) e India (41%)** enfrentan desafíos significativos. Estos países a menudo carecen de infraestructura y mecanismos financieros suficientes para apoyar una recuperación rápida, lo que los deja vulnerables a impactos socioeconómicos a largo plazo.

Impactos económicos del cambio climático	Este análisis explora los cambios proyectados en el PIB mundial hasta 2050 bajo siete escenarios: por debajo de 2 °C , políticas actuales, transición retrasada, mundo fragmentado, baja demanda, contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC) y cero emisiones netas 2050 .	Los resultados demuestran que las **medidas climáticas ambiciosas, como Net Zero 2050 y Below 2°C, limitan las pérdidas del PIB global a niveles relativamente moderados**, lo que pone de relieve los beneficios de las iniciativas de mitigación tempranas y coordinadas. Por el contrario, escenarios como **las Políticas Actuales y el Mundo Fragmentado conducen a graves declives económicos a largo plazo debido a una acción climática insuficiente o descoordinada**. El escenario de Transición Retrasada destaca los elevados costes de posponer la acción, mientras que el de Baja Demanda muestra cómo la reducción del consumo de energía y materiales puede mitigar algunos daños. En la región, **Chile** tiene una variación e impacto en el PIB de **-8.45%**, siendo el porcentaje más bajo del Cono Sur, seguido de Uruguay con -11.37%.
Riesgos financieros relacionados con la naturaleza	Este índice, desarrollado en colaboración con la Red de Bancos Centrales y Supervisores para la Ecologización del Sistema Financiero (NGFS) y la Universidad de Oxford, estima una métrica conocida como el valor natural en riesgo (nVaR) para países, sectores y diversos servicios ecosistémicos para el sector agrícola. Esta medición sirve para destacar las implicaciones económicas a largo plazo, a menudo no reconocidas, del agotamiento del capital natural	Según los cálculos de NGFS, la escala de riesgo de 0,01 nVaR (1 en 100 años) a nivel mundial representa **hasta el 16 % del PIB mundial, destacando Estados Unidos y China como países con el nVaR absoluto más alto.** Países con sectores financieros más sólidos, como **Luxemburgo**, presentan valores de VaR significativamente más bajos, **una menor dependencia de las industrias extractivas** y podrían contar con **estructuras económicas más resilientes** frente a las crisis ambientales. Muchos **países africanos e insulares** presentan valores de VaR elevados a pesar de tener economías más pequeñas, lo que los hace particularmente **vulnerables a los riesgos ambientales,** que podrían agravar la inestabilidad económica y la pobreza. En el caso de **Chile**, está en el rango de 19K-50K (Millones de Euros), siendo **22.514 millones de euros,** relacionados a estos riesgos financieros con pérdida de ecosistemas con consecuencias potencialmente graves.

Impactos económicos del cambio climático	Este análisis explora los cambios proyectados en el PIB mundial hasta 2050 bajo siete escenarios: por debajo de 2 °C , políticas actuales, transición retrasada, mundo fragmentado, baja demanda, contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC) y cero emisiones netas 2050 .	Los resultados demuestran que las **medidas climáticas ambiciosas, como Net Zero 2050 y Below 2°C, limitan las pérdidas del PIB global a niveles relativamente moderados**, lo que pone de relieve los beneficios de las iniciativas de mitigación tempranas y coordinadas. Por el contrario, escenarios como **las Políticas Actuales y el Mundo Fragmentado conducen a graves declives económicos a largo plazo debido a una acción climática insuficiente o descoordinada**. El escenario de Transición Retrasada destaca los elevados costes de posponer la acción, mientras que el de Baja Demanda muestra cómo la reducción del consumo de energía y materiales puede mitigar algunos daños. En la región, **Chile** tiene una variación e impacto en el PIB de **-8.45%**, siendo el porcentaje más bajo del Cono Sur, seguido de Uruguay con -11.37%.
Riesgos financieros relacionados con la naturaleza	Este índice, desarrollado en colaboración con la Red de Bancos Centrales y Supervisores para la Ecologización del Sistema Financiero (NGFS) y la Universidad de Oxford, estima una métrica conocida como el valor natural en riesgo (nVaR) para países, sectores y diversos servicios ecosistémicos para el sector agrícola. Esta medición sirve para destacar las implicaciones económicas a largo plazo, a menudo no reconocidas, del agotamiento del capital natural	Según los cálculos de NGFS, la escala de riesgo de 0,01 nVaR (1 en 100 años) a nivel mundial representa **hasta el 16 % del PIB mundial, destacando Estados Unidos y China como países con el nVaR absoluto más alto.** Países con sectores financieros más sólidos, como **Luxemburgo**, presentan valores de VaR significativamente más bajos, **una menor dependencia de las industrias extractivas** y podrían contar con **estructuras económicas más resilientes** frente a las crisis ambientales. Muchos **países africanos e insulares** presentan valores de VaR elevados a pesar de tener economías más pequeñas, lo que los hace particularmente **vulnerables a los riesgos ambientales,** que podrían agravar la inestabilidad económica y la pobreza. En el caso de **Chile**, está en el rango de 19K-50K (Millones de Euros), siendo **22.514 millones de euros,** relacionados a estos riesgos financieros con pérdida de ecosistemas con consecuencias potencialmente graves.

Pérdidas económicas asociadas al posible colapso del glaciar Thwaits	El mapa se basa en un análisis de la exposición de edificios residenciales y no residenciales (en millones de USD) al aumento del nivel del mar. Este mapa destaca las regiones más afectadas por el deshielo de los glaciares, lo que proporciona información sobre los desafíos económicos que enfrentan estas zonas.	Como resultado del cambio climático, el nivel del mar ya está **aumentando a un ritmo de 3,3 milímetros por año** y sigue aumentando debido a la expansión térmica del agua del océano, así como al derretimiento de los glaciares terrestres. Por ejemplo, un **área de preocupación** clave actualmente es el rápido derretimiento del glaciar Thwaites. Este glaciar mide alrededor de **190.000 kilómetros cuadrados**, similar en tamaño a la totalidad de Kirguistán o Senegal. Si se desliza hacia el océano, generaría una elevación rápida e irreversible del nivel del mar global de más de medio metro. El valor económico de la infraestructura expuesta como resultado ascendería, de manera conservadora, a **más de 1,8 billones de dólare**s, afectando a una gama de áreas que van desde estados bajos del Pacífico como **Kiribati y las Islas Marshall** hasta mega ciudades costeras como **Nueva York y Yakarta.** La estimación en exposición para **Chile es de 4 mil millones de dólares,** superando ampliamente por Brasil, que sería el país de la región con mayor impacto representando 14.900 millones de dólares.
Período de retorno de la brecha fiscal de riesgo	Este mapa pretende mostrar con qué frecuencia un país puede esperar experimentar una brecha fiscal: cuando un desastre es tan costoso que ya no puede cumplir con sus obligaciones de deuda y, por lo tanto, corre un mayor riesgo de impago. La calificación crediticia de un país determina sus costos de endeudamiento, influye en la confianza de los inversores y tiene impactos en la estabilidad y el crecimiento económicos.	Se reportan casos de **61 países vulnerables**, cuyos resultados de la modelización, basados en una combinación de indicadores económicos y de riesgo actuales, indican que se podría esperar que las **brechas fiscales** se produzcan con más **frecuencia que cada 10 años** (una probabilidad anual del 10%). En cambio, en otro grupo de **54 países de economías de bajos ingresos**, emergentes y avanzadas, estas **brechas fiscales** solo podrían esperarse cada **50 años** (una probabilidad anual del 2%), probablemente debido a un menor riesgo, vulnerabilidad y exposición. Según la escala de Periodo de retorno (años), **Chile** se encuentra en el **rango de 20-100**, siendo específicamente la brecha fiscal de **26 años**.
Personas desplazadas internamente (PDI)	Este mapa pretende mostrar el impacto en cascada significativo de los desastres, es el desplazamiento humano.	El número de desplazados internos (PDI) debido a desastres registrados entre 2014 y 2023 ascendió a **casi 237 millones**, lo que revela cómo los sistemas no preparados amplifican el sufrimiento humano, especialmente de aquellos que ya están en el margen. **China y Filipinas** experimentaron más de 40 millones de desplazados cada uno, mientras que **India, Bangladesh y Pakistán** reportaron cifras de entre 10 y 30 millones. En el caso de **Chile**, responde a 2.114.563 desplazados internos vinculados a 117 desastres.

Fuente: Elaboración propia en base al GAR 2025- UNDRR. Exploraciones de mapas

El informe detalla los **"Tres Espirales de Desarrollo Insostenible"** que profundizan las crisis y las pueden convertir en colapsos sistémicos para los territorios. Estos espirales -*aumento de la deuda y disminución de los ingresos, transferencia de riesgos insostenibles y, responder-repetir*- son patrones actuales de inversiones mal planificadas o diseñadas que fomentan la inaseguribilidad y perpetúan una costosa dependencia de la asistencia humanitaria (UNDRR, 2025). Un ejemplo de esto, es que en el año 2023, América del Norte tuvo pérdidas por desastres por 69.600 millones de dólares, pero afectando solo el 0,23% del PIB, mientras que en Micronesia, sufrió pérdidas netas de apenas 4.300 millones de dólares, pero tuvo un gran impacto relativo (46,1%) en el PIB, demostrando que inversiones eficaces en la RRD puede acelerar el desarrollo sostenible como la estabilidad económicas en momentos de riesgos y crisis.

10.2.1.4. BALANCE DEL MARCO DE SENDAI 2015-2030: AVANCES Y LIMITACIONES EN SU IMPLEMENTACIÓN

10.2.1.4.1. REVISIÓN DE MEDIO TÉRMINO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MARCO DE SENDAI

A solo cinco años de cumplir el Marco de Sendai, en junio del 2025 se realizó la octava sesión de la **Plataforma Global para la Reducción de Riesgos de Desastres** en Ginebra (Suiza), cuyo objetivo fue la primera Revisión de Medio Término en la implementación del Marco de Sendai para la RRD 2015-2030, cuyo instrumento está alineado a los ODS de la Agenda 2030 y siendo el marco para políticas, planes e instrumentos nacionales e internacionales.

De este evento, se obtuvo un documento final de la octava plataforma Global, "Resumen de los Copresidentes", que servirá como guía y un llamado a los diferentes gobiernos y stakeholders para **acelerar la implementación del Marco de Sendai en estos últimos cinco años**.

A pesar del reconocimiento de los diferentes avances y estrategias a nivel internacional sobre la materia, esta plataforma hace un "Llamado" para acciones urgentes y más concretas para este tiempo restante, focalizados en ocho medidas (Global Platform For Disaster Risk Reduction, 2025):

i) Datos para comprender el riesgo: Fortalecer la recopilación, análisis y uso de información histórica y predictiva sobre desastres, desagregada por variables sociales, como base de toda estrategia de resiliencia.
ii) Tecnología al servicio de la reducción del riesgo: Impulsar el acceso equitativo y ético a tecnologías emergentes, incluida la inteligencia artificial, especialmente en países en desarrollo y comunidades más vulnerables.
iii) Gobernanza integrada y cooperación internacional: Adoptar un enfoque integral de gestión del riesgo que vincule cambio climático, desastres y protección social, reforzando la cooperación para enfrentar riesgos transfronterizos y emergentes.
iv) Financiamiento preventivo: Aumentar y diversificar las fuentes de inversión en reducción del riesgo, combinando recursos públicos, financiamiento climático e innovación privada, con especial apoyo a países en mayor vulnerabilidad.

v) Inversión basada en riesgos: Orientar las inversiones públicas y privadas según evaluaciones de riesgo, priorizando sectores estratégicos como la educación, para asegurar resiliencia y sostenibilidad de los proyectos.
vi) Sistemas de alerta temprana universales: Expandir los sistemas multirriesgo de alerta temprana y medidas anticipatorias, garantizando cobertura global y atención prioritaria a la reducción de desigualdades.
vii) Inclusión y equidad en la resiliencia: Garantizar la participación activa de mujeres, jóvenes y personas con discapacidad en las estrategias de resiliencia, aplicando plenamente los marcos internacionales de inclusión.
viii) Reconstrucción resiliente e inclusiva: Planificar la recuperación posdesastres bajo el principio de "reconstruir mejor", incorporando necesidades sociales y culturales para fortalecer la cohesión comunitaria.

En conjunto, estas ocho medidas ofrecen un marco estratégico integral para fortalecer la resiliencia frente al riesgo de desastres y cambio climático, considerando como un factor subyacente del riesgo de desastres la contemplación de posibles escenarios climáticos en las evaluaciones de RRD (Schipper et al., 2016). Esto significa abarcar desde la generación de datos y el acceso a tecnologías emergentes hasta la gobernanza multinivel, el financiamiento y la reconstrucción inclusiva, teniendo como marco las siete metas mundiales establecidas por Sendai (Gavari, E. y Pastrana, J. (2018): **las primeras cuatro relacionados con la reducción de daños y pérdidas en afectación humana y económicas; y las siguientes tres que contemplan el aumento de países con estrategias nacionales y locales para la RRD** (Pastrana et al., 2025). No obstante, su materialización enfrenta limitaciones significativas: brechas en capacidades técnicas y financieras, fragmentación institucional, falta de inversiones basadas en riesgo y desigualdades persistentes en la implementación de sistemas de alerta temprana y procesos de inclusión social. En este sentido, el **desafío principal no radica en la pertinencia de las orientaciones, sino en la capacidad de los Estados y de la cooperación internacional para traducirlas en políticas vinculantes, sostenibles y efectivamente participativas.**

10.2.1.4.2. AVANCES EN LAS METAS DECLARADAS EN EL MARCO DE SENDAI: REDUCCIÓN DE MORTALIDAD, POBLACIÓN AFECTADA, PÉRDIDAS ECONÓMICAS E INFRAESTRUCTURA

La UNDRR en un esfuerzo de realizar un monitoreo y seguimiento constante de las metas declaradas en el Marco de Sendai, ha podido realizar un **conjunto de 38 indicadores claves,** recomendadas por un Grupo de Trabajo Intergubernamental de Expertos de composición abierta (*Open-ended*), para evaluar las dimensiones conexas reflejadas en los **ODS 1, 11 y 13.**

A continuación, se presentan 10 indicadores generales más relevantes del Marco de Sendai (UNDRR, 2025):

Cuadro 10.5. Indicadores Generales más relevantes del Marco de Sendai 2015-2030.

Indicador	Información/dato clave
A- Mortalidad	417.300 número acumulado de muertes y desapariciones atribuidas a desastres, 2015-2024
B- Personas afectadas	Más de 1.200 millones de personas afectadas acumuladas atribuidas a desastres, 2015-2024
C- Pérdida Económica	Más de 1 billón de dólares de pérdidas económicas acumuladas reportadas desde 2015, atribuibles a desastres.
D- Daños en Infraestructura	851.000 es el número de infraestructuras críticas dañadas y destruidas desde 2015, atribuibles a desastres.
D- Daños en Infraestructura	1.600.000 es el número de interrupciones de servicios desde 2015, atribuibles a desastres
E- Estrategia	137 países con estrategias nacionales de reducción del riesgo de desastres
E- Estrategia	El 73% de los gobiernos locales informan la existencia de estrategias de RRD (o equivalentes)
F- Cooperación	Más de 40 mil millones de dólares en ingresos totales de cooperación internacional en apoyo a la labor de RRD
F- Cooperación	1.970 número de iniciativas de cooperación internacional en apoyo al trabajo de RRD
G- Alertas Tempranas	119 países que informan sobre la existencia de sistemas de alerta temprana multirriesgo

Fuente: UNDRR - Sendai Monitor Snapshot of SFM. Basado en el reporte de 167 países al 1 de abril de 2025.

Los indicadores del Marco de Sendai muestran un panorama ambivalente: avances institucionales relevantes conviven con costos humanos, sociales y económicos de enorme magnitud. Esto significa como conclusiones claves que el impacto humano es persistente, evidenciando que hay casos de 417.300 muertes y 1.200 millones de personas afectadas, muestran que la vulnerabilidad social sigue siendo estructural, pese a los compromisos internacionales. Que los costos económicos y de infraestructura tienen pérdidas superiores al billón de dólares y daños masivos a servicios esenciales reflejan que los desastres comprometen la sostenibilidad del desarrollo.

Por su parte, los avances normativos posicionan a 137 países que cuentan con estrategias nacionales y un 73% de gobiernos locales con planes equivalentes, consolidando la gestión del riesgo en las agendas públicas, pero los datos identifica una brecha entre planificación e implementación que, a pesar de existir marcos estratégicos, su efectividad práctica aún es limitada por desigualdades territoriales y capacidades institucionales insuficientes.

La **Cooperación internacional todavía sigue siendo insuficiente**. Si bien, se superan en más de 40 mil millones de dólares y casi 2.000 iniciativas de apoyo, siendo cifras relevantes, todavía no guardan una proporción con la magnitud de las pérdidas registradas. En esta misma línea se debe invertir en **Alertas tempranas**, donde 119 países reportan sistemas multirriesgo, pero que son incompletas. Esto significa, que todavía persisten grandes vacíos para garantizar la cobertura y la respuesta oportuna universal.
Finalmente, el **desafío central** se orienta en transformar los compromisos globales en políticas efectivas que reduzcan las vulnerabilidades, fortalezcan las capacidades locales y generen resultados tangibles en resiliencia comunitaria o entre diferentes escalas o niveles territoriales.

10.2.1.5. LA RRD Y LAS CONEXIONES CON LOS ODS DE LA AGENDA 2030

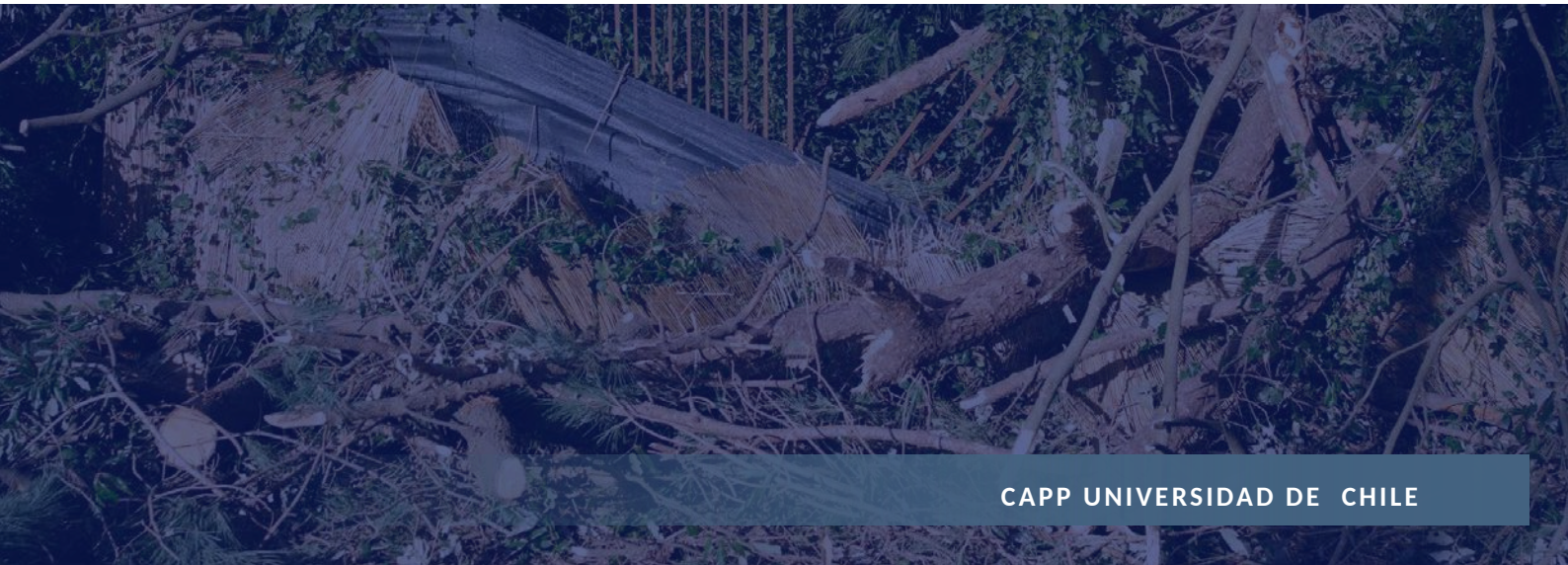
10.2.1.5.1. CONEXIÓN ENTRE ODS 11 (CIUDADES Y COMUNIDADES RESILIENTES)

Las Naciones Unidas, mediante la Agenda 2030, ha impulsado diferentes métricas para dar monitoreo y seguimiento a los diferentes objetivos, metas e indicadores en las diferentes latitudes del mundo. En el caso de la región de América Latina y el Caribe, está el Centro de gestión del conocimiento estadístico, que levanta y sistematiza base de datos de los ODS de las Naciones Unidas, junto a otros indicadores proxis y complementarios regionales desde la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPALSTAT).

De esta manera, el monitoreo estadístico regional se realiza en promedio de 25 países de la región, con datos desde el año 2000 al 2022 y con algunas excepciones hasta los años 2023-2024, centrados en la ubicación urbana.

Si bien, la RRD está vinculada a los ODS 1 (Fin de la Pobreza), 11 (Ciudades y Comunidades Resilientes) y 13 (Acción por el Clima), en este apartado sólo se centrará en el ODS 11, dado que el cambio climático es una materia transversal en todo el informe.

A continuación, se presenta un cuadro con aquellos indicadores más relevantes de este objetivo global, teniendo una comparación con el promedio de América Latina y el Caribe y Chile.



Cuadro 10.6. Monitoreo Estadístico del ODS 11 en América Latina y el Caribe y Chile

ODS/Indicador ODS 11 Ciudades y Comunidades Resilientes	Tipo de Informe y Ubicación	Promedio ALYC	Chile
Proporción de la población urbana que vive en barrios marginales (en %)	ALYC, Global, Urbana.	16.9 (2022)	7.3 (2022)
Número de personas afectadas por los desastres x 100.000 hab. (en cantidades)	ALYC, Global, Urbana.	257.516 (2023)	183.773 (2023)
Número de muertes causadas por desastres x 100.000 hab. (en cantidades)	ALYC, Global, Urbana.	171 (2023)	31 (2023)
Número de personas muertas y desaparecidas atribuido a desastres x 100.000 hab. (en cantidades)	ALYC, Global, Urbana.	0.79 (2023)	0.16 (2023)
Número de personas afectadas directamente atribuido a desastres x 100.000 hab. (en cantidades)	ALYC, Global, Urbana.	806,327 (2023)	965,331 (2023)
Número de personas cuyas viviendas tienen daños estructurales atribuido a desastres (en cantidades)	ALYC, Global, Urbana.	146798,909 (2023)	44971 (2023)
Número de personas con viviendas destruidas atribuido a desastres (en cantidades)	ALYC, Global, Urbana.	11888,4545 (2023)	95459 (2023)
Número de personas cuyos medios de vida resultaron afectados o fueron destruidos, atribuido a desastres (en cantidades)	ALYC, Global, Urbana.	202482,33 (2023)	48091 (2023)
Pérdidas económicas directas en relación con el PIB atribuidas a desastres (en porcentajes)	ALYC, Global, Urbana.	0.001418 (2023)	0.006808 (2023)
Pérdidas económicas directas atribuidas a desastres (en dólares estadounidenses corrientes)	ALYC, Global, Urbana.	561,49762 (2023)	2285,01983 (2023)
Pérdidas económicas directas en el sector vivienda atribuidas a desastres (dólares corrientes de Estados Unidos)	ALYC, Global, Urbana.	195712419,90909 (2023)	389266211,00000 (2023)
Pérdidas económicas directas derivadas de infraestructura crítica dañada o destruida atribuidas a desastres (dólares corrientes de Estados Unidos)	ALYC, Global, Urbana.	138756622,33333 (2023)	359916227,00000 (2023)
Número de infraestructuras esencial dañada atribuido a desastres (en cantidades)	ALYC, Global, Urbana.	105 (2023)	282 (2023)
Número de centros de salud dañados o destruidos atribuido a desastres (en cantidades)	ALYC, Global, Urbana.	15 (2023)	39 (2023)

Número de instalaciones educativas dañadas o destruidas atribuido a desastres (en cantidades)	ALYC, Global, Urbana.	51 (2023)	58 (2023)
Número de interrupciones de los servicios básicos atribuido a desastres (en cantidades)	ALYC, Global, Urbana.	148,7 (2023)	39 (2023)
Países que tienen políticas urbanas nacionales o planes de desarrollo regional que responden a la dinámica de la población; garantizar un desarrollo territorial equilibrado; y aumentar el espacio fiscal local	ALYC, Global, Urbana.	17 (2020)	Si (2020)
Grado de adopción y aplicación de estrategias nacionales de reducción del riesgo de desastres en consonancia con el Marco de Sendai	ALYC, Global, Urbana.	0.65 (2023)	1 (2023)
Número de países que informaron tener una estrategia nacional de RRD alineada con el Marco de Sendai	ALYC, Global, Urbana.	22 (2024)	Si (2024)
Proporción de gobiernos locales que adoptan y aplican estrategias locales de reducción del riesgo de desastres en consonancia con las estrategias nacionales de reducción del riesgo de desastres (en porcentajes)	ALYC, Global, Urbana.	85.85720 (2023)	63.47826 (2023)
Número de gobiernos locales que adoptan y aplican estrategias locales de reducción del riesgo de desastres en consonancia con las estrategias nacionales (en cantidades)	ALYC, Global, Urbana.	427 (2023)	219 (2023)*

Fuente: Elaboración propia en base a CEPALSTAT y NU-ODS.

Cada indicador pertenece a una meta global, que a su vez tributa al Objetivo 11 *"Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles"* (Naciones Unidas, s.f.). Sin embargo, a pesar de ver mayores esfuerzos para reducir los riesgos de desastres en la región, todavía se puede evidenciar que hay países que superan por mucho el promedio de América Latina y el Caribe, referido a **población urbana que vive en barrios marginales, o el número de personas afectadas/muertas/desaparecidas por los desastres, número de personas con daño en sus viviendas o infraestructuras o medios de vida que resultados afectadas o destruidas a desastres**, siendo los casos de **México, Guatemala, Colombia y Chile**, que superan el millón de personas afectadas o con valores o puntuaciones que superan el promedio regional, a diferencia de otros países como Costa Rica, Argentina, Uruguay y Jamaica.

A su vez, los datos demuestran que en lo referido a las **pérdidas económicas directas al Producto Interno Bruto (PIB), atribuidas a los desastres en materia de vivienda y daño crítica en infraestructura (público-privada)**, nuevamente países como **Chile, México, Colombia y Guatemala**, superan el promedio regional, demostrando que son territorios muy susceptibles a diferentes tipos de riesgo y que las pérdidas económicas afectan directamente al crecimiento económico y desarrollo sostenible de su población.

Finalmente, respecto a la **adopción e implementación de medidas**, ya sean políticas, planes entre otras acciones que permitan el uso eficiente de los recursos, la mitigación al cambio climático, la adaptación y resiliencia ante los desastres y alineados al Marco de Sendai, países como **Chile, México, Colombia, Perú, Costa Rica**, cumplen con una gran amplitud en el grado y aplicación de estrategias nacionales para la RRD y, en algunos casos a **nivel de gobiernos subnacionales**, países como **Perú**, cuentan con muchos gobiernos locales (superando el promedio regional reportado entre países) que adoptan y aplican estrategias locales en materia de RRD en consonancia con estrategias nacionales, seguidos por **Colombia, Ecuador y chile**.

El gran desafío nuevamente se focaliza en poder invertir de mayor y mejor manera en aquellos sectores que son críticos para mejorar la calidad de vida de la población integrando políticas públicas y planes que fortalezcan las capacidades de los gobiernos subnacionales en vivienda, educación, salud y otros tipos de servicios básicos y de infraestructura esencial, especialmente en aquellos grupos de la sociedad que son más vulnerables y expuestos a diferentes tipos de riesgos. Adicionalmente, el vacío del conocimiento es una gran debilidad detectada, puesto que muchos países de la región no reportan sus avances o brechas, perdiendo información clave y actualizada para la toma de decisiones y poder priorizar acciones que permitan contribuir al desarrollo sostenible de las ciudades y asentamientos humanos *ad hoc* a la realidad y heterogeneidad de estos.





FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

10.2.1.6. EL FINANCIAMIENTO INTERNACIONAL Y LOS MECANISMOS DE APOYO A PAÍSES EN DESARROLLO

10.2.1.6.1. BRECHAS PERSISTENTES EN FINANCIAMIENTO Y ADAPTACIÓN EN PAÍSES EN DESARROLLO

Tras el evidente y amenazante cambio climático, la evidencia demuestra que el calentamiento global seguirá en aumento (European Commission et al., 2024; Blunden et al., 2025) y que las diferentes trayectorias o modelamientos visualizan escenarios (RCP 2.6 o 8.5) donde el planeta al aumentar los grados de temperatura sufrirá cambios, impactos y riesgos previstos para los diferentes ecosistemas y biodiversidades que la integran (IPCC, 2019), donde la transformación estructural impuesta por el cambio climático, la geografía desigual en descarbonización, el rol del Estado y de las "políticas industriales verdes" y los obstáculos globales en financiamiento, proteccionismo verde, compromisos incumplidos e implicaciones para la economía del desarrollo (Lebdioui, A. 2024), demuestran brechas o desafíos que generan efectos en los sistemas sociales, económicos y naturales (Alejos, L., Alfonso, M., Alpízar, F., et al. (2025), donde los riesgos de desastres al ser más frecuentes y de mayor intensidad ya afectan a la salud (Hartinger, et al. 2023), el empleo y la productividad (Lai, et al. 2023; Mahendra, A. et al., 2021), los ingresos (Wouter Botzen., et al. 2019) y los impactos fiscales (Welsby, et al. 2021; Deryugina, T. 2022) y financieros (Zhou, F. et al. 2023).

Los desastres socionaturales, impactan enormemente en el Producto Interno Bruto (PIB) de los países perjudicando al crecimiento y al desarrollo de estos, especialmente en aquellos países con mayor exposición al riesgo, donde las entidades corporativas no están exentas del problema. Según los datos del Índice de Vulnerabilidad y Peligro Climático (CHVI), **1,14 billones de dólares** está vinculado a los mercados bursátiles más grandes del mundo, siendo expuesto a graves impactos socioeconómicos para el 2050 (Middleton y Babalola, 2025).

En el contexto regional, el Índice de Gobernabilidad y Políticas Públicas en Gestión del Riesgo de Desastres (iGOPP) elaborado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), destaca que **12 países** de la región cuentan con fondos nacionales para la gestión de riesgos; **28 países** cuentan con planes de ordenamiento territorial con RRD; y **15 países** cuentan con normas de relocalización de asentamientos, destacando que los países en vías de desarrollo poseen seguros **sobre el 5%** de las pérdidas por desastres, mientras que países desarrollado son del **40%**, finalizando que **20 mil millones de dólares** en infraestructura de la región están expuestos a amenazas (Lacambra et al., 2025).

Por su parte, el Informe de Evaluación sobre el Riesgo de Desastres en América Latina y el Caribe (RAR24), constata que el porcentaje en financiamiento de la Asistencia Oficial al Desarrollo (AOD) relacionado con la RRD (promedio para 2005 - 2021), se realiza de una manera desproporcionada, siendo el **93,87%** destinado a otras **categorías de Ayuda Oficial al Desarrollo; un 5,21% a inversión a la Adaptación al cambio climático y, solo el 0,92% de Inversión a la Reducción del Riesgo de Desastres** (UNDRR, 2024, pp. 14).

Los países en desarrollo evidencian una brecha estructural en materia de financiamiento climático y mecanismos de adaptación, la cual se expresa tanto en la insuficiencia de recursos destinados a la RRD como en la asimetría o diferentes trayectorias socioeconómicas (SSP1 y SPP3) frente a los países desarrollados en materia de seguros, fondos, resiliencia institucional como en riesgos asociados a eventos como desertificación, degradación de la tierra e inseguridad alimentaria (IPCC, 2018). A pesar de los avances en normativas, planes de ordenamiento y fondos nacionales, la proporción de inversión internacional sigue siendo marginal respecto a la magnitud de los impactos que afectan a sectores como la salud, la productividad y la estabilidad fiscal. Esta desigualdad se traduce en una vulnerabilidad sostenida que compromete tanto al crecimiento económico como la gobernanza territorial de largo plazo.

Los desafíos críticos radican en superar la dependencia de financiamiento externo, ampliar la cobertura de seguros y mecanismos de transferencia de riesgos, y garantizar que la política industrial y climática se integre con estrategias de desarrollo inclusivo y resiliente. La evidencia sugiere que mientras los países desarrollados han consolidado instrumentos de protección más robustos, América Latina y el Caribe aún muestra fragilidad institucional y baja priorización presupuestaria en RRD. La brecha, por tanto, no es solo financiera, sino también de capacidades estatales, de coordinación interinstitucional y de equidad en la distribución de la ayuda internacional, elementos que condicionan la efectividad de la adaptación y la transformación de las economías que serán discutidas en diferentes instancias, como la COP30 en Brasil.

10.3. ANÁLISIS MACRORREGIONAL DE LOS DESASTRES SOCIONATURALES EN CHILE

10.3.1. COMPORTAMIENTO DE LA OCURRENCIA Y SEVERIDAD EN LOS EVENTOS DE DESASTRES Y SU AFECTACIÓN A LA POBLACIÓN.

El año 2025, el SENAPRED pone a disposición de la ciudadanía el más completo consolidado de eventos de emergencia en Chile entre los años 2015 y 2024. Ello mediante la sistematización de la información registrada en informes de incidentes y emergencias registrados por las Unidades de Alerta Temprana Regionales (UAT). En ella se presentan datos temporales, geográficos, estadísticas de afectación a personas, viviendas, antecedentes y descripción de los eventos, entre otros (SENAPRED, 2025). Además, el Servicio publica anualmente Informes Estadísticos, estados de dos fuentes de información que permiten consolidar el reporte entregado a continuación.

Cuadro 10.7. Distribución de eventos a nivel regional (2015-2024)

Región	Total Eventos	Evento Antópico	Evento Natural
Arica y Parinacota	683	630	53
Tarapacá	1140	972	168
Antofagasta	2125	1884	241
Atacama	2116	1884	232
Coquimbo	2946	2816	130
Valparaíso	3232	2752	480
Metropolitana	5853	5525	328
O'Higgins	7478	6647	831
Maule	4590	3797	793
Ñuble	1593	1191	402
Biobío	4173	3431	742
La Araucanía	4690	4378	312
Los Ríos	3484	3363	121
Los Lagos	3340	3189	151
Aysén	1380	1159	221
Magallanes	1632	1541	91
**Sin definir*	2	1	1
Total	**50457**	**45160**	**5297**

Fuente: Elaboración propia en base a https://bibliogrd.senapred.gob.cl/handle/1671/7120

La distribución de eventos a nivel regional evidencia una marcada concentración en la Región de O'Higgins (7.478), Metropolitana (5.853), Maule (4.590), Araucanía (4.690) y Biobío (4.173), mientras que las regiones extremas como Arica y Parinacota (683) y Ñuble (1.593) presentan cifras significativamente menores. Se destaca del catastro que de un total de **50.457 eventos**, de los cuales el **89.5%** corresponde a **eventos de origen antrópicos,** lo que sugiere que la emergencias en Chile se explican principalmente por factores asociados a la acción humana y actuación con dolo, mientras que los **eventos de origen naturales, representan el 10.5%,** concentrados en las regiones del Biobío, Maule y O'Higgins, siendo territorios con alta exposición a riesgos hidrometeorológicos y geofísicos.

Cuadro 10.8. Registro anual por tipo de evento

Tipo de evento	2022	2023	2024
Incendios	2.055	2.166	2.262
Precipitaciones	33	272	267
Vientos	14	16	20
Marejadas	1	2	5
Actividad volcánica	5	1	5
Tormentas	4	5	2
Tornados	-	1	2
Temperaturas Extremas	-	4	1
Sismos	2	3	1
Remoción en masa	33	-	-
Remoción en masa detonante meteorológico	-	35	27
Remoción en masa geofísica	-	13	4

Fuente: Elaboración propia en base a Informes Estadísticos SENAPRED 2022, 2023, 2024.

Los datos por tipología de eventos, reflejan que los incendios forestales constituyen el principal evento a nivel nacional, con un crecimiento sostenido de 2.055 en 2022 a 2.262 en 2024, lo que confirma su condición de amenaza prioritaria. A este predominio le siguen los eventos de precipitaciones intensas, que tras un alza abrupta en 2023 (272) se mantienen elevadas en 2024 (267), evidenciando la variabilidad climática en el territorio nacional. Otros eventos como marejadas, vientos y actividad volcánica son comparativamente más bajos, aunque persistentes, lo que destaca la multiamenaza y nivel de exposición a la que se encuentran diferentes asentamientos humanos en el territorio.

De estos datos, se puede observar que las **regiones con mayor volumen de eventos** (O'Higgins, Metropolitana, Maule y Araucanía) coinciden con los territorios donde los **incendios forestales, las precipitaciones extremas y las remociones en masa tienen una alta recurrencia**. La tendencia temporal muestra un crecimiento en el número de eventos, lo que sugiere que el cambio climático está amplificando la frecuencia y magnitud de las emergencias.

Cuadro 10.9. Alertas emitidas por año y tipo

Tipo de Alerta	2020	2021	2022	2023	2024
Temprana Preventiva	990	1.278	1.666	1.352	1.702
Amarilla	187	190	180	367	363
Roja	153	122	242	245	292
Total anual	1.330	1.590	2.088	1.964	2.357

Fuente: Elaboración propia en base a Informes Estadísticos SENAPRED 2022, 2023, 2024.

Cuadro 10.10. Alertas emitidas por el Sistema Nacional de Alertas 2024

Regiones	Temprana Preventiva	Amarilla	Roja	Total 2024
Arica y Parinacota	38	5	-	43
Tarapacá	30	4	3	37
Antofagasta	123	-	-	123
Atacama	191	15	5	211
Coquimbo	329	14	4	347
Valparaíso	178	53	45	276
Metropolitana	89	13	33	135
O'Higgins	82	20	24	126
Maule	112	72	34	218

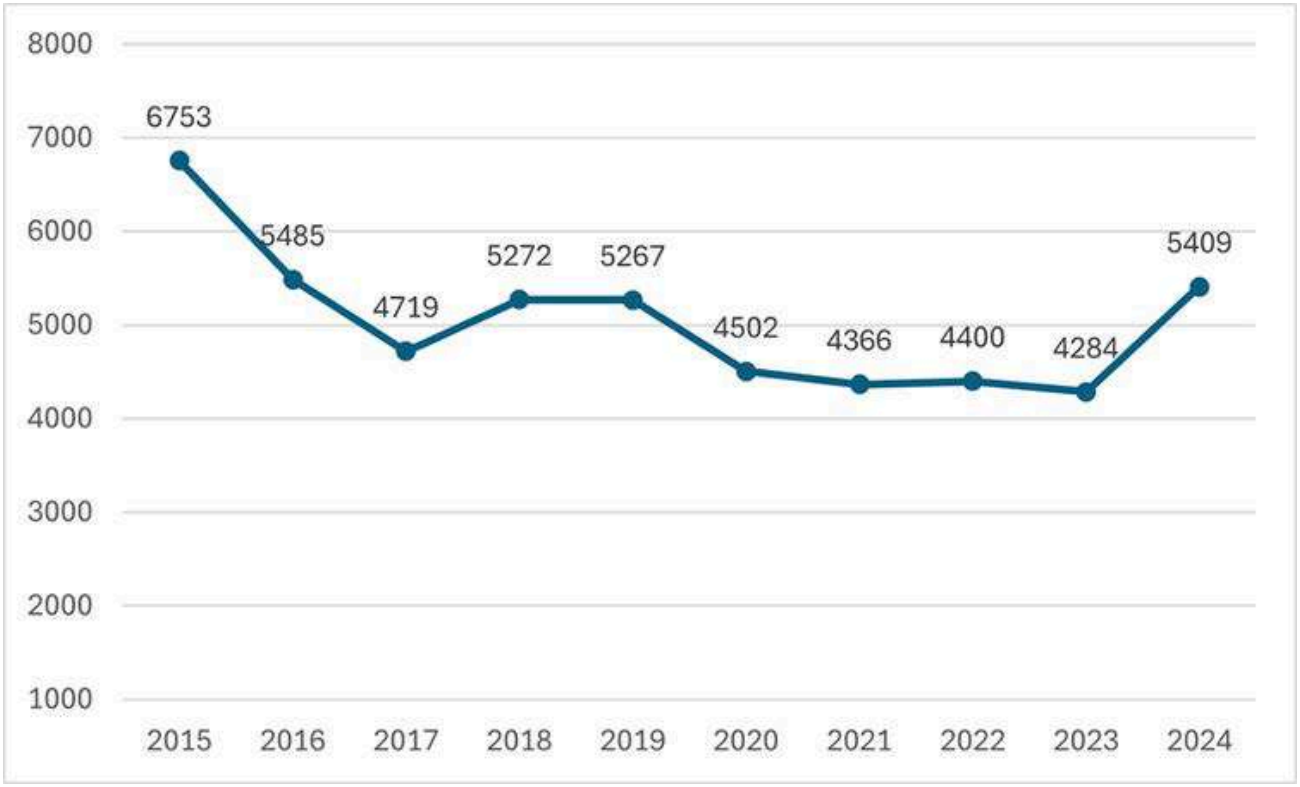
Ñuble	25	23	22	70
Biobío	68	38	34	140
La Araucanía	86	64	69	219
Los Ríos	95	28	6	129
Los Lagos	104	11	13	128
Aysén	18	2	-	20
Magallanes	134	1	-	135
Total	1.702	363	292	2.357

Cuadro 10.9. Alertas emitidas por año y tipo

El Cuadro 10.9 refleja que **en 2024 se emitieron 2.357** alertas, siendo **las alertas tempranas preventivas** con la mayor frecuencia o predominio (1.702), seguidas por las alertas amarillas (363) y las rojas (292). **Las regiones con mayor número de alertas fueron Coquimbo (347), La Araucanía (219), Maule (218) y Atacama (211), lo que evidencia una alta exposición a amenazas o emergencias múltiples, mientras que en regiones como Aysén (20) y Arica y Parinacota (43) registraron los niveles más bajos.**

Respecto al Cuadro 10.10, la evolución de las alertas muestra un crecimiento sostenido en el total anual, pasando de 1.330 en 2020 a 2.357 en 2024, lo que implica **un incremento del 77% en casi cinco años. Las alertas tempranas preventivas destacan como las más numerosas en todo el período,** alcanzando un máximo en 2022 (1.666) y un nuevo aumento en 2024 (1.702). En cuanto a las alertas rojas, asociadas a emergencias de mayor severidad, muestran un alza consistente desde 2021 (122) hasta 2024 (292), reflejando una intensificación en la magnitud de los eventos.

Figura 10.5. Desglose anual eventos registrados



Fuente: Elaboración propia en base a https://bibliogrd.senapred.gob.cl/handle/1671/7120

En el período 2015-2024 (figura 10.5), se registraron 50.457 eventos, con un máximo en 2015 (6.753) y un mínimo en 2023 (4.284). La tendencia fue en descenso entre 2015 y 2023, con caídas relevantes en 2016 y 2017. Sin embargo, en 2024 se observa un crecimiento significativo (5.409), interrumpiendo la trayectoria descendente. Esto demuestra que se podría estar iniciando un nuevo ciclo de aumento en la ocurrencia de emergencias, en línea con el incremento de alertas reportados para el mismo año como de los próximos.

Cuadro 10.11. Afectación general a las personas

Año	Total Afectados	Total Damnificados	Total Albergados	Total Aislados
2015	6742	71697	3281	2425
2016	5480	5722	367	1505
2017	4719	18345	4372	34945
2018	5263	7447	917	17653
2019	2118	14824	925	15691
2020	2233	7835	1176	10041

2021	1759	8348	250	2745
2022	1507	9899	1058	13877
2023	4284	112633	5755	23063
2024	5408	51426	3070	18358
Total general	**39513**	**308176**	**21171**	**140303**

Fuente: Elaboración propia en base a https://bibliogrd.senapred.gob.cl/handle/1671/712

Cuadro 10.12. Afectación crítica a las personas

Año	Total Fallecidos	Total Heridos lesionados	Total Desaparecido	Total Extraviados	Total Evacuados
2015	633	2820	31	19	6747
2016	786	4046	23	63	4583
2017	582	3081	18	114	4577
2018	663	5372	23	74	1064
2019	828	3911	21	61	361
2020	811	2272	18	108	104
2021	957	2772	6	129	174
2022	935	3051	28	93	265
2023	906	3457	66	1531	4284
2024	1028	4355	71	322	5408
Total general	8129	35137	305	2514	27567

Fuente: Elaboración propia en base a https://bibliogrd.senapred.gob.cl/handle/1671/7120

Durante el período 2015-2024 (Cuadro 10.11), se registraron 39.513 personas afectadas, 308.176 damnificados y 21.171 albergados y 140.303 aislados. Se destacan los **años 2015 y 2017 como críticos relacionados a personas damnificadas** (71.697 y 18.345 respectivamente), mientras que los **niveles más altos de personas aisladas se concentran en 2017** (34.945) y 2018 (17.653), reflejando la vulnerabilidad territorial frente a emergencias de gran magnitud. En 2023 se observa un repunte con 112.633 damnificados y 5.755 albergados, lo que constituye uno de los **eventos más significativos de la década**.

En el mismo período, se contabilizan **8.129 fallecidos, 35.137 lesionados, 305 desaparecidos, 2.514 extraviados y 27.567 evacuados**. Del número total de fallecidos, **7.996 personas** tiene relación con **eventos de origen antrópico**, mientras que **133 personas están vinculadas a eventos de origen natural** (SENAPRED, 2025)**.** La mortalidad muestra un aumento paulatino, con cifras máximas en 2024 (1.028), confirmando una **tendencia creciente en la letalidad de los desastres**. Por su parte, los **eventos de origen antrópico suman un total de 24.031 evacuados, mientras que los de origen natural fueron 3.536 evacuados** (SENAPRED, 2025).

El número de lesionados también aumentó en 2024 (4.355), **siendo el registro más alto**, mientras que los evacuados registran casos notables en 2015 (6.747) y 2023 (4.284). Los datos sugieren que la **última parte del período estuvo marcada por emergencias más graves en términos humanos**.
En consecuencia, el período 2015-2024, refleja una **tendencia hacia desastres más complejos, con un crecimiento en las pérdidas de vidas humanas y costos sociales**, siendo necesario fortalecer de suma urgencia las capacidades preventivas y de respuesta.

Cuadro 10.13. Desglose impacto a viviendas

Año	Viviendas con daño menor	Viviendas con daño mayor	Viviendas destruidas
2015	26731	8068	4239
2016	1975	719	802
2017	13043	2586	3488
2018	2413	873	915
2019	3768	2195	1522
2020	2814	919	1178
2021	1412	975	1546
2022	1508	1071	2013
2023	35149	17159	6246
2024	35721	4785	11539
Total general	124534	39350	33488

Fuente: Elaboración propia en base a https://bibliogrd.senapred.gob.cl/handle/1671/7120

Finalmente, referido al impacto a viviendas, el cuadro 10.13, muestra que entre el 2015-2024, se registran 1**24.534 viviendas con daño menor, 39.350 con daño mayor y 33.488 destruidas**, siendo esta última cifra compuesta por un **total de 25.349 viviendas destruidas por eventos de origen antrópico y 8.139 viviendas destruidas por eventos de origen natural** (SENAPRED, 2025). Los años **más críticos o con mayor gravedad** fueron en **2023**, con 35.149 viviendas con daño menor y 17.159 con daño mayor. Y **2024**, que presenta el **mayor número de viviendas destruidas** (11.539) y 35.721 con daño menor. En contraste, los años 2016 y 2021 muestran los impactos más bajos, evidenciando una marcada variabilidad anual en la severidad de los desastres y destacando la concentración de pérdidas materiales en los años finales del período.

10.3.2. LA PERSPECTIVA MACRORREGIONAL

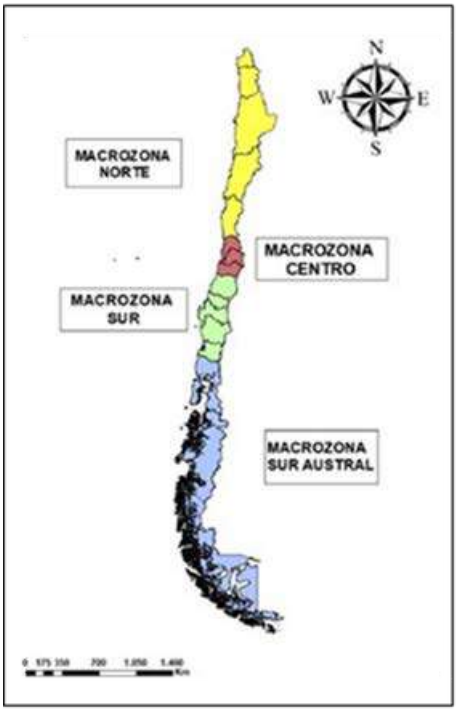
Chile es un país largo y diverso, lo que lo hace suceptible a amenazas diferenciadas. Según la Comisión de Resiliencia Frente a Desastres de Origen Natural (2016), Chile es el país de la OCDE con mayor riesgo y pérdidas, **con un 54% de su población o el 12,9% de su superficie expuesta a tres o más tipos de amenaza.**

Es desde esa directriz que se profundiza el análisis de la relación entre desastres y crisis climática, desplegando una mirada a nivel nacional y macroregional de Chile, siendo el argumento central que las particularidades territoriales requieren de una desagregación en grandes macrozonas especiales, para ahondar la capacidad de entender los desastres específicos y optimizar las respuestas particulares (Galilea, 2020). En esencia, la desagregación territorial de las problemáticas es relevante, ya que: *1) da cuenta de situaciones particulares, 2) el tipo de amenazas y riesgos son diferentes en cada territorio y 3) las posibilidades efectivas de acción se presentan diferencialmente para cada espacio geográfico, social e institucional, 4) permite visualizar espacialmente los "problemas" y "soluciones" y 5) se condice con la descentralización fundamental de la gestión de desastres* (ídem).

La mirada macrorregional para enfrentar los diferentes tipos de desastres, considera la naturaleza y las características de las amenazas y eventos ocurridos, más su vinculación a las características geomorfológicas y climáticas de los distintos territorios, se utiliza la siguiente clasificación:

1. Macrorregión Norte. Conformada por las regiones de Arica y Parinacota; Tarapacá; Antofagasta; Atacama y Coquimbo;
2. Macrorregión Centro. Conformada por las regiones de Valparaíso; Metropolitana de Santiago y, del Libertador Bernardo O'Higgins;
3. Macrorregión Sur. Conformada por las regiones del Maule; Ñuble; Biobío; La Araucanía; Los Ríos y,
4. Macrorregión Austral. Conformada por las regiones de Los Lagos; Aysén, Magallanes y Antártica Chilena.

Figura 10.6. Macrozonas do Chile.



Fuente: Galilea, 2020.

La mirada macrorregional para enfrentar los diferentes tipos de desastres, considera la naturaleza y las características de las amenazas y eventos ocurridos, más su vinculación a las características geomorfológicas y climáticas de los distintos territorios, se utiliza la siguiente clasificación:

A continuación, se brindará un análisis sobre el riesgo de desastres mediante el análisis de sus factores subyacentes a nivel local/comunal.

10.3.2.1. NIVEL MACRORREGIONAL Y FACTORES SUBYACENTES DEL RIESGO

A continuación, se entrará a identificar y analizar los Factores Subyacentes del Riesgo comunal, con datos proporcionados por el SENAPRED ordenados por macrozona. Para ello, se debe entender que estos índices miden: Ordenamiento Territorial, Gobernanza, Cambio Climático y Recursos Naturales, y Condiciones Socioeconómicas y Demográficas. El objetivo de este instrumento es poder "orientar los esfuerzos en el nivel local mediante recomendaciones para acciones y medidas focalizadas, tendientes a reducir los factores subyacentes preponderantes, identificados en los resultados específicos de cada comuna." (SENAPRED, 2025).

Por cada subíndice se encuentran niveles establecidos por comuna, siendo: alto, moderado, bajo y mínimo dependiendo de las variables a analizar, donde estas tributan al ICSFSR.

Cuadro 10.14. Resumen Factores Subyacentes del Riesgo Comunal

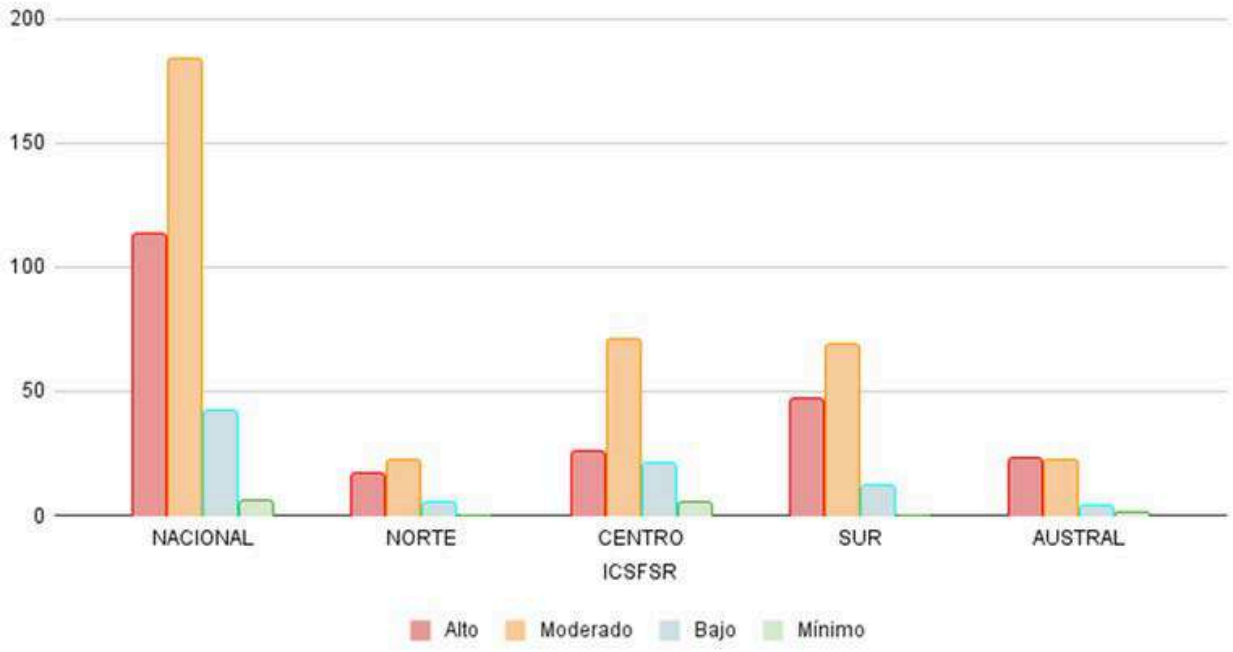
Tipo de índice	Descripción	
Índice Comunal de los Factores Subyacentes del Riesgo de Desastre (ICSFSR)	Representa una medida del nivel de riesgo comunal de los factores subyacentes, que corresponden a aquellos procesos, tanto físicos como sociales, que contribuyen, impulsan, conducen o determinan de forma importante a la construcción, creación o existencia de condiciones de riesgo de desastre en la sociedad. El Índice considera el análisis de cuatro dimensiones: Ordenamiento Territorial; Gobernanza; Cambio Climático y Recursos Naturales; y Condiciones Socioeconómicas y Demográficas.	
	Alto	La comuna se encuentra en un nivel alto superando el rango de aceptabilidad. Requiere implementar acciones de mejora particularmente en aquellas variables de mayor riesgo, para llegar a un nivel de riesgo idealmente bajo o mínimo.
	Medio	La comuna se encuentra en un nivel moderado. Requiere revisar aquellas variables de mayor riesgo y pesquisar oportunidades de mejora, para llegar a un nivel de riesgo bajo o mínimo.
	Bajo	La comuna se encuentra en un nivel bajo; de igual modo se sugiere revisar constantemente las variables de riesgo y pesquisar oportunidades de mejora para llegar a un nivel de riesgo mínimo.
	Mínimo	La comuna se encuentra en un nivel mínimo; de igual modo se sugiere revisar constantemente las variables de riesgo y pesquisar oportunidades de mejora para llegar a un nivel de riesgo mínimo.
Subíndice de Ordenamiento Territorial (OT)	Según la Subsecretaría de Desarrollo Regional (Subdere), el OT corresponde a “la expresión espacial de las políticas económicas, sociales, culturales y ecológicas de la sociedad cuyo objetivo es un desarrollo equilibrado de las regiones y la organización física del espacio según un concepto rector”. Se trata de objetivos y metas que la sociedad involucrada se propone y desea alcanzar, a la luz de las limitantes y potencialidades del territorio.	

Subíndice de Ordenamiento Territorial (OT)	Según la Subsecretaría de Desarrollo Regional (Subdere), el OT corresponde a "la expresión espacial de las políticas económicas, sociales, culturales y ecológicas de la sociedad cuyo objetivo es un desarrollo equilibrado de las regiones y la organización física del espacio según un concepto rector". Se trata de objetivos y metas que la sociedad involucrada se propone y desea alcanzar, a la luz de las limitantes y potencialidades del territorio.
Subíndice de Gobernanza (G)	Se refiere a las diversas formas en que los gobiernos, el sector privado y todos los individuos y las instituciones de una sociedad en general se organizan para gestionar sus asuntos comunes (PNUD, 2010). El concepto de gobernanza incluye mecanismos formales y explícitos tales como legislación, políticas, normas obligatorias y procedimientos administrativos a través de los cuales las sociedades se organizan, y una amplia gama de acuerdos informales e implícitos que intervienen en las relaciones sociales, económicas y políticas y en la gestión del territorio y los recursos.
Subíndice de Cambio Climático y Recursos Naturales (CCRN)	De acuerdo al Panel Intergubernamental de Cambio Climático de las Naciones Unidas, el CC se define como un cambio en el estado del clima que puede ser identificado (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) por cambios en el valor medio de sus propiedades y/o por la variabilidad de las mismas, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales, a forzamientos externos o a cambios antropógenos persistentes en la composición de la atmósfera o en el uso de la tierra. (IPCC, 2013).
Subíndice de Condiciones Socioeconómicas y Demográficas (SD)	La demografía según el instituto Nacional de Estadísticas INE, corresponde a la disciplina que estudia la evolución cuantitativa de la población, mediante indicadores de estado y de movimiento tales como: distribución espacial, fecundidad, mortalidad, migración, entre otros aspectos.

Fuente: Geo Portal Onemi Maps arcgis
https://geoportalonemi.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=a6775bda6d054305a2482efc999d9890

El análisis comparado por macrorregiones (Norte, Centro, Sur y Austral, figura 10.7) evidencia una **clara brecha territorial en los factores subyacentes del riesgo de desastre**, con **mayor severidad en la macrozona Norte y macrozona Austral**, niveles intermedios en el Sur, y **mejor desempeño relativo en la macrozona Centro**. Estas diferencias reflejan **asimetrías históricas en la distribución de capacidades institucionales, de la movilización de recursos financieros y de equipamiento, infraestructura y acceso a información para la toma de decisiones de manera oportuna**.

Figura 10.7. Índice ICSFR por comunas a nivel macrorregional



Subyacentes al Riesgo Comunal.

A nivel nacional, el promedio del ICSFSR (**0.365**) indica que el país se encuentra en un **nivel de riesgo moderado**, con predominio de comunas en rangos medio y alto. Los **patrones comunes** entre las macrorregiones incluyen:

- **Debilidades en la gobernanza territorial**, especialmente en la articulación entre niveles de gobierno.
- **Insuficiente integración del cambio climático** en la planificación local.
- **Desigualdades socioeconómicas y demográficas** que amplifican la vulnerabilidad en los asentamientos humanos; y
- **Falta de planificación territorial estratégica** con enfoque preventivo para reducir riesgos.

Lo anterior, puede representar una integración de varios factores o variables que deben ser revisados con detenimiento. Por ejemplo, **el Índice de Calidad de Vida Urbana (ICVU-2024)**, realiza un índice sintético que mide en términos relativos la calidad de vida urbana de comunas tomando como muestra el tipo de ciudad, tales como: ciudades intermedias (menos de 250 mil habitantes), áreas metropolitanas (más de 250 mil habitantes) y la región metropolitana (que supera el millón de habitantes) (CChC, 2025). A su vez, el índice se compone por 36 variables, que tributan a 6 dimensiones y estás se acoplan en cuatro niveles de índice (alto, medio-alto, medio-bajo y bajo).

Cuadro 10.15. Resultados por 3 Dimensión del total de comunas ICVU según nivel orientadas al ICSFR

Dimensión	Nivel alto	Nivel medio alto	Nivel medio bajo	Nivel bajo
Conectividad y movilidad	17,2%, 17 comunas. 3.066.984 hab.	20.2%, 20 comunas. 3.210.842 hab.	26.3%, 26 comunas. 4.316.587 hab.	36.3%, 36 comunas. 4.059.701 hab.
	37.4%, 37 comunas. 6.277.826 hab.		**62.6%, 62 comunas. 8.376.288 hab.**	
Vivienda y entorno	27.3%, 27 comunas. 3.520.822 hab.	26.3%, 26 comunas. 4.012.677 hab.	23.2%, 23 comunas. 3.682.040 hab.	23.2%, 23 comunas. 3.438.575 hab.
	53.6%, 53 comunas. 7.533.499 hab.		**46.4%, 46 comunas. 7.120.615 hab.**	
Salud y medioambiente	19.2%, 19 comunas. 3.547.503 hab.	17.2%, 17 comunas. 2.406.286 hab.	28.3%, 28 comunas. 4.693.976 hab.	35.3%, 35 comunas. 4.006.349 hab.
	36.4%, 36 comunas. 5.953.789 hab.		**63.6%, 63 comunas. 8.700.325 hab.**	

Fuente: Elaboración propia sistematizada en base a datos del ICVU -2024 (2025).

Respecto a la dimensión **Conectividad y movilidad**, presenta que el **62.6% (62/99)** comunas, se encuentran en un **nivel medio-bajo**, representando que **más del 50%** de las comunas estudiadas, están en dicho nivel. Entre las medidas, se debe promover y desarrollar acciones sobre estados de vías para la prevención o reducción de siniestros de tránsito según deficiencias viales, aumentar el porcentaje de red ciclovía sobre la red vial urbana, disminuir los costos y tiempo del transporte público y mejorar la infraestructura de transporte pública e intermodal con cobertura en zonas mal servidas (ibid., 32) entre otras.

La dimensión **Vivienda y entorno**, refleja que el **46.5% (46/99)** de las comunas, se posicionan el **nivel medio-bajo**, pero bajo el promedio. Las acciones deben centrarse en mejorar la calidad de las viviendas residenciales, tanto en su materialidad de construcción y adaptación, disminuir significativamente el porcentaje de déficit habitacional, disminuir radicalmente el porcentaje de grupos de personas que viven en campamentos o en zonas de riesgo, fomentar y financiar el acceso a servicios como equipamientos urbanos y mayor acceso a áreas verdes (ibid., 33).

En cuanto a la dimensión **Salud y medioambiente**, el **63.6% (63/99)** comunas, también se encuentran en el **nivel medio bajo-bajo**, identificando **ciudades intermedias y áreas metropolitanas**. Para ello, las medidas o cursos de acción deben estar orientadas a potenciar la cobertura de salud primaria, disminuir considerablemente las emisiones de MP2.5 (material particulado) en toneladas anuales, fomentar y contribuir a que las empresas que generen residuos peligrosos para los habitantes cumplan con las exigencias normativas y aumentar el porcentaje de cobertura de red de agua potable para consumo humano y saneamiento (ibid., 36).

a. **Índice ICSFSR Macrorregión Norte (Arica y Parinacota; Tarapacá; Antofagasta; Atacama y Coquimbo)**

Cuadro 10.16. Comportamiento del Índice para la Macrorregión Norte

Promedio índice macrorregión		391
Categoría	**Comunas**	**% de la macrorregión**
Alto	17	3.860%
Moderado	22	50%
Bajo	5	1.140%
Mínimo	0	0%
Total comunas	44	100%

Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por SENAPRED del geoportal de Factores Subyacentes al Riesgo Comunal.

Según el cuadro 10.16, el promedio del ICSFR en la macrorregión Norte alcanza un valor de 0.931, superior al promedio nacional (0.365), lo que representa una mayor exposición y vulnerabilidad estructural en los territorios que la componen. Esta macrozona representa el 12.88% de la población nacional según el Instituto Nacional de Estadísticas (2025), donde el 38.6% (17) de las comunas presentan un nivel alto de riesgo, cifra que se asocia principalmente a la concentración de actividades mineras e industriales (Galilea et al., 2020. pp. 73-105) en entornos áridos y de alta fragilidad ambiental, mientras que el 50% (22) comunas tienen un nivel moderado y solo el 11.4% (5) comunas se identifican con un nivel bajo.

Los factores subyacentes predominantes están relacionados con deficiencias en el ordenamiento territorial, escasa planificación del uso del suelo urbano y rural, y una gobernanza fragmentada en torno a la gestión del agua y los recursos naturales. Asimismo, el cambio climático exacerba la desertificación y la presión sobre los ecosistemas hídricos, tal como lo establece el GAR 2025 en las dimensiones de “Sequías y degradación de la tierra” (cuadro 10.4), donde también se registran episodios de lluvias estivales intensas y poco frecuentes en zonas áridas (INE y MMA, 2019, 2020, 2021, 2023, 2024), reflejando una alta vulnerabilidad del norte y profundizando la inequidad territorial.

El desafío principal para esta macrorregión radica en fortalecer la **planificación territorial integrada**, promoviendo mecanismos de **coordinación interinstitucional** y la **gestión sustentable de recursos críticos**, particularmente el agua. Se requiere, además, mejorar la **capacidad adaptativa comunal** frente a eventos extremos como aluviones, sequías prolongadas y olas de calor.

b. **Índice ICSFSR Macrorregión Centro (Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins)**

Cuadro 10.17. Comportamiento del Índice para la Macrorregión Centro

Promedio índice macrorregión		317
Categoría	**Comunas**	**% de la macrorregión**
Alto	26	2.110%
Moderado	71	5.770%
Bajo	21	1.710%
Mínimo	5	410%
Total comunas	123	100%

Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por SENAPRED del geoportal de Factores Subyacentes al Riesgo Comunal.

Con un promedio del **0.317** (cuadro 10.17), la macrorregión Centro presenta el **nivel más bajo de riesgo relativo del país**, aunque el **57.7% (71)** de las comunas se ubican en nivel moderado, lo que evidencia una situación de riesgo **latente y heterogénea**. La macrorregión **concentra la mayor densidad poblacional (del orden del 55.6%)** según el Instituto Nacional de Estadísticas (2025) y la mayor actividad económica del país, por lo que el **riesgo no se manifiesta tanto por exposición geográfica**, sino por **presiones urbanas y sociales** derivadas del crecimiento metropolitano y sus alrededores (Galilea, 2021). Por su parte, el **21.1% (26)** comunas están en un nivel alto de exposición de riesgo, un **4.1% (5)** comunas en un **nivel mínimo** y el **17.1% (21)** de las comunas restantes en un **nivel bajo** de exposición de algún tipo de riesgo.

Por tanto, se pueden identificar los **patrones de riesgo** a la asociación de **inequidad en las condiciones socioeconómicas y demográficas** (IPCC, 2019), la **expansión urbana no planificada**, la pérdida de suelo agrícola, sequías prolongadas (DGA 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025) y la **vulnerabilidad de los sistemas de infraestructura crítica**. Aunque la gobernanza territorial es más desarrollada en comparación con otras zonas, persisten **brechas en la articulación entre los diferentes niveles de gobierno** y en limplementación de instrumentos de gestión del riesgo a escala local. El desafío clave es avanzar hacia un modelo de **gobernanza tanto metropolitano como regional adaptable y resiliente**, que incorpore la gestión de RRD y la adaptación al cambio climático en los planes reguladores comunales, carteras de proyectos de inversión y de desarrollo urbano.

c. Índice ICSFSR Macrorregión Sur (Maule; Ñuble; Biobío; La Araucanía y Los Ríos)

Cuadro 10.18. Comportamiento del Índice para la Macrorregión Sur

Promedio índice macrorregión		384
Categoría	**Comunas**	**% de la macrorregión**
Alto	47	3.670%
Moderado	69	54%
Bajo	12	940%
Mínimo	0	0%
Total comunas	128	100%

Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por SENAPRED del geoportal de Factores Subyacentes al Riesgo Comunal.

El cuadro 10.18, representa el promedio de **0.384**, posicionando a la macrorregión sur en un **nivel de riesgo superior al promedio nacional**, con un **36.7% (47)** de comunas en **nivel alto** y **53.9% (69)** en **nivel moderado.** El patrón dominante es la coexistencia entre **altos niveles de vulnerabilidad social y ruralidad** con una **amplia exposición a amenazas naturales** (Galilea, 2020, pp. 171-202), como inundaciones, erupciones volcánicas, incendios forestales y deslizamientos, donde el **25.19%** de la población nacional se concentra (Censo 2024). Solo el **9.4% (12)** comunas se encuentran en un **nivel bajo** de exposición al riesgo.

La **dependencia económica de recursos naturales** -en el caso de Chile cercano a 22.514 millones de euros (GAR 2025)-, y la dispersión territorial generan limitaciones en la capacidad institucional local para la prevención y respuesta ante desastres. Además, las **condiciones socioeconómicas y demográficas** (Censo 2024 e IPCC, 2019) -como pobreza, envejecimiento y aislamiento geográfico- intensifican los factores subyacentes del riesgo.

Entre los **principales desafíos** destacan el fortalecimiento de la **gobernanza local y comunitaria del riesgo**, la **planificación intercomunal** en torno a corredores de infraestructura y conectividad, y el fomento de e**strategias de desarrollo territorial sostenible** que reduzcan las vulnerabilidades estructurales

d. Índice ICSFSR Macrorregión Austral (Los Lagos; Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, y Magallanes y de la Antártica Chilena)

Cuadro 10.19. Comportamiento del Índice para la Macrorregión Austral

Promedio índice macrorregión		409
Categoría	**Comunas**	**% de la macrorregión**
Alto	23	4.600%
Moderado	22	44%
Bajo	4	800%
Mínimo	1	200%
Total comunas	50	100%

Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por SENAPRED del geoportal de Factores Subyacentes al Riesgo Comunal.

La macrrorregión Austral (cuadro 10.19) presenta el mayor promedio del **índice (0.409)**, evidenciando la **condición de riesgo más elevada del país**. El **46% (23)** de las comunas se encuentran en **nivel alto**, solo un **2% (1)** logra un **nivel mínimo**, **44% (22)** están en un **nivel moderado** y **8% (4)** están en un **nivel bajo de exposición de riesgo**. Esta situación representa una estructura territorial de **alta fragilidad ambiental**, marcada por la **exposición a condiciones climáticas extremas** como amenazas hidrometeorológicas, remoción en masa, nevadas y sequías (Galilea, 2020, pp. 203-221), la **escasez de infraestructura crítica**, y la **baja densidad poblacional,** solo representando aproximadamente el **6.26% de la población nacional (Censo 2024).**

El aislamiento geográfico y las limitaciones en conectividad física y digital dificultan la **implementación de políticas preventivas y de adaptación**, generando una dependencia significativa del nivel central en la toma de decisiones. Las condiciones socioeconómicas y demográficas (IPCC, 2019), particularmente la **dispersión poblacional y la limitada diversificación productiva**, agravan las brechas territoriales.
El **desafío estructural** es promover una **descentralización efectiva** que permita fortalecer la capacidad institucional y técnica de los gobiernos locales, además de **incorporar criterios de riesgo y resiliencia en la planificación de infraestructura pública, conectividad y telecomunicaciones**.

En conclusión, **Chile presenta una vulnerabilidad estructural y territorial diferenciada**, que exige que la actual **Política Nacional de Reducción de Riesgo de Desastres** y el gran ecosistema de políticas y programas realicen mayores esfuerzos para la implementación de estrategias e instrumentos con **enfoque territorial y multiescalar**. Se requiere avanzar hacia una **planificación integrada del desarrollo y la reducción del riesgo**, fortaleciendo la **coherencia interagencial** y promoviendo las **capacidades locales de adaptación y resiliencia**, con especial atención a las **regiones extremas, rurales y periféricas** donde las brechas o las condiciones de vulnerabilidad son más pronunciadas.





FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

10.3.3. PRINCIPALES DESASTRES 2022-2025

10.3.3.1. INUNDACIONES JUNIO 2023 Y JUNIO 2024 (ZONA CENTRO-SUR)

Entre junio de 2023 y junio de 2024, se originaron eventos hidrometeorológicos que como impacto fueron muy negativos en diferentes lugares del país dejando grandes y graves estragos. La cantidad de lluvia que se concentró en la zona centro-sur superó los registros históricos, siendo similares y equivalentes al llenado de unos **200 embalses del tamaño de El Yeso**, dentro del orden de los **50 mil millones de metros cúbicos** (Garreaud, 2024).

Figura 10.8. Precipitación acumulada ene estaciones de Chile entre junio de 2024 y junio de 2023

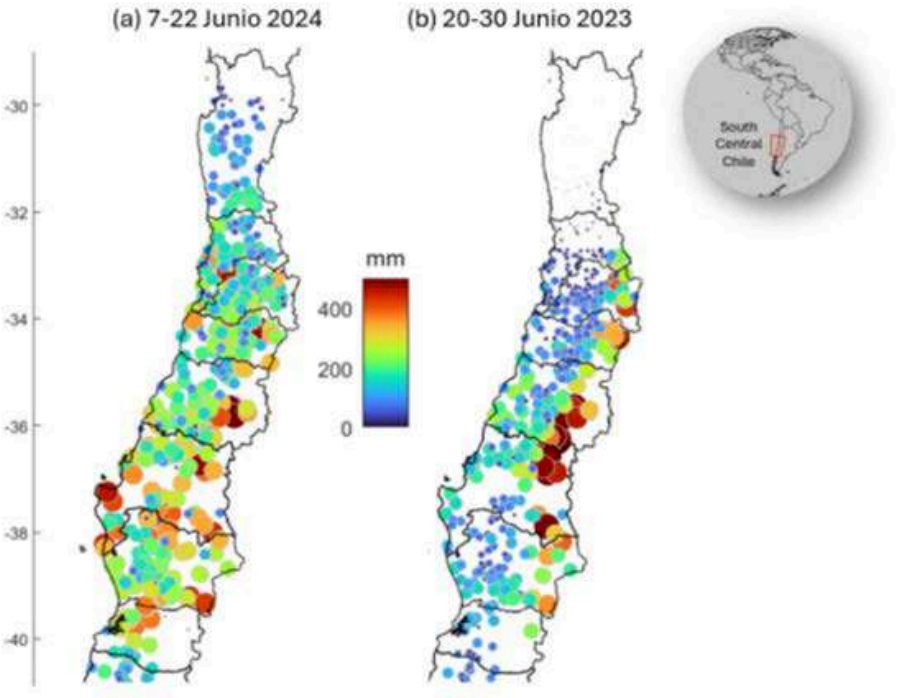


Figura 3. Precipitación acumulada en estaciones de Chile central (DGA, DMC y Agromet) durante el periodo (a) 7-22 de junio de 2024 y (b) 20-30 de junio 2023. Datos horarios desde DMC, DGA, CEAZA, Agromet y RedMeteo, obtenidos desde VisMet.

Fuente: Extraído desde DMC, DGA, CEAZA, Agromet y RedMeteo, obtenidos desde VisMet.

En el año 2023, se registró un solo evento de precipitaciones pero que se extendió hasta seis días en algunas estaciones, donde el pulso inició en forma casi simultánea entre la región de Los Lagos y la Metropolitana (45-33°S) y, posteriormente, las precipitaciones más intensas se acumularon sobre los 10 mm/hr, manteniéndose estacionarias entre las regiones de O'Higgins y de Ñuble (ídem).

Esto generó impactos sociales y ambientales donde las autoridades tuvieron que decretar estado de catástrofe en las regiones afectadas, teniendo reportes del SENAPRED a nivel nacional de **casi 10.000 personas aisladas, 6.000 damnificados y personas fallecidas y desaparecidas** (Garreaud, 2023) y, la identificación de infraestructura pública afectada por cortes de caminos, decenas de puentes inhabilitados, suspensión del suministro de agua potable en zonas urbanas y rurales (ídem), detectando a su vez, la ubicación de otras amenazas como deslizamientos, caídas de rocas e inundaciones ubicadas en la Desembocadura del Río Maipo (Olivares et al., 2023), entre otras ubicaciones expuestas al riesgo.

En 2024, las precipitaciones aparecen en la región de Los Lagos (entre 45-40° S), avanzando hacia el norte hasta alcanzar la región de Coquimbo (30°S) (Garreaud, 2024). Posteriormente, se detectan tres pulsos de precipitación comenzando en la zona sur y avanzando hacia el norte, con alcances distintos donde las lluvias son más significativas (ídem). Según los reportes del SENAPRED, entre los días 16 y 23 de junio de ese año, los temporales produjeron daños en **más de 11 mil viviendas y causaron masivos cortes del suministro eléctrico y la contabilización de sobre 3 mil personas aisladas, además de reporte de decenas de cortes de caminos y puentes** (ídem).

El origen de estos eventos hidrometeorológicos se producen por los **ríos atmosféricos** (TAR, por sus siglas en inglés), que es un nombre relativamente nuevo (Zhu y Newell, 1998), siendo un fenómeno donde la intensidad de un AR se mide por el transporte integrado de vapor de agua y calor hacia los polos desde los trópicos, alimentando la cinta transportadora cálida de ciclones y precipitaciones frontales (Garreaud et al., 2024), según la clasificación de los **ríos en cinco categorías** (Ralph et al., 2019): débil o moderado (AR de categoría 1-2); intenso (AR de categoría 4-5), eventos más peligrosos causando inundaciones y aluviones (Garreaud, 2023), donde nuestro país históricamente (Viale et al., 2018) está expuesto a este tipo de fenómenos.

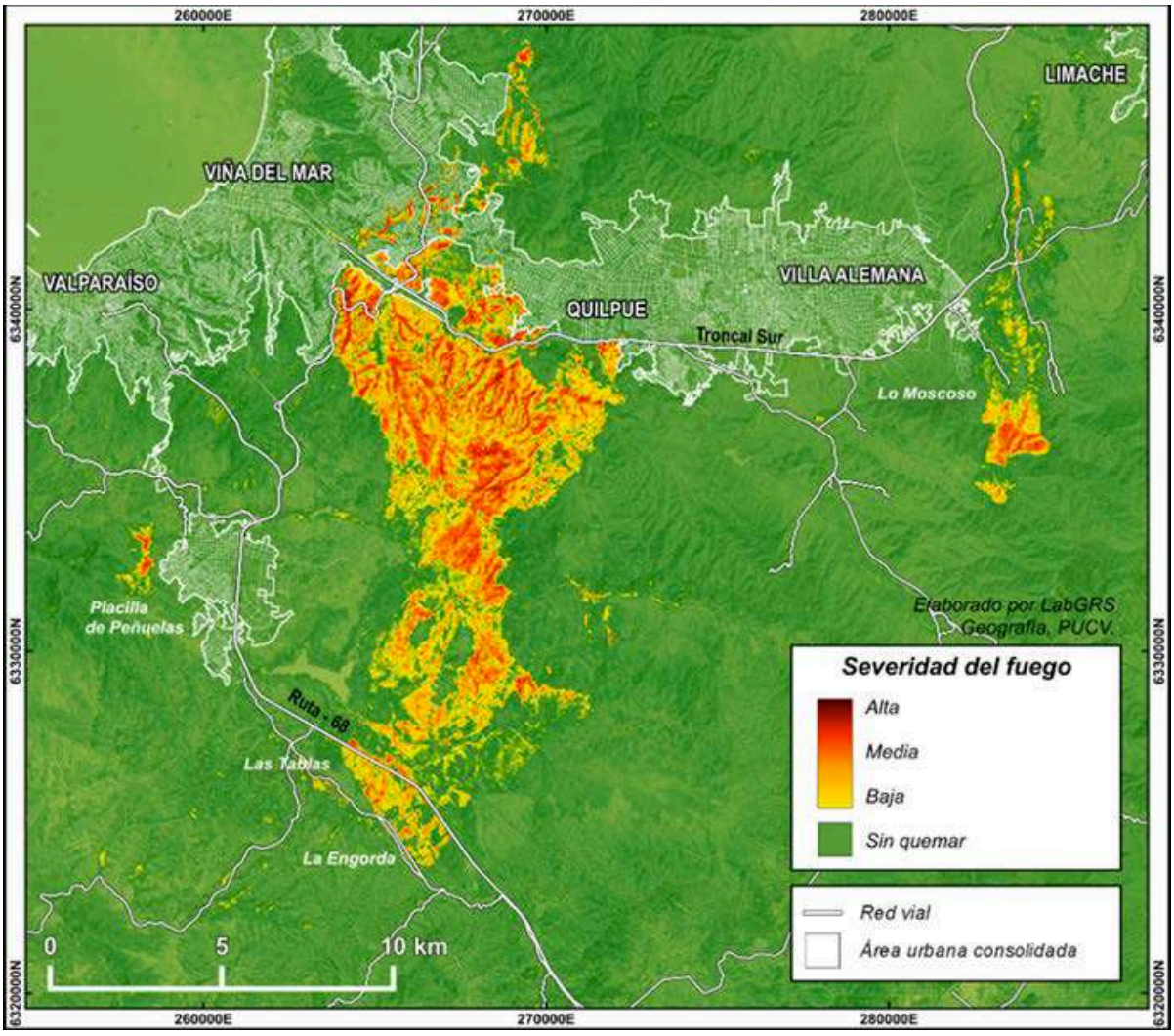
En síntesis, los eventos acontecidos en junio de 2023-2024 en la zona centro-sur de Chile, reflejan una **intensificación de las precipitaciones extremas asociadas a ríos atmosféricos**, generando graves impactos humanos y de infraestructura. La magnitud inédita de las lluvias **evidenció la alta vulnerabilidad del territorio** y la urgencia de fortalecer los sistemas de alerta temprana, la planificación territorial y las medidas de adaptación ante el aumento de eventos hidrometeorológicos severos.

10.3.3.2. INCENDIOS FORESTALES TEMPORADA 2023-2024

Los megaincendios en Chile son cada vez más frecuentes, intensos y dinámicos, constituyéndose como "(...) fenómenos socioecológicos complejos que requieren de un trabajo interdisciplinario para diseñar medidas de prevención, mitigación y preparación, que logren disminuir sus impactos de manera efectiva." (González, M.E. et al., 2020).

Según el balance de incendios por temporada 2023-2024 entregada por la Corporación Nacional Forestal (CONAF), hubo una disminución en la ocurrencia de incendios como en superficies consumidas por éstos, cuya cifra comparativa fue de **71.923 hectáreas afectadas**, siendo un **83% menos** que el período 2022-2023, que afectaron **428.343 hectáreas** (Corporación Nacional Forestal, 2024). Pese a lo anterior, la emergencia ocurrida en el mes de febrero de 2024 en la Región de Valparaíso, especialmente denominado como el *incendio Complejo Las Tablas - Reserva Nacional Lago Peñuelas*, representó un comportamiento de incendio de Sexta Generación (ídem), **afectando 9.215,9 hectáreas quemadas**, incluyendo sectores urbanos, agrícolas y forestales en 5 comunas de la región (Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué, Villa Alemana y Limache).

Figura 10.9. Mapa de Severidad del incendio 2024



Fuente: Extraído del Laboratorio de Geoinformación y Percepción Remota PUCV. Incendio estimado a partir del cálculo del índice dNBR usando las imágenes Landsat. Véase en: https://www.pucv.cl/uuaa/labgrs/general/mega-incendio-2024

Este desastre dejó un **total estimado de 9.828 edificaciones afectadas** en la comuna de Viña del Mar, y sectores que concentran la mayor afectación por pérdida total fueron Los Almendros, Villa Independencia, Villa Arauco, Alto Horizonte, El Olivar I y II, Villa Hermosa y Villa Rogers, donde el catastro por daños de infraestructura fue levantada en terreno mediante 136 puntos principales, siendo **47 (34.6%) de infraestructura crítica, 38 (27.9%) equipamiento vecinal o urbano y 51 (37.5%) a la categoría otros, zonas límites de afectación o viviendas siniestradas** (Martínez et al., 2024)

Siguiendo con las estimaciones de daños catastradas, la infraestructura crítica fue la mayor cantidad de afectación que corresponde a la industria de diverso tipo (29.8%), zonas con postes de alumbrado público (23.4%), transporte público tales como garitas de buses y línea de tren (6.4%), torres de alta tensión (4.3%), un colegio y un CESFAM (21%), cuyo **nivel de daño en la infraestructura crítica se estableció en 46.8% con daño parcial (46.8%) y un 53.2% daño completo** (ídem).

Respecto a la **identificación de factores de vulnerabilidad**, una investigación realizó un análisis basado en modelo con base en el Machine Learning (ML), donde se identificaron cinco variables más importantes para predecir el daño, siendo estos (Aguirre et al., 2024):

- **Elevación:** La altura relativa a la unidad más baja en el área estudiada.
- **Distancia al vecino más cercano:** La proximidad a la vivienda más cercana.
- **Distancia al borde del grupo de viviendas:** La cercanía al límite del conjunto de casas.
- **Distancia al área vegetada:** La distancia a la vegetación circundante; y
- **Distancia al punto probable de ignición del incendio:** La proximidad al lugar donde es más probable que se inicie un incendio.

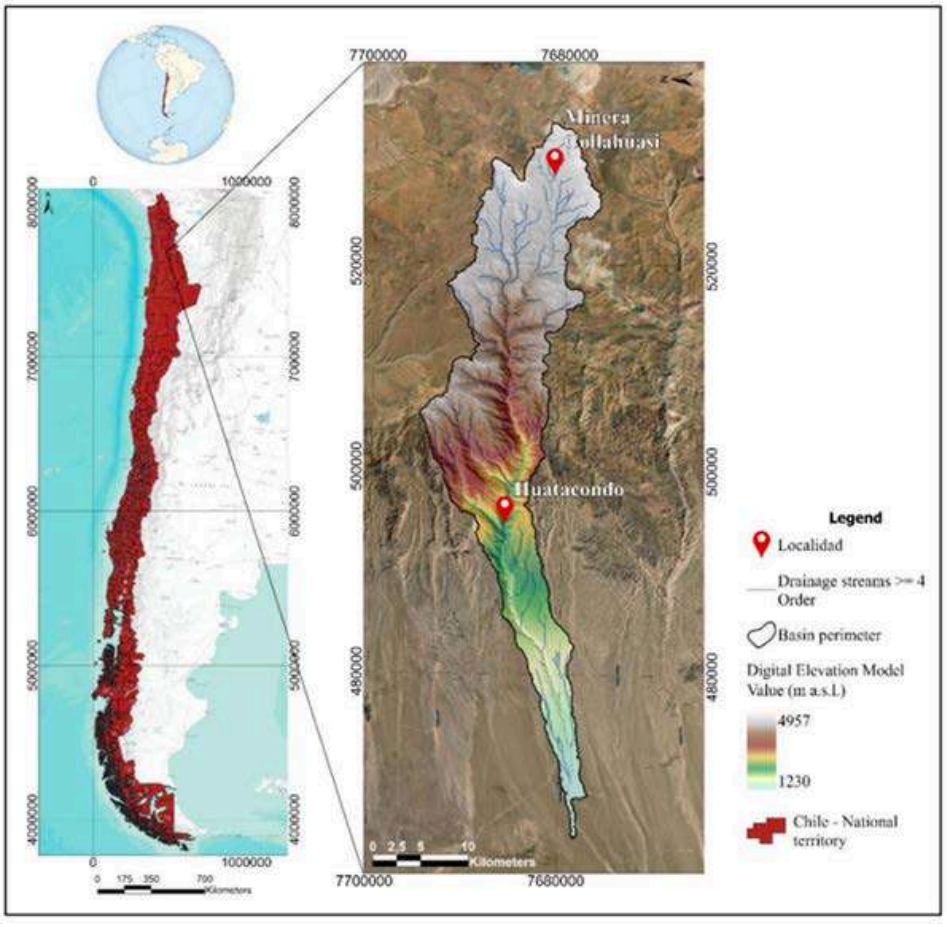
A esto, se le debe sumar dos variables: una sobre los instrumentos de planificación, gestión y ordenamiento territorial (IPT/IOT), donde ninguna de las comunas afectadas por el megaincendio tenían actualizados sus Planes Reguladores (Valparaíso, 2018; Viña del Mar, 2016; Quilpué, 2024 y Villa Alemana, 2002), donde el factor o área de riesgo tampoco estaba articulada en estos instrumentos (Martínez et al., 2024); y segunda, el nivel socioeconómico de la población, donde se identifica el material de viviendas que están construidas con materiales ligeros, proporcionando diferentes factores que influyen en la vulnerabilidad y exposición a incendios (Aguirre et al., 2024).

Los megaincendios en Chile evidencian importantes brechas y desafíos en la gestión de riesgo y la planificación territorial. A pesar de que la temporada 2023-2024 registró una reducción del 83% en la superficie afectada respecto del período anterior, el megaincendio de Valparaíso expuso la vulnerabilidad estructural del territorio, con más de 9.800 edificaciones dañadas y afectación significativa de infraestructura crítica. La limitada actualización de los instrumentos de ordenamiento territorial y la alta exposición de viviendas en zonas de interfaz urbano-forestal amplifican la severidad de los impactos. Estos eventos ponen de manifiesto la necesidad de fortalecer las capacidades institucionales, integrar la gestión del riesgo en la planificación local y desarrollar políticas intersectoriales y preventivas que reduzcan la exposición y aumenten la resiliencia frente a incendios de sexta generación.

10.3.3.3. ALUVIONES EN LA ZONA NORTE EN 2025

Entre el 25 y 26 de junio de 2025, en la localidad de Huatacondo, Región de Tarapacá, se produjo un aluvión que alcanzó un metro de altura, debido a las inusuales y fuertes lluvias (Barril Cid, 2025), cuyos daños fueron identificados en autos enterrados en el barro, al **menos 170 personas afectadas, 25 viviendas con daños, caminos habilitados y la posta rural como otros servicios públicos quedaron comprometidos gravemente** (Roldán, 2025), perjudicando la cotidianeidad y calidad de vida de los habitantes.

Figura 10.10. Ubicación sub-cuenca de Huatacondo, Región de Tarapacá



Fuente: Extraído de Roldán (2025. pp. 2).

A pesar del aislamiento geográfico de la localidad, Huatacondo tiene particularidades geológicas, geomorfológicas y climáticas que lo hacen **susceptible al desarrollo de amenazas hidrometeorológicas** (ídem). Entre los factores que lo hacen potencialmente riesgoso para la población, se debe a que la **planificación territorial** de la localidad no es la adecuada, puesto que, el asentamiento humano está emplazado en una zona o paño cercano a la quebrada de los cerros que cuenta con viviendas construidas sobre la ladera del cerro, con alta pendiente y justo a la salida de la quebrada (Barril Cid, 2025).

A su vez, los **factores antropogénicos**, como el desarrollo de productividad minera extractivista en la zona alta de la cuenca, genera la incertidumbre a la caracterización hidrológica, modificando la disponibilidad de sedimento como de patrones de escurrimiento superficial (Roldán, 2025).

Otro factor a considerar es la **isoterma 0 °C**, que actuó como un umbral durante el evento, presentando oscilación altitudinal significativa, modificando la extensión del área expuesta a temperaturas positivas y a una mayor captación de aguas lluvias (ibid., 15 y 16).

En síntesis, la exposición se ve potenciada por factores territoriales y antropogénicos, incluyendo la ubicación de los asentamientos próximos a quebradas y laderas, la actividad minera en la cuenca y la insuficiente planificación urbana. Adicionalmente, la oscilación de la isoterma 0 °C, aumentó la capacitación de aguas lluvias y la extensión del área afectada. Este tipo de eventos **subraya la necesidad de fortalecer la gestión del riesgo, la planificación territorial preventiva y la adaptación local frente a amenazas recurrentes de alta intensidad.**

10.4. EVOLUCIÓN INSTITUCIONAL 2023–2025

10.4.1 TRANSICIÓN DE ONEMI A SENAPRED.

La Ley 21.364 transforma la antigua ONEMI en el SENAPRED, creando un sistema descentralizado para la gestión del riesgo de desastre, además establece nuevos instrumentos, principios y mecanismos de financiamiento para el fortalecimiento de la resiliencia ante la ocurrencia de desastres.

A Poco más de dos años de publicada la Ley 21.364, en Octubre de 2023 se publica el Decreto 86, Reglamento que regula los Organismos Técnicos para el monitoreo de amenazas; Organismos Técnicos para el monitoreo sectorial; los Instrumentos para la Gestión del Riesgo de Desastres; y los Procedimientos de elaboración de los Mapas de Amenaza y los Mapas de Riesgo. Decreto que consolida el marco normativo y técnico del Servicio, determinando procedimientos, responsabilidades y herramientas para la GRD. Además determina a SENAPRED como supervisor nacional de la elaboración y ejecución de todos los instrumentos de gestión del riesgo, la responsabilidad en la elaboración de un plan anual de supervisión, la coordinación de simulacros y ejercicios. Todo ello debiendo considerarse criterios de adaptación al Cambio Climático.

En este reglamento se definen diversos Organismos Técnicos vinculados a la GRD para el Sistema de Alerta Temprana y el Monitoreo Sectorial, entre ellos se encuentran Superintendencias, Ministerios, Conaf, DGA, CCHEN, CSN, SHOA, SERNAGEOMIN, DMC, entre otros. Los cuales deben reportar al Servicio sobre el estado de las amenazas.

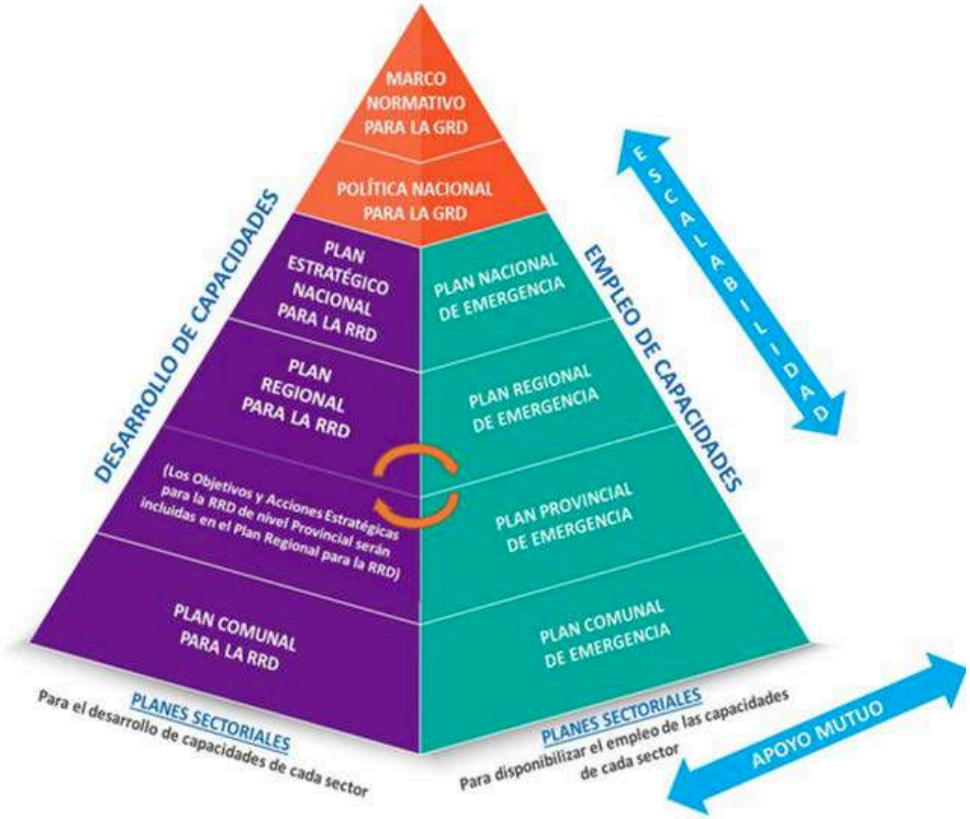
Respecto a los Instrumentos de Gestión del Riesgo de Desastres, el reglamento describe los tipos de instrumentos, su estructura y contenido, plazos, además de responsabilidades asociadas a su elaboración, evaluación y actualización. Los Instrumentos descritos son:

a) Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres.

b) Planes para la Gestión del Riesgo de Desastres; éstos se clasifican en:
i. Plan Estratégico Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres.
ii. Planes para la Reducción del Riesgo de Desastres en los niveles regionales, provinciales y comunales, para las fases de mitigación y preparación.
iii. Planes de Emergencia y sus anexos, en el nivel nacional, regional, provincial y comunal, en la fase respuesta.

c) Planes Sectoriales para la Gestión del Riesgo de Desastres.
d) Mapas de Amenaza.
e) Mapas de Riesgo.
f) Sistema de Alerta Temprana.
g) Sistema de información.
h) Otros instrumentos de gestión aprobados de conformidad al artículo 37 de la Ley.

Figura 10.11. Marco normativo para la GRD



Fuente: SENAPRED, s.f.

El Reglamento a su vez define el Sistema de Alerta Temprana, el Sistema de Información, el Procedimiento de elaboración y validación de Mapas de Riesgo y Amenaza. Respecto a la supervisión de las actividades relacionadas a la GRD y los instrumentos, el Servicio es la entidad encargada de supervisar todas las actividades, debiendo asegurar la coordinación y eficacia de los instrumentos. Velando por la elaboración de planes para la GRD en todos sus niveles, que presenten acciones y medidas concretas, contemplen el desarrollo de simulacros, aumento de capacidades técnicas. Además deben entregar orientaciones técnicas de acceso público, coordinar los organismos técnicos en el monitoreo de amenazas, implementación de acciones de control y ejercer dentro de sus facultades en pos de la reducción de vulnerabilidades y mitigación de desastres a nivel nacional.

10.4.2. SÍNTESIS DEL ESTADO DE AVANCE DEL PENRRD (2020-2024)

La nueva Ley viene acompañada de una Política Nacional para la Reducción de Riesgos de Desastres (PNRRD) abarca desafíos como la reducción del grado de exposición, la disminución de la vulnerabilidad y la continuidad del proceso de desarrollo al establecer las directrices para fortalecer la GRD en el país. En ella se define el Plan Estratégico para el periodo 2020-2030 que define 280 metas a lograr para 5 ejes prioritarios: 1) Comprender el Riesgo de Desastres; 2) Fortalecer la Gobernanza del Riesgo de Desastres; 3) Planificar e Invertir en la Reducción del Riesgo de Desastres para la Resiliencia; 4) Proporcionar una Respuesta Eficiente y Eficaz; y 5) Fomentar una Recuperación Sostenible (ONEMI, 2020). El Servicio en sus informes de gestión entregó en 2024 los siguientes resultados de avance de dicho plan como se puede observar en el cuadro 10.20.

Cuadro 10.20. Estado de avance metas PENRRD (2020-2024)

Estado Metas	N° de metas	% del total
Cumplida en plazo	60	214%
Cumplida fuera de plazo	37	132%
En ejecución en plazo	14	50%
En ejecución fuera de plazo	27	96%
No iniciada en plazo	107	382%
No iniciada fuera de plazo	10	36%
Por evaluar	9	32%
No cumplida	16	57%
Total	280	100%

Fuente: Elaboración propia en base a Informe de Gestión Plataforma Nacional para la RRD Año 2024, SENAPRED 2024.

Del Cuadro 10.20 podemos desprender que hay un avance significativo en la ejecución del PENRRD a la fecha considerando el horizonte temporal que tiene para su ejecución completa y que al momento de la evaluación aún queda más de la mitad del periodo. El **38.2%** de las metas No iniciadas se encuentran en plazo y sólo un **3.6%** pertenecen a metas que no han sido iniciadas y se encuentran fuera de plazo, escenario bastante alentador para el cumplimiento ideal de metas en plazo. Por ese lado, a la fecha se muestra una gran cantidad de metas, tanto Cumplidas como en Ejecución, fuera de plazo, llegando en el caso de las medidas en ejecución a sobrepasar las medidas dentro de plazo con un **5%**. Las metas No cumplidas representan un **5.7%**, y su calidad de metas anuales impide cumplirlas fuera de plazo por lo que es un valor que sólo puede crecer y, considerando los años restantes de ejecución, este valor devela complejidades no menores en la planificación y la capacidad de ejecución real del plan. A grandes rasgos, al momento actual una de cada cinco medias se encuentra cumplida en plazo **(21.4%)**, presentando un **desafío para los años futuros en mantener y mejorar este indicador de desempeño**, debiendo acelerar la ejecución de medidas para dar cumplimiento a los objetivos.

10.4.3. FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

10.4.3.1. FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN.

El Servicio, a través de su Academia SENAPRED fomenta y fortalece la transmisión de conocimiento para la reducción del riesgo de desastres a través de programas de formación, capacitación y extensión de forma constante, ello buscando desarrollar una cultura preventiva y resiliente. Teniendo como público objetivo de sus diferentes programas, a todos los integrantes del Sistema Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SINAPRED).

En cuanto a actividades de formación y capacitación mediante cursos e-learning, la Academia en 2022 (SENAPRED, 2022), contó con una participación de 5.354 personas. En 2023, 11.561 personas inscritas (SENAPRED, 2023); en 2024, se tuvieron 6.634 inscritos (SENAPRED, 2024). Además de la realización de cursos presenciales, visitas académicas, vinculación con diplomados y postítulos en gestión del riesgo.
También a lo largo de los años ha elaborado manuales y guías de seguridad escolar en el marco del Plan Integral de Seguridad Escolar (PISE). El Programa CERT o Equipo Comunitario de Respuesta a Emergencias también se desarrolla para la orientación de equipos comunitarios en la acción frente a emergencias. A su vez, se han generado guías temáticas que incorporan temáticas relevantes en la gestión del riesgo como género, mascotas, lactancia y familias. Herramientas que sin duda año a año van fortaleciendo la cultura nacional de autocuidado y prevención.

Quizás uno de los roles más fundamentales del quehacer del Servicio que puede impactar directamente el desempeño de la comunidad en una emergencia es el desarrollo de Simulacros. En estos ejercicios en terreno se coordina la evacuación masiva de la comunidad frente a un escenario ficticio de emergencia, desastre o catástrofe, ello implica activar la movilización y distribución de recursos tanto humanos, materiales y de equipamiento por parte de las organizaciones que confirman el SINAPRED para lograr una fluida evacuación de la población. En estas instancias a su vez, se prueban instrumentos de GRD y roles de los diferentes organismos, además de la activación de sistemas de alarmas, puntos de encuentro y vías de evacuación previamente definidas.

Ejemplo de la magnitud de ello es el reciente simulacro realizado en la Región de Valparaíso donde se ejecutó una evacuación por terremoto y tsunami en el borde costero del territorio. En él participaron más de 125.000 personas, 250 establecimientos educacionales y 19 comunas de la región incluyendo a Juan Fernández y Rapa Nui. 25 autoridades regionales y 400 Carabineros, entre otros (SENAPRED, 2025).

Cabe destacar que no sólo el SENAPRED guía y opera ante emergencias, sino que también desde la academia y el tercer sector realizan esfuerzos para contribuir a la reducción de riesgos. Por ejemplo, se encuentra el **Programa de Reducción de Riesgos y Desastres (CITRID)**, cuyo objetivo es *"promoción de la docencia, formación, investigación y divulgación de conocimientos referentes al manejo de riesgos socionaturales y su prevención."* (CITRID, 2025). Dicho programa está compuesto por académicas/os de diferentes facultades e institutos de la Universidad tales como la psicología, economía, ingeniería, sismología, sociología, climatología, medicina, derecho, geografía y arquitectura entre otras (ídem).
La idea central del programa es convertir **la gestión de desastres** un eje fundamental en el país, dada su condición de **"laboratorio natural"** para investigar y monitorear diversos eventos (ídem) que ocurren en los diferentes territorios.

Por su parte, el **Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres (CIGIDEN)**, fue una iniciativa de investigación científica posterior al terremoto y tsunami del 27F en Chile. Su trayectoria nace en el año 2012 como un Centro FONDAP-ANID referente en gestión del riesgo de desastres, desarrollando seis líneas de investigación: riesgos geológicos, amenazas hidrometeorológicas, infraestructura crítica, gobernanza del riesgo, construcción social del riesgo y transferencia del conocimiento (CIGIDEN, 2025).

Su impacto ha llevado a una producción científica muy significativa en revistas de alto impacto, con una amplia difusión y divulgación, incidencia en políticas orientadas a planes de reconstrucción, normativas y nuevas leyes y alianzas internacionales con otros centros líderes en la materia como **QuakeCore de Nueva Zelanda, IDIGER de Colombia, GFZ de Alemania, UCL de Reino Unido entre otros** (ídem).

Por su parte, se encuentra el **Instituto Tecnológico Público (Itrend),** entidad mandatada por el Estado de Chile y financiada por Corfo. Su trabajo se enmarca en soluciones, análisis de datos, creación de herramientas tecnológicas y sistemas de monitoreo y promoción de la participación de diferentes actores del ecosistema para la RRD y contribuir a la resiliencia (Itrend, 2025). Su modelo de trabajo se basa en cuatro dimensiones claves con 14 tareas identificadas, siendo una de las más relevantes su **agenda I+D+i+E (Investigación + Desarrollo + Innovación + Emprendimiento)** (ídem).

Si bien, sus productos como datos para la resiliencia, caracterización del gasto público, eventos y monitores de alertas entre otras son importantes, una de las grandes contribuciones y colaboraciones fue el desarrollo del Índice de Gobernabilidad y Políticas Públicas en Gestión del Riesgo de Desastres (iGOPP) - Chile, cuyo instrumento fue creado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), cuyo valor es poder crear conocimiento de condiciones habilitantes para el desarrollo de la gestión y RRD en múltiples países de Latinoamérica (Gil et al., 2022).

Finalmente, encontramos a entidades de la sociedad civil que contribuyen sustancialmente en la colaboración y coordinación de agencias públicas como privadas para la preparación y respuesta ante situaciones de emergencia y desastres. Una de ellas es **Movidos por Chile**, que es un programa de organizaciones que inicia en el megaincendio forestal del año 2017, en el que han sido partícipes de la **Campaña Juntos Chile se Levanta**, iniciativa que surgió tras los incendios en la región de Valparaíso en 2024, y su participación fue la entrega de kits de Ayuda Humanitaria de alimentación e higiene en colaboración con Techo-Chile para la construcción de viviendas de emergencia y Hogar de Cristo para la habitabilidad de las viviendas (Movidos x Chile, 2025), además de contar con una **estrategia Todo Chile Preparado,** para que al 2030 diferentes actores relacionados en temáticas de RRD puedan desarrollar y fortalecer sus capacidades de acción (ídem).

A su vez, **Caritas Chile** es un organismo que se enmarca en la Iglesia Católica y que cuenta con 26 diócesis a lo largo de todo el país. Ante sus diferentes acciones, se encuentra el apoyo en situaciones de emergencias, con el que cuentan con una Plan Institucional de Respuesta a Emergencias y Desastres y su línea de Ecología Integral y Gestión de Riesgo (Caritas Chile, 2025).

En definitiva, Chile ha fortalecido de forma sostenida sus capacidades en RRD mediante la labor formativa del SENAPRED y su articulación con instituciones académicas, centros de investigación y organizaciones de la sociedad civil. Estos esfuerzos intentan generar una cultura preventiva y resiliente a nivel nacional. Sin embargo, persisten desafíos en la coordinación interinstitucional, la sostenibilidad de iniciativas y la consideración de una gobernanza territorial integral del riesgo.

10.4.3.2. PROGRAMA PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRE

El SENAPRED con el propósito de fortalecer la capacidad de gestionar y reducir los riesgos de desastres, identifica un problema clave sobre la *"baja capacidad que presentan las comunas del país para gestionar riesgos de desastres"* (Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2024).

El propósito del programa GRD, es fortalecer las capacidades comunales para enfrentar diferentes fenómenos o eventos, siendo el año de inicio en 2015 y se ha definido como un programa de financiamiento permanente. Para ello, se realiza un concurso público priorizando las siguientes líneas de financiamiento:

- Elaboración/Actualización del Plan Comunal para la Reducción del Riesgo de Desastres
- Elaboración/Actualización del Plan Comunal de Emergencia y sus anexos
- Contratación de un profesional o un técnico de nivel superior con título profesional

En cuanto a la cuantificación, se orienta a una **población potencial de las 346 comunas del país**, pero su **población objetivo son 240 comunas**, teniendo como criterio aquellas comunas que no cuentan con una unidad de gestión del riesgo creada y/o que sus planes comunales de emergencia y/o RRD estén desactualizadas o requieren de elaboración como establece la ley 21.364 (ibid., 5). La cobertura ha tenido un **incremento** al 2024 de un **26.7%**, cuya p**oblación objetivo** ha sido de **240 comunas** y **población beneficiada de 64** (Subsecretaría de Evaluación Social y Dirección de Presupuestos, 2024).

A su vez, el **gasto en personal** en 2024 fue de **1.44% ($12.144 M$2025)** por componente administrativo y el **98.56%** en **Transferencias Corrientes ($833.488 M$2025)** por concepto de gastos por componentes. Respecto al **gasto por beneficiario**, al 2024 se reportaron M$13.213 (2025).

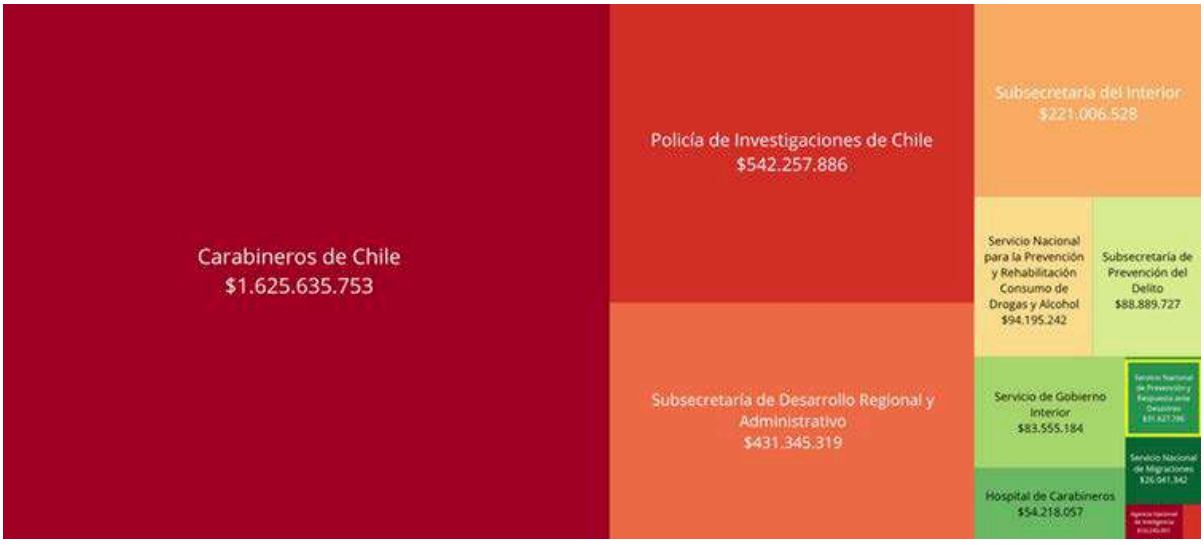
Si bien, el balance general es adecuado y no presentan mayores obstaculizadores, al revisar la evaluación y monitoreo por la Subsecretaría de Evaluación Social y DIPRES, se observa que el programa en "Otros Atributos", todavía **carece de potencial** para contribuir a la **pobreza multidimensional y pobreza por ingreso** -que posiblemente estén diseñando o implementando en el tiempo actual- y, adicionalmente, el programa **no tiene como propósito contribuir a la igualdad de género**, pero que sus actividades tienen un efecto positivo indirecto en el ámbito.

En el siguiente apartado, se hablará más en detalle del financiamiento del servicio como también se verán otros elementos a destacar sobre el programa GRD.

10.4.4. EL FINANCIAMIENTO DE LA GRD: PRESUPUESTOS, BRECHAS Y DESAFÍOS

El presupuesto es fundamental para la materialización y buen desarrollo de políticas, planes, programas y otros tipos de instrumentos para la RRD de manera intersectorial y multiescalar. Según la información pública de la Dirección de Presupuestos (DIPRES) perteneciente al Ministerio del Interior y Seguridad Pública, la Ley de Presupuestos año 2025 destinó al servicio $33.369.545 (miles de pesos)* quedando en la posición octava en cuanto distribución financiera perteneciente a la cartera ministerial, superada ampliamente por instituciones como Carabineros de Chile, Policía de Investigaciones de Chile y la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE) entre otras.

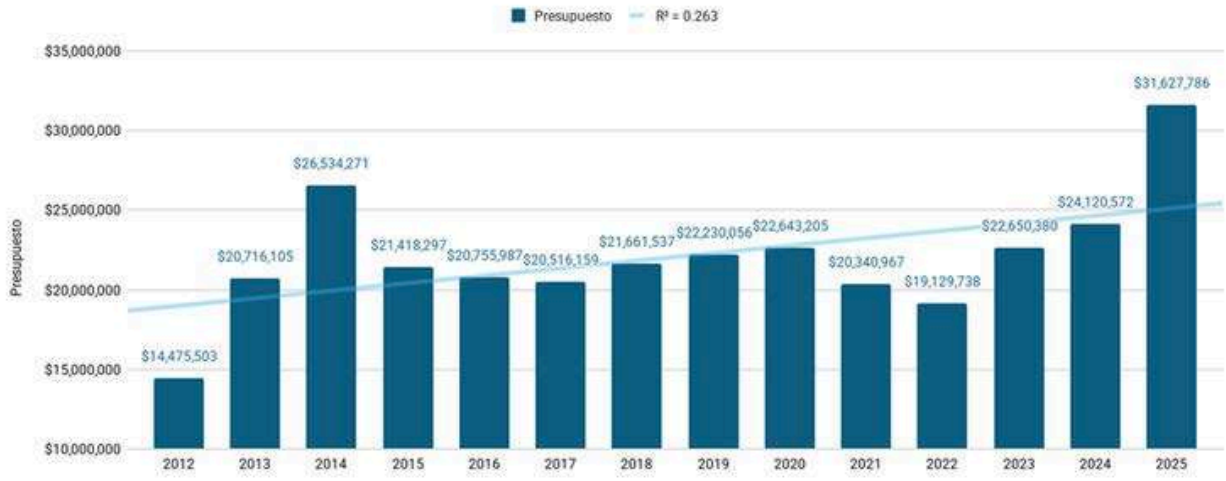
Figura 10.12. Distribución presupuestaria de capítulos de la partida Ministerio del Interior y Seguridad Pública 2025



* Cabe destacar que el antecesor del PGRD, era el Programa de Mitigación de Riesgos (PREMIR) ante la falta de visión integral para mitigar el riesgo y las posibles consecuencias de amenaza (ONEMI, 2015). Con la implementación de la ley N° 21.364, en 2023 la SUBDERE dispuso la transferencia de recursos a SENAPRED por la suma máxima de M$192.906, en donde ese mismo año la Asociación de Municipios Rurales y SENAPRED firmaron un convenio para la elaboración y/o actualización de los planes comunales de emergencia o planes de reducción de riesgos de desastres a las regiones de Ñuble, Biobío y Araucanía por un monto M$192.906, que logró beneficiar a 36 municipios (SENAPRED, 2023).

Esto en términos porcentuales, significa que SENAPRED tiene el **0.036%** (en miles de pesos) del total del presupuesto nacional para el año 2025, siendo un **1.0% de la partida** (correspondiente al Ministerio del Interior y Seguridad Pública 2025 en miles de pesos) (BCN, 2025). No obstante, a comparación del año 2024 tiene una variación anual real* del **36.6% en 2025**, siendo uno de los incrementos más relevantes en estos últimos diez años. Cabe considerar que el porcentaje de la variación anual real en el servicio ha sido ambivalente: después del 27 F del 2010, la entidad había tenido un **incremento del 45.7%** (2013) y **un 34.1%** (2014), bajando considerablemente a **-15.8%** (2015) para ir incrementando paulatinamente en los años posteriores hasta alcanzar un nuevo aumento de **8.2%** (2018) y nuevamente **decaer hasta -6.1%** (2021). Finalmente, desde el 2022 en adelante se ha ido manteniendo e incrementando gradualmente el presupuesto al servicio, donde se espera que se siga manteniendo en esa línea.

Figura 10.13. Evolución presupuestaria en valores reales desde 2012 a 2025



Fuente: Elaboración propia en base datos de la BCN y DIPRES 2025 en montos vigentes reales.

10.4.4.1. BRECHAS EN INVERSIÓN PREVENTIVA VS. GASTO EN EMERGENCIA

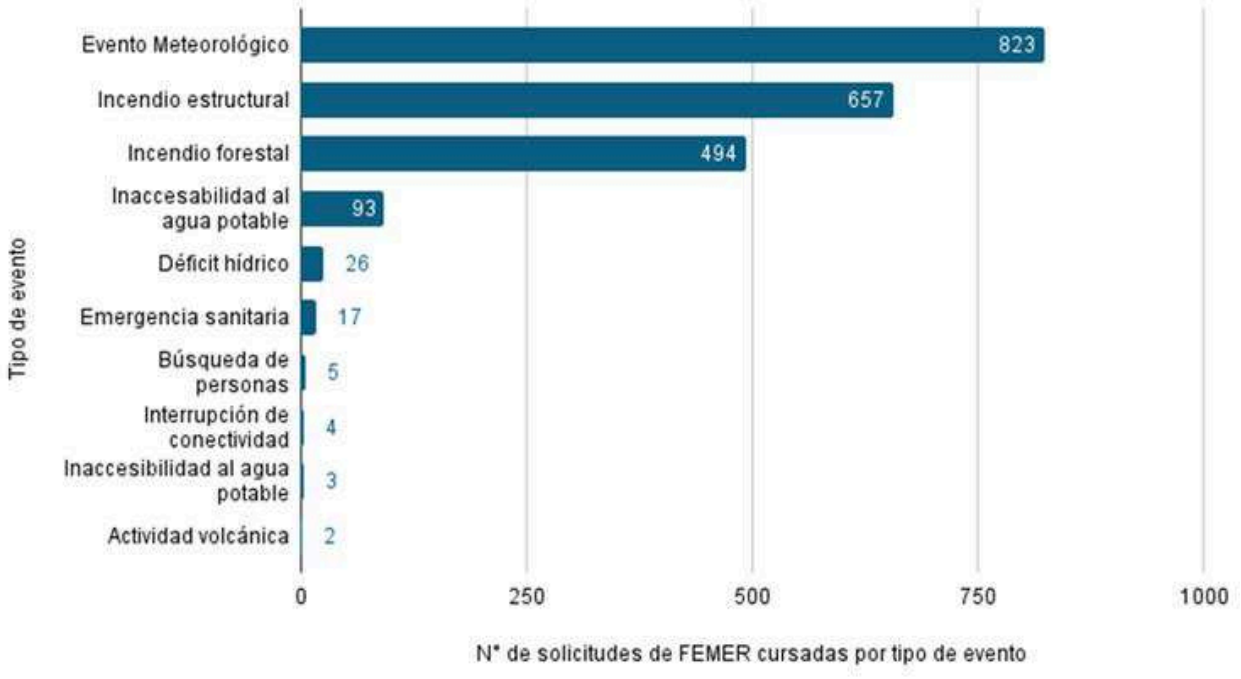
Al analizar los subtítulos presupuestarios del gasto por ítem o asignación, se observa que en el subtítulo 21 (**Gastos en Personal**), el monto vigente considera $15.077.691 millones, una diferencia aproximada de $334 millones de pesos al monto asignado por ley de presupuesto y que la **ejecución informada hasta agosto es del 66.9%** para financiar la dotación de planta, contrata y honorarios de 533 personas (35 adicionales a 2024) (Cerda, 2024).

En cuanto a **Transferencias Corrientes** (subtítulo 24), todavía no se ha realizado la ejecución a la **Red de Respaldo de Telecomunicaciones del Ejército de Chile**, siendo una suma de **$293.183 millones de pesos sin concretar**. En cuanto a otras entidades públicas, las transferencias corrientes para financiar los gastos de la **Red Sismológica de la Universidad de Chile**, tiene un **ejecución** del **52.1%** (de $3.964.954 millones) y el **Programa de Gestión del Riesgo de Desastres (PGRD)**, sólo tiene un **2.7% de ejecución** ($22.216 de $833.600 millones) a agosto del 2025, destinados para elaboración y/o actualización de los planes comunales para estar preparados al momento de enfrentar desastres como inundaciones o incendios (Dirección de Presupuestos, 2024. Pp. 8). Cabe destacar que la **cuantificación de beneficiarios** tiene como **meta para el 2025 hasta el 2028 60 comunas**, y que la **cobertura (población objetivo/potencial)** quedó establecida en un **69%** y la **cobertura (población Beneficiarios/objetivos)** es del **25%** para el año 2025 (Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2024).

En cuanto a otras transferencias importantes, se observa por ejemplo que a las **Unidades o Programas del servicio** (tipo de gastos para atender situaciones de emergencias), tiene la ejecución del 49.0% al mes de agosto, la **Capacitación en Protección Civil** (Simulacro de Borde Costero, Simulacro Sector Educación, Simulacro de Amenaza Volcánica y Programa de Equipos Comunitarios para Respuesta en Emergencia), tiene una ejecución del 58.0% y al **Sector Privado** (apoyo al Cuerpo de Socorro Andino), una ejecución del 45.8% al mes de agosto de 2025 (BCN, 2025).

Como se estableció en el proyecto de Ley de Presupuesto para el Sector Público año 2025, este incremento del presupuesto, está destinada a la implementación de la segunda fase del proyecto **"Sistema de Alerta de Emergencias 2"**, cuyo objetivo es modernizar el sistema de información para que la población pueda evacuar en las zonas que podría verse afectadas por la actividad de diferentes riesgos, tales como: tsunamis, incendios forestales, erupciones volcánicas o aluviones (Dirección de Presupuestos, 2024).

Figura 10.14. Número de solicitudes de FEMER cursadas por tipo de evento



Fuente: Informe Estadístico 2024 SENAPRED. Unidad de Recursos de Emergencia.

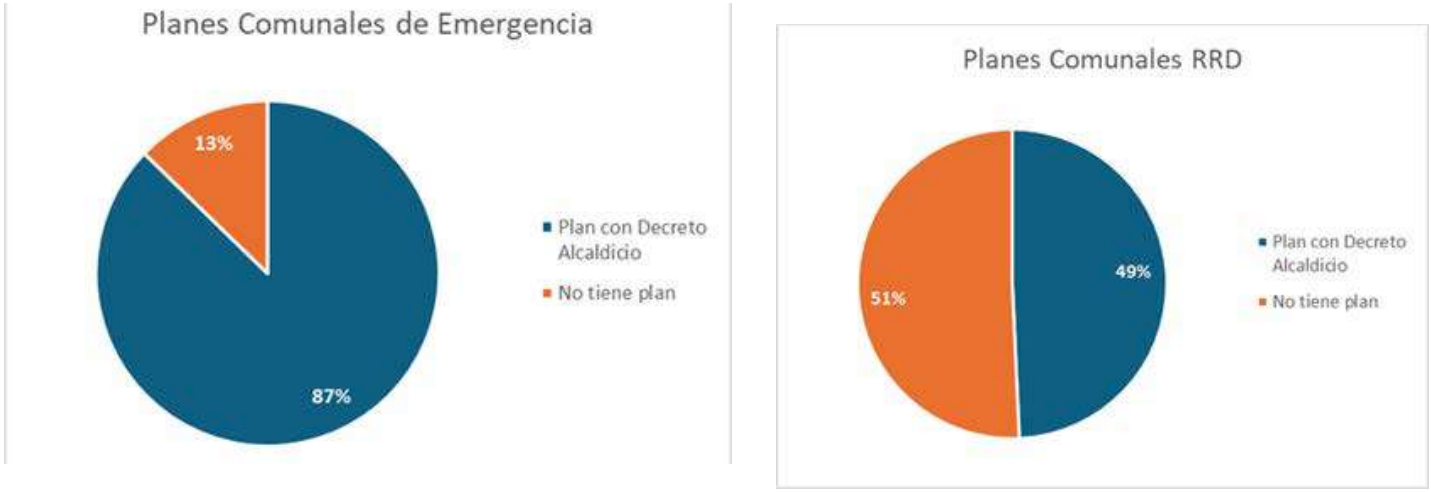
A su vez, en el Informe Estadístico del SENAPRED (2024), la gestión de los recursos de emergencia permite atender las necesidades no previstas o adicionales del nivel local ante una emergencia, desastre o catástrofe, incluyendo bienes (kits de alimentación, viviendas de emergencia entre otros) y de servicios (transporte, maquinarias, etcétera). Durante el periodo 2024 se aprobó un **total de $104.876.766.474** para recursos de emergencia, gestionados por medio de 2.124 solicitudes validadas en conformidad (Ídem).
Según la figura 10.14, los eventos meteorológicos son los que concentran la mayor cantidad de solicitudes mediante el Formulario FEMER (Fondos de Emergencia) para la entrega de recursos en distintos niveles territoriales, donde se identifican las necesidades según el daño y afectación reportado (ibid., 51), seguido de los incendios estructural (657) e incendios forestales (494), bajando considerablemente a inaccesibilidad al agua potable (93) y actividad volcánica (2).

En síntesis, aunque el presupuesto de SENAPRED para 2025 presenta un aumento real del 36.6%, reflejando un avance en el reconocimiento institucional de la GRD, **persisten brechas en la eficiencia de ejecución y en la articulación intersectorial del gasto**. Este incremento está principalmente orientado a la implementación de la segunda fase del proyecto **Sistema de Alerta de Emergencias 2**. A su vez, la gestión de recursos de emergencia en 2024 también alcanzó $104.876 millones, con 2.124 solicitudes aprobadas, significando un fortalecimiento en la respuesta ante emergencias. Sin embargo, los desafíos persisten en la **consolidación de una gestión presupuestaria más eficiente,** que permita desarrollar de manera adecuada los incrementos financieros en **capacidades efectivas para la prevención, preparación, respuesta y resiliencia territorial** ante diferentes riesgos o amenazas.

3.4. AVANCES EN INSTRUMENTOS PARA LA GRD:

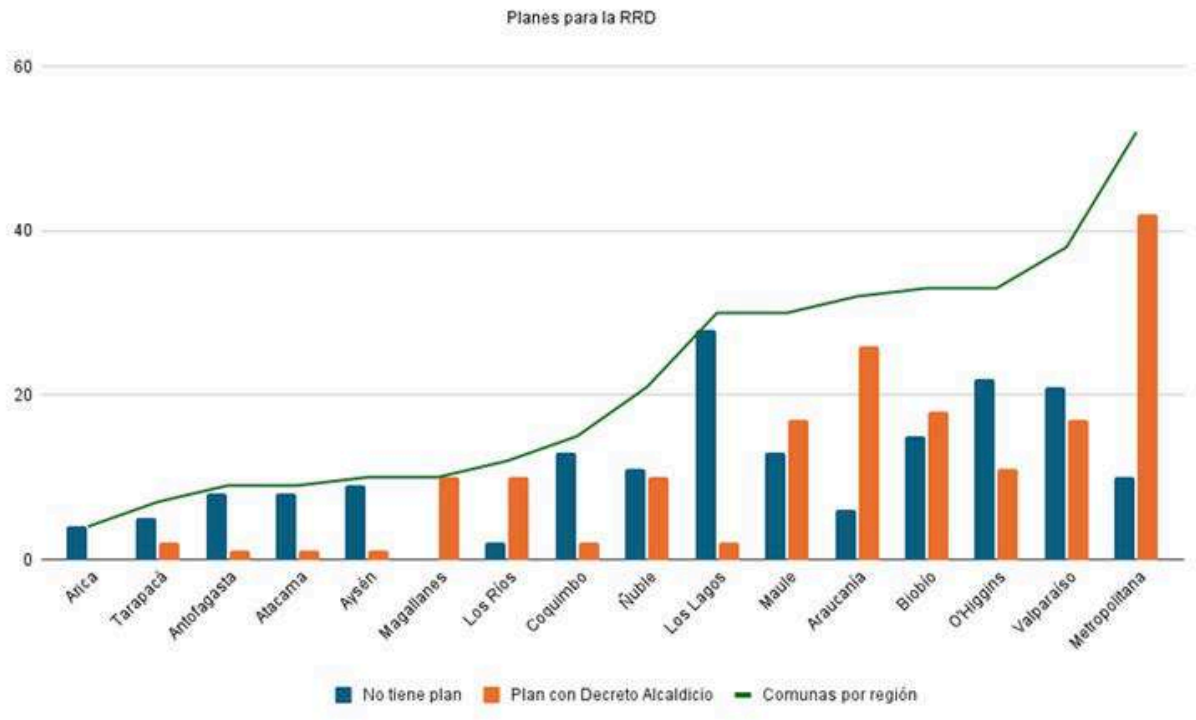
La Ley 21.364 estableció como plazo los dos años siguientes a su publicación, para la elaboración y/o regularización de los Instrumentos de GRD a nivel nacional. Ello ha implicado la coordinación y elaboración de diversos planes por parte de los municipios, organismos técnicos y del Servicio tanto a nivel central como regional. Debiéndose elaborar y/o actualizar según fuera el caso Planes de Emergencia (PEMER) y Planes de Reducción del Riesgo de Desastres (RRD) tanto para el nivel Comunal, Regional, Nacional y Provincial (a nivel provincial, los Planes de RRD serán absorbidos por el nivel regional).

Figura 10.15. Estado Planes comunales para la GRD a septiembre de 2025 a nivel Nacional



Fuente: Elaboración propia en base a SENAPRED PBI a septiembre 2025

Figura 10.16. Número de Planes para la RRD por región

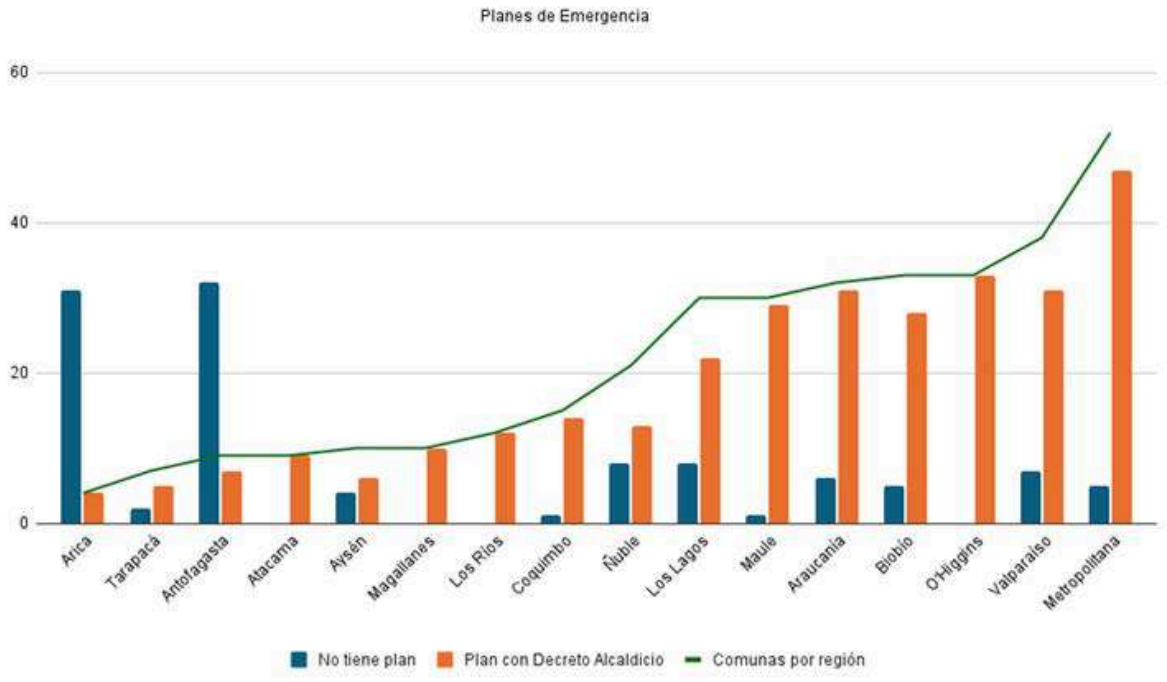


Fuente: Elaboración propia a partir de datos disponibles en bibliogrd.senapred.gob.cl/page/grd a septiembre de 2025.

Observando las figuras 10.15, 10.16 y 10.17, la distribución nacional de los **Planes Comunales de Emergencia (PEMER)** y los **Planes de Reducción del Riesgo de Desastres (RRD)**, evidencia un avance en la **cobertura formal** de la planificación local, alcanzado un **promedio de 235.5 comunas** que cuentan con ambos instrumentos elaborados (**301 PEMER y 170 RRD**) y un **promedio de 109.5 comunas sin plan vigente** (**44 sin PEMER y 175 sin RRD**). Esto significa, que el análisis por región revela disparidades relevantes en la institucionalización, elaboración y/o actualización de dichos instrumentos, particularmente en lo referido a su **oficialización mediante Decreto Alcaldicio**.

Las regiones Metropolitana, Biobío, La Araucanía y Valparaíso concentran el mayor número de planes con respaldo normativo, lo que refleja una mayor capacidad institucional y técnica para integrar la gestión del riesgo en la planificación territorial, siendo **tres de las cuatro regiones** identificadas las que **concentran la mayor cantidad de la población nacional** siendo del **59%**. En contraste, regiones con menor densidad poblacional (**5.3%**) o mayor aislamiento geográfico, como Aysén, Ñuble y Tarapacá, presentan un número considerable de comunas sin plan o con instrumentos aún no formalizados, lo que sugiere brechas en recursos humanos, apoyo técnico y articulación interinstitucional.

Figura 10.17. Número de Planes de Emergencia por región

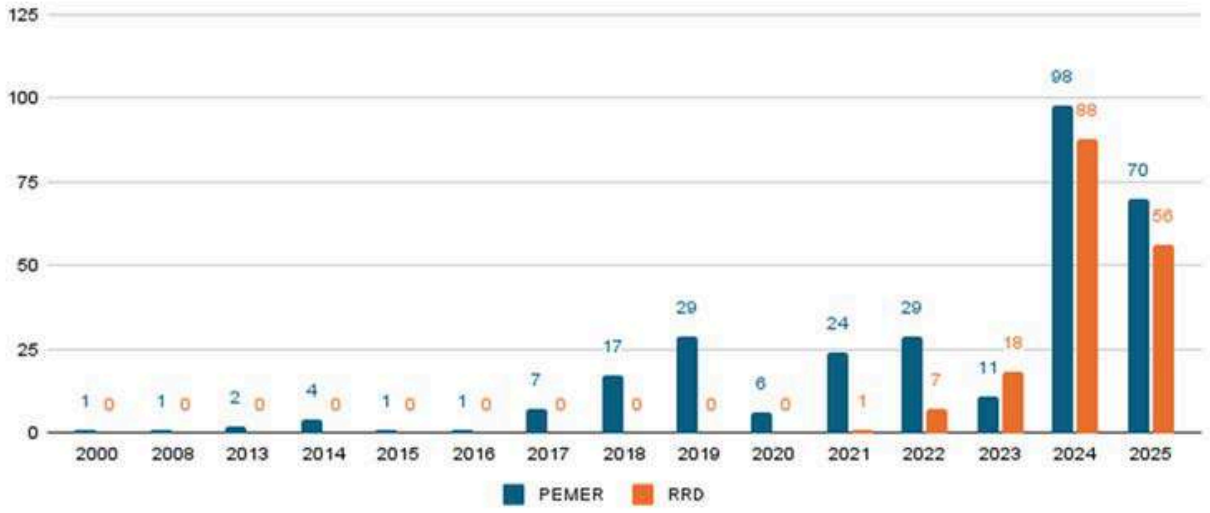


Fuente: Elaboración propia a partir de datos disponibles en bibliogrd.senapred.gob.cl/page/grd a septiembre de 2025.

Se observa además que, si bien la cobertura cuantitativa de los PEMER y RRD es alta, **la calidad y operatividad de dichos instrumentos no necesariamente se correlacionan con su existencia formal**. La ausencia o baja aprobación de decretos alcaldicios en varias comunas podría implicar una debilidad en la legitimidad administrativa y la capacidad de ejecución ante diferentes tipos de emergencias o amenazas.

El SENAPRED dispone de instructivos y formatos para la elaboración de los Instrumentos para la GRD. En ellos establece criterios para la revisión y actualización de los planes, mencionando entre ellos realizar una revisión al menos cada dos años, en cualquier momento si así lo dispone el COGRID, por indicación del Director/a Regional o Alcalde según corresponda, posterior a la ejercitación del Plan mediante simulacro o activación producto de una emergencia, por cambios en los formatos, por cambios en las amenazas y vulnerabilidades, entre otras disposiciones.

Figura 10.18. Años de elaboración de Planes Comunales activos a 2025



Fuente: Elaboración propia en base a PBI SENAPRED a 23 de septiembre de 2025.

Respecto a la figura 10.18, la evolución temporal de los PEMER y RRD reflejan una **aceleración significativa en su elaboración y/o actualización durante el período 2022-2025**, concentrando más del 75% de los instrumentos vigentes. Este aumento, puede verse explicado en una reacción institucional frente al nuevo marco normativo del SINAPRED y la entrada en vigencia de la Ley Marco de Cambio Climático, que establecen responsabilidades concretas para los gobiernos locales*. Sin embargo, la alta proporción de comunas sin planes de RRD (175) revela una **brecha estructural en capacidades municipales**, especialmente en territorios rurales o con menores recursos técnicos-profesionales.

El **predominio de planes con Decreto Alcaldicio (301 PEMER y 170 RRD)** demuestra un esfuerzo por otorgar validez administrativa a estos instrumentos, aunque la disparidad entre ambos tipos de planes indica una **asimetría en la institucionalización de la gestión preventiva** frente a la gestión de emergencias. Debe mencionarse que antes del 2018 se contaban con planes antiguos que responden a otras dinámicas y eventos territoriales, pero que con el avance de la normativa estos se han ido actualizando, lo que contempla un mérito en la materia. El desafío es acelerar aquellos planes previos a la ley para que estén en régimen y pueda posicionar una planificación anticipatoria en los diferentes territorios, reforzando la urgencia o inmediatez de consolidar un **enfoque prospectivo en la gestión** más allá del cumplimiento formal.

En síntesis, el avance reciente llama a un camino correcto, pero todavía persiste una **dependencia de políticas reactivas y desigualdades territoriales**, lo que exige fortalecer la planificación descentralizada y el financiamiento municipal para consolidar una gestión del riesgo coherente, continua y basada en evidencia, destacándose también, que todos aquellos planes que estaban antes de la entrada en vigencia de la ley **deberían actualizarse a los formatos actualmente disponibles**.

* Sin embargo, la propia entidad fiscalizadora, según el dictamen N° E7416N25 de 2025, indica que existe un vacío legal respecto a qué autoridad aplicará la sanción (Maillet et al., 2025).

10.5. PROPUESTAS DE POLÍTICA PÚBLICA



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

En el presente apartado se expondrán lineamientos generales estratégicos para afrontar los desastres socionaturales y un conjunto de propuestas de políticas públicas que corresponden a la materia.
Es menester destacar que, las propuestas de política pública para enfrentar los desastres socionaturales y la reducción del riesgo, que se presentan en esta sección, se integrarán posteriormente en un conjunto armónico de políticas en la cuarta parte del Informe País.

10.5.1. LINEAMIENTOS PARA UN CAMBIO ESTRATÉGICO EN DESASTRES 2025 AL 2030

El periodo 2025-2030 representa una etapa crucial para consolidar un cambio estratégico en la gestión del riesgo de desastres en Chile, en la región y el planeta, en coherencia con los compromisos internacionales asumidos en el Marco de Sendai, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y el Acuerdo de París. La creciente frecuencia, intensidad y dinamismo de los eventos socionaturales, sumado a los impactos negativos y cada vez más agresivos del cambio climático, exige fortalecer una gobernanza territorial preventiva, equitativa y basada en evidencia para tomar las mejores decisiones. En este contexto, se establecen **cinco lineamientos generales** que se consideran un marco general y **cinco propuestas** que tienen como objetivo orientar e implementar la acción pública hacia una gestión integrada, resiliente y sostenible del riesgo, con un enfoque descentralizado, de inclusión y territorialmente diferenciado.

1. **Consolidar la voluntad y apoyo transversal del sistema político**, asegurando que las decisiones se adopten sobre la base de evidencia científica, análisis costo-beneficio sobreponiendo el bienestar de la población y criterios de justicia territorial.
2. **Promover un enfoque preventivo más que reactivo**, fortaleciendo la anticipación institucional y la capacidad de respuesta de los diferentes territorios ante amenazas o riesgos potencialmente crecientes.
3. **Impulsar la educación y la cultura del riesgo en la ciudadanía**, mediante la integración de contenidos en el sistema escolar en sus diferentes niveles (parvularia, básica, media y superior), campañas públicas de sensibilización y programas de capacitación comunitaria continua.
4. **Fomentar la coordinación y sinergia entre actores territoriales**, articulando esfuerzos del sector público, privado, académico y de la sociedad civil para lograr respuestas integrales y sostenibles en el tiempo y no tan solo en tiempos de crisis más crisis.
5. **Revalorizar y promover la memoria histórica local y los saberes ancestrales**, reconociéndolos como insumos, procesos y vivencias esenciales para fortalecer la prevención y la resiliencia territorial.

10.5.2. PROPUESTAS DE POLÍTICA PÚBLICA PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN DEL RIESGO

1. **Implementar un sistema de financiamiento sostenible y mecanismos innovadores de cobertura ante desastres**, incorporando instrumentos financieros y de apoyo como seguros catastróficos, bonos de resiliencia y alianzas público-privadas más comprometidas. Este sistema deberá garantizar la inclusión de la variable “territorio” en la evaluación de las inversiones, priorizando la prevención y la equidad territorial, justamente como lo está orientando el actual Consejo Nacional de Desarrollo Territorial (CNDT) y el Sistema Nacional de Inversiones del Ministerio de Desarrollo Social y Familia.

2. F**ortalecer la gobernanza multinivel en la gestión del riesgo de desastres**, incrementando el protagonismo de gobiernos regionales y comunales, y mejorando los criterios técnicos, estándares y mecanismos de coordinación interagencial, tanto de manera vertical como horizontal.
3. **Integrar y fortalecer los enfoques de género, equidad territorial y derechos humanos civilizatorios** en las políticas, planes y programas de gestión del riesgo, como la vinculación de estos con otros tipos de instrumentos en el ecosistema, asegurando una respuesta inclusiva que proteja a niñas y niños, mujeres, personas mayores, pueblos originarios y grupos vulnerables.
4. **Optimizar la planificación territorial con enfoque preventivo**, incorporando zonas de riesgo en los instrumentos de planificación territorial, articulando coherentemente los planes reguladores, instrumentos de cambio climático y estrategias de reducción del riesgo de desastres en sus diferentes escalas (regional, provincial, comunal e intercomunal).
5. **Desarrollar un ecosistema nacional de ciencia, tecnología y acceso a la información pública** orientado a la gestión del riesgo, mediante la integración de indicadores territoriales, sistemas de información georeferencial (SIG) e insumos satelitales (Copernicus, Sentinel, Landsat, por ejemplo) que faciliten las decisiones oportunas y basadas en evidencia, tanto para la preparación ante eventos de emergencia como evacuaciones, rehabilitación, reconstrucción y/o relocalización bien planificadas.

Se puede seguir sugiriendo más elementos en esta materia, debido a que los contextos van cambiando, pero se cree que estos diez factores tributan a elementos o problemáticas comunes que se han identificado y desarrollaron a lo largo del capítulo, desde el contexto y experiencia internacional, los diferentes tipos de desastres a nivel macrorregional que afectan a la población y la evolución institucional para enfrentar los desastres.

El fortalecimiento de la GRD en Chile exige **superar brechas estructurales en financiamiento, gobernanza y articulación territorial**, avanzando hacia un **modelo más descentralizado, inclusivo y preventivo**. La integración de la evidencia científica con la gestión pública, la educación ciudadana y el conocimiento local permitirá reducir la vulnerabilidad estructural y fortalecer la resiliencia frente a los crecientes desafíos climáticos. En definitiva, los lineamientos y propuestas aquí presentados intentan delinear una hoja de ruta que busca transitar desde la reacción ante los desastres hacia una **gestión preventiva, adaptativa y territorialmente equitativa del riesgo en el horizonte 2025-2030.**



“LOS DESASTRES OCURREN JUSTO CUANDO NOS HEMOS OLVIDADO DE ELLOS.”

DR. TORAHIKO TERADA (1878-1935)
PROFESSOR, TOKYO IMPERIAL UNIVERSITY, AND SENIOR RESEARCHER, EARTHQUAKE RESEARCH INSTITUTE, RIKEN.

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

10.6. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, P., León, J., González-Mathiesen, C., Román, R., Penas, M., y Ogueda, A. (2024). Modelling the vulnerability of urban settings to wildland–urban interface fires in Chile. Natural Hazards and Earth System Sciences - European Geosciences Union, 24(2), 1521-1537. https://doi.org/10.5194/nhess-24-1521-2024

- Alegría, A., Poloczanska, E., Loeschke, S., Mintenbeck, K., & Poertner, H. (2024). Towards an IPCC Atlas for comprehensive climate change risk assessments. npj Clim Action, 3(108). https://doi.org/10.1038/s44168-024-00193-3

- Alejos, L., Alfonso, M., Alpízar, F., Alvarez, L., Balza, L., Bebczuk, R. N., Blackman, A., Blyde, J. S., Bos, M. S., Cavallo, E. A., Celis, C., Delgado, R., Dolabella, M., Calatayud, A., Dueñas, J., Gabrielli, V., Galindo, A., González, M., González Jaramillo, M. J., ... Yáñez-Pagans, P. (2025). Peligro y promesa: enfrentar el cambio climático en América Latina y el Caribe. https://doi.org/10.18235/0013427

- Barril Cid, L. (2025). Experto UdeC por aluvión en Huatacondo: "La planificación territorial es fundamental para evitar daños a personas". Noticias UdeC - Salud y Medio Ambiente. https://noticias.udec.cl/experto-udec-por-aluvion-en-huatacondo-la-planificacion-territorial-es-fundamental-para-evitar-danos-a-personas/

- BCN. (2020). Historia de la Ley N° 21.455 1. Primer Trámite Constitucional: Senado. Biblioteca del Congreso Nacional. https://www.bcn.cl/historiadelaley/nc/historia-de-la-ley/8015/

- BCN. (2025). Presupuesto de la Nación 2025. Biblioteca del Congreso Nacional. https://www.bcn.cl/presupuesto/periodo/2025/partida/05/capitulo/04/programa/01/montos-reales

- Blunden, J., Reagen, J., y Dunn, R.J.H. (2025). State of the Climate in 2024. Bulletin of the American Meteorological Society, 106(8), S1-S513 https://doi.org/10.1175/2025BAMSStateoftheClimate.1

- Caritas Chile. (2025). Ecología Integral y Gestión de Riesgo. Caritas Chile. https://www.caritaschile.org/medioambiente.php

- CChC. (2025). Índice de Calidad de Vida Urbana 2024 (ICVU). CChC, Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales PUC y nugot. https://cchc.cl/w/%C3%ADndice-de-calidad-de-vida-urbana-2024-icvu-.-abril-2025.-santiago-chile-1

- Cerda, H. (2024). Análisis Presupuestario 2024-2025 y Ejecución a agosto de 2024: Ministerio del Interior y Seguridad Pública. Biblioteca del Congreso Nacional. Análisis Presupuestario 2024-2025 y Ejecución a agosto de 2024: Ministerio del Interior y Seguridad Pública. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/36598/1/Informe_Presupuesto_2025_Ministerio_del_Interior_Final.pdf

- CIGIDEN. (2025). Nosotros. Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres. https://nuevo.cigiden.cl/nosotros/

- CITRID. (2025). Programa de Reducción de Riesgos y Desastres. Universidad de Chile. https://uchile.cl/investigacion/centros-y-programas/servicios-centrales/programa-de-reduccion-de-riesgos-y-desastres

- Corporación Nacional Forestal. (2024). CONAF entregó balance de incendios temporada 2023-2024 - CONAF. Conaf. https://www.conaf.cl/conaf-entrego-balance-de-incendios-temporada-2023-2024/

- CREDEN. (2016). Comisión de Resiliencia Frente a Desastres de Origen Natural [Hacia un Chile Resiliente frente a Desastres. Una oportunidad.].

- Department for Energy Security & Net Zero. (2023). Net Zero Government Initiative: UK roadmap to net zero government emissions. GOV.UK. https://assets.publishing.service.gov.uk/media/6569cb331104cf000dfa7352/net-zero-government-emissions-roadmap.pdf

- Department for Energy Security & Net Zero. (2025). IPCC Seventh Assessment Report (AR7): details and how to apply. GOV.UK https://www.gov.uk/government/publications/ipcc-7th-assessment-report-ar7-call-for-authors/ipcc-seventh-assessment-report-ar7-details-and-how-to-apply#about-the-seventh-assessment-report-ar7

- Deryugina, T. 2022. “The Fiscal Consequences of Natural Disasters.” En Handbook on the Economics of Disasters , editado por Mark Skidmore. Cheltenham, Reino Unido y Northamptom, MA: Edward Elgar Publishing. https://www.e-elgar.com/shop/usd/handbook-on-the-economics-of-disa sters-9781839103728.html.

- Dirección de Presupuestos. (2024). Proyecto de Ley Presupuestos para el Sector Público 2025. Dipres - Ministerio de Hacienda. https://www.dipres.gob.cl/597/articles-348927_doc_pdf.pdf

- Dirección General de Aguas (DGA). (2019). Boletín Hidrométrico, agosto 2019. Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Chile.
- Dirección General de Aguas (DGA). (2020). Boletín Hidrométrico, agosto 2020. Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Chile.
- Dirección General de Aguas (DGA). (2021). Boletín Hidrométrico, agosto 2021. Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Chile.
- Dirección General de Aguas (DGA). (2022). Boletín Hidrométrico, agosto 2022. Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Chile.
- Dirección General de Aguas (DGA). (2023). Informe Hidrométrico, agosto 2023. Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Chile.
- Dirección General de Aguas (DGA). (2024). Boletín Hidrométrico, agosto 2024. Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Chile.
- Dirección General de Aguas (DGA). (2025). Boletín Hidrométrico, agosto 2025. Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Chile.
- European Comission, Copernicus, y ECMWF. (2024). Copernicus: Summer 2024 – Hottest on record globally and for Europe | Copernicus. Copernicus Climate Change. https://climate.copernicus.eu/copernicus-summer-2024-hottest-record-globally-and-europe
- Galilea, S. (2020). Cambio climático y desastres naturales: una perspectiva marcorregional (I. Barriga, C. Ramírez, y S. Garrido, Eds.). Instituto de Asuntos Públicos - Universidad de Chile. https://doi.org/10.34720/qhpt-jy35
- Galilea, S. (2021). Cambio climático y desastres socio-naturales: el caso del Área Metropolitana de Santiago (S. Garrido, I. Barriga, y L. Espíndola-Vergara, Eds.). Centro de Análisis de Políticas Públicas - Universidad de Chile. https://doi.org/10.34720/0pxt-3p97
- Garreaud, R. (2023). Análisis (CR)2 | Vuelven los gigantes: un análisis preliminar de la tormenta ocurrida entre el 21 y 26 de junio de 2023 en Chile central. CR2 Center for Climate and Resilience Research. https://www.cr2.cl/analisis-cr2-vuelven-los-gigantes-un-analisis-preliminar-de-la-tormenta-ocurrida-entre-el-21-y-26-de-junio-de-2023-en-chile-central/

- Garreaud, R. D. (2024). Análisis CR2 | Junio versus junio - Departamento de Geofísica - FCFM - Universidad de Chile. Departamento de Geofísica - Universidad de Chile. http://www.dgf.uchile.cl/noticias/219071/analisis-cr2--junio-versus-junio

- Garreaud, R., Jacques-Coper, M., Marín, J., y Narváez, D. (2024). Atmospheric Rivers in South-Central Chile: Zonal and Tilted Events. Atmosphere, 15(4), 1-20. https://doi.org/10.3390/atmos15040406

- Gavari Starkie, E., & Pastrana Huguet, J. (2018). Evolución del caso japonés como referente internacional en la educación para la reducción del riesgo de desastres. Revista Española de Educación Comparada, (32), 52–67. https://doi.org/10.5944/reec.32.2018.22319

- Gil, M., Harnecker, B., Miranda, D., y Torres, A. M. (2022). Índice de Gobernabilidad y Políticas Públicas en Gestión del Riesgo de Desastres (iGOPP) - Chile Avances durante el periodo 2013-2020 y desafíos para 2021-203. Itrend-BID. https://itrend.cl/es/proyectos/igopp-chile-2020

- Global Platform For Disaster Risk Reduction. (2025). Global Platform 2025 Co-Chairs' Summary: Geneva Call for Disaster Risk Reduction. In United Nations Office for Disaster Risk Reduction (pp. 1-7). https://www.undrr.org/media/107578/download?startDownload=20250928

- González, M.E., Sapiains, R., Gómez-González, S., Garreaud, R., Miranda, A., Galleguillos, M., Jacques, M., Pauchard, A., Hoyos, J., Cordero, L., Vásquez, F., Lara, A., Aldunce, P., Delgado, V., Arriagada, Ugarte, A.M., Sepúlveda, A., Farías, L., García, R., Rondanelli, R., J., Ponce, R.,Vargas, F., Rojas, M., Boisier, J.P., C., Carrasco, Little, C., Osses, M., Zamorano, C., Díaz-Hormazábal, I., Ceballos, A., Guerra, E., Moncada, M., Castillo, I. 2020. Incendios forestales

- en Chile: causas, impactos y resiliencia. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, Universidad de Chile, Universidad de Concepción y Universidad Austral de Chile

- Hartinger, Stella M., Marisol Yglesias-González, Luciana Blanco-Villafuerte, Yasna K. Palmeiro-Silva, Andres G. Lescano, Anna Stewart-Ibarra, David Rojas-Rueda, et al . 2023. "The 2022 South America Report of the Lancet Countdown on Health and Climate Change: Trust the Science. Now that We Know, We Must Act." Lancet Regional Health—Americas 20 (abril): 100470. https://doi.org/10.1016/j.lana.2023.100470 .

- Instituto Nacional de Estadísticas (INE) y Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2019). Informe anual de medio ambiente 2019. Gobierno de Chile.

- Instituto Nacional de Estadísticas (INE) y Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2023). Informe anual de medio ambiente 2023. Gobierno de Chile.

- Instituto Nacional de Estadísticas (INE) y Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2024). Informe anual de estadísticas del medio ambiente 2024. Gobierno de Chile.
- Instituto Nacional de Estadísticas. (2025). Resultados Censo de Población y Vivienda 2024 ArcGIS Dashboards. INE- Chile. https://ine-chile.maps.arcgis.com/apps/dashboards/f0267063ad184de1a8b5ef6e2ef3b3da

- IPCC, 2018: Resumen para responsables de políticas. En: Calentamiento global de 1,5 °C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 ºC con Respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo

- sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza [Masson-Delmotte V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor y T. Waterfield (eds.)].

- IPCC, 2019: "Resumen para responsables de políticas", en: Informe especial sobre los océanos y la criosfera en un clima cambiante del IPCC [H. O. Pörtner, D. C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N. M. Weyer (eds.)]. En prensa.

- IPCC, 2019: Resumen para responsables de políticas. En: El cambio climático y la tierra: Informe especial del IPCC sobre el cambio climático, la desertificación, la degradación de las tierras, la gestión sostenible de las tierras, la seguridad alimentaria y los flujos de gases de efecto invernadero en los ecosistemas terrestres [P. R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen,

- M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley (eds.)]. En prensa.

- IPCC. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis | Climate Change 2021: The Physical Science Basis. IPCC. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/

- M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley (eds.)]. En prensa.

- IPCC. (2022). AR6 Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability — IPCC. IPCC. https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/

- IPCC. (2022). AR6 Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change — IPCC. IPCC. https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/

- IPCC. (2023). Apéndice C de los Principios por los que se rige la labor del IPCC. Reglamento para la Elección de la Mesa del IPCC y de la Mesa de cualquier Grupo Especial. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2023/03/IPCC-Amend-4-App-C-Proc-Election-Bureau-2022_es.pdf

- IPCC. (2023). Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In (IPCC, Geneva, Switzerland ed., pp. 1-34). Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.). doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

- IPCC. (2025). 1 SIXTY-SECOND SESSION OF THE IPCC 24 – 28 February 2025, Hangzhou, China Decision adopted by the Panel Decision IPCC-LXII-8. IPCC. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2025/03/Decision-8-Working-Group-Outlines.pdf

- IPCC. (s.f.). Bureau Portal — IPCC. IPCC. https://www.ipcc.ch/bureau/

- IPCC. (s.f.). Sixth Assessment Report — IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/

- Itrend. (2025). Sobre nosotros. Instituto para la Resiliencia ante Desastres. https://itrend.cl/es/infografias/sobre-nosotros

- Lacambra, S., Suarez, G., Hori, T., Salazar, L., Sanahuja, H., Torres, A. M., Gurza, L., y Visconti, E. (2025). In Índice de Gobernabilidad y Políticas Públicas en Gestión del Riesgo de Desastres (iGOPP) (pp. 1-84). Banco Interamericano de Desarrollo. https://publications.iadb.org/es/publications/spanish/viewer/%C3%8Dndice-de-Gobernabilidad-y-Pol%C3%ADticas-P%C3%BAblicas-en-Gesti%C3%B3n-de-Riesgo-de-Desastres-(iGOPP)-Informe-nacional-M%C3%A9xico.pdf

- Lai, Wangyang, Yun Qiu, Qu Tang, Chen Xi y Peng Zhang. 2023. “The Effects of Temperature on Labor Productivity.” Annual Review of Resource Economics 15 (1): 213–32. https://doi.org/10.1146/annurev-resource-101222-125630

- Lebdioui, A. (2024). Survival of the Greenest: Economic Transformation in a Climate-conscious World (University of Oxford ed.). Cambridge University Press. 10.1017/9781009339414

- Lee, H., y Ha, M. (2023). CLIMATE CHANGE 2023. IPCC. https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf

- Mahendra, Anjali, Robin King, Jillian Du, Ani Dasgupta, Victoria Beard, Achilles Kallergis y Kathleen Schalch. 2021. “Towards a More Equal City: Seven Transformations for More Equitable and Sustainable Cities.” Instituto de Recursos Mundiales: https://doi.org/10.46830/wrirpt.19.00124

- Maillet, A., Orrego-Méndez, G., Fernández, G., Espíndola-Vergara, L., Ibarra, C., Osorio, C., y Saa, R. (2025). Policy brief | La acción climática a nivel local en Chile: panorama a tres años de la Ley Marco de Cambio Climático. Center for Climate and Resilience Research. https://leycambioclimatico.cl/policy-brief-la-accion-climatica-a-nivel-local-en-chile-panorama-a-tres-anos-de-la-ley-marco-de-cambio-climatico/

- Martínez, C., León, J., Bonet, M., Inzunza, S., Guerrero, N., Román, R., Acevedo, R., y Araya, E. (2024). Informe de Daños: Evento Incendios 02 y 03 de febrero de 2024, Viña del Mar (Región de Valparaíso). CIGIDEN - Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres. https://www.cigiden.cl/informe-de-danos-evento-incendios-02-y-03-de-febrero-de-2024-vina-del-mar-region-de-valparaiso/

- Middleton, J., y Babalola, J. (2025). $1.14 trillion in corporate value located in countries most at risk from climate upheaval. Versik Maplecroft- Climate y environment. https://www.maplecroft.com/

- Ministerio de Desarrollo Social y Familia. (2024). Evaluación Ex Ante- Proceso de Formulación Presupuestaria 2025. Dirección de Presupuesto -DIPRES. https://www.dipres.gob.cl/597/articles-341704_doc_pdf.pdf

- Movidos x Chile. (2025). Campaña Juntos Chile se Levanta. Movidos x Chile. https://movidosxchile.cl/campana-juntos-chile-se-levanta/#reporte

- Naciones Unidas Chile. (2023). Chile: Incendios forestales 2023, Reporte de Situación N5. Naciones Unidas. https://chile.un.org/es/227052-chile-incendios-forestales-2023-reporte-de-situaci%C3%B3n-n5

- Naciones Unidas. (s.f.). Banco de datos regional para el seguimiento de los ODS en América Latina y el Caribe - Objetivo 11 Ciudades y Comunidades Resilientes. Los ODS en América Latina y el Caribe: Centro de gestión del conocimiento estadístico Datos, estadísticas y recursos institucionales para el seguimiento de la Agenda 2030. https://agenda2030lac.org/estadisticas/banco-datos-regional-seguimiento-ods.html?goal_id=11&lang=es

- Olivares, L., González, G., Matabenitez, G., Gironás, J., Viollier, E., Cienfuegos, R., Hora, B., Tironi, M., Campos, K., Garcías, Y., Ojeda, I., Martínez, C., Guerrero, N., Inzunza, S., Qüense, J., Bonet, M., y Merino, Y. (2023). Informe post desastres CIGIDEN: Inundaciones 21-26 junio 2023 Cuencas del Río Mataquito y Río Maule (Región del Maule). CIGIDEN - Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres, 1-86.

- ONEMI. (2015). Balance de Gestión Integral año 2015 Ministerio del Interior y Seguridad Pública - ONEMI. https://web.senapred.cl/balances-de-gestion-integral/#:~:text=El%20Balance%20de%20Gesti%C3%B3n%20Integral,cuenta%20p%C3%BAblica%20al%20Congreso%20Nacional.

- ONEMI. (2020). Política Nacional Para la Reducción del Riesgo de Desastres Plan Estratégico Nacional 2020-2030 (Departamento de Gestión del Sistema Nacional de Protección Civil ONEMI ed.). https://bibliogrd.senapred.gob.cl/bitstream/handle/123456789/4110/PoliticaNacional_2020%28principal%29.pdf?sequence=5&isAllowed=y

- Pastrana Huguet, J., Casado Claro, M.F. & Potenciano de las Heras, Á. (2025). Retos ante el cambio climático: ¿Hacia una gestión integrada del medio ambiente, el desarrollo sostenible, y la reducción del riesgo de desastres? Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER, 9(2), 124-140. https://doi.org/10.55467/reder.v9i2.199

- Ralph, F. M., Rutz, J. J., Cordeira, J. M., Dettinger, M., Anderson, M., Reynolds, D., Schick, L. J., y Smallcomb, C. (2019). A Scale to Characterize the Strength and Impacts of Atmospheric Rivers. Bulletin of the American Meteorological Society - AMS Journals, 100(2), 269-289. https://doi.org/10.1175/BAMS-D-18-0023.1

- Roldán, F. (2025). Remociones en masa tipo flujo (aluviones) que afectadon a la Localidad de Huatacondo (Chile) desde el 25 al 26 de junio de 2025. Informe Preliminar. CIGIDEN-Pontificia Universidad Católica de Chile. https://www.cigiden.cl/wp-content/uploads/2025/07/ALUVIONES-QUE-AFECTARON-A-LA-LOCALIDAD-DE-HUATACONDO-DEL-25-AL-26-DE-JUNIO-DE-2025.pdf

- Schipper, E.L.F., Thomalla, F., Vulturius, G., Davis, M., & Johnson, K. (2016). Linking disaster risk reduction, climate change and development. International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment, 7(2), 216-228. http://dx.doi.org/10.1108/IJDRBE-03-2015-0014

- SENAPRED PBI. (2025). Planes para la GRD. BiblioGRD SENAPRED. https://bibliogrd.senapred.gob.cl/page/grd

- SENAPRED. (2022). Informe Estadístico Anual de SENAPRED 2022 Sistema Estadístico Nacional ChileSendai 2015-2030. https://bibliogrd.senapred.gob.cl/bitstream/handle/1671/6391/Informe%20Estad%c3%adstico%202022_VFinal.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- SENAPRED. (2023). Balance de Gestión Integral Año 2023 Ministerio del Interior y Seguridad Pública - SENAPRED. https://web.senapred.cl/balances-de-gestion-integral/#:~:text=El%20Balance%20de%20Gesti%C3%B3n%20Integral,cuenta%20p%C3%BAblica%20al%20Congreso%20Nacional.

- SENAPRED. (2023). Informe Estadístico 2023. https://bibliogrd.senapred.gob.cl/bitstream/handle/1671/6451/Informe_Estad%c3%adstico_2023.pdf?sequence=4&isAllowed=y

- SENAPRED. (2024). En Informe Estadístico 2024 (Santiago, Chile. ed.). Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres-SENAPRED. https://bibliogrd.senapred.gob.cl/bitstream/handle/1671/7051/Informe_Estad%c3%adstico_2024.pdf?sequence=4&isAllowed=y

- SENAPRED. (2024). Informe de Gestión Plataforma Nacional para la RRD - Año 2024 Implementación PENRRD (2030-2030), Gestiones Plataforma Nacional para la RRD y Gestiones Plataformas Regionales para la RRD (Subdirección de Desarrollo Estratégico ed.). https://bibliogrd.senapred.gob.cl/bitstream/handle/1671/6973/Informe%20de%20Gesti%c3%b3n%20Plataformas%20RRD%20%282024%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- SENAPRED. (2024, Junio). Autoridades entregaron balance por sistema frontal. Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres. https://web.senapred.cl/noticias/autoridades-entregaron-balance-por-sistema-frontal/

- SENAPRED. (2025). Consolidado de Eventos de Emergencia en Chile 2015–2024. BiblioGRD. https://bibliogrd.senapred.gob.cl/handle/1671/7120

- SENAPRED. (2025). Consolidado de Eventos de Emergencia en Chile 2015–2024. BiblioGRD - SENAPRED. https://bibliogrd.senapred.gob.cl/handle/1671/7120

- SENAPRED PBI. (2025). Planes para la GRD. BiblioGRD SENAPRED. https://bibliogrd.senapred.gob.cl/page/grd

- SENAPRED. (2022). Informe Estadístico Anual de SENAPRED 2022 Sistema Estadístico Nacional ChileSendai 2015-2030. https://bibliogrd.senapred.gob.cl/bitstream/handle/1671/6391/Informe%20Estad%c3%adstico%202022_VFinal.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- SENAPRED. (2023). Balance de Gestión Integral Año 2023 Ministerio del Interior y Seguridad Pública - SENAPRED. https://web.senapred.cl/balances-de-gestion-integral/#:~:text=El%20Balance%20de%20Gesti%C3%B3n%20Integral,cuenta%20p%C3%BAblica%20al%20Congreso%20Nacional.

- SENAPRED. (2023). Informe Estadístico 2023. https://bibliogrd.senapred.gob.cl/bitstream/handle/1671/6451/Informe_Estad%c3%adstico_2023.pdf?sequence=4&isAllowed=y

- SENAPRED. (2024). En Informe Estadístico 2024 (Santiago, Chile. ed.). Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres-SENAPRED. https://bibliogrd.senapred.gob.cl/bitstream/handle/1671/7051/Informe_Estad%c3%adstico_2024.pdf?sequence=4&isAllowed=y

- SENAPRED. (2024). Informe de Gestión Plataforma Nacional para la RRD - Año 2024 Implementación PENRRD (2030-2030), Gestiones Plataforma Nacional para la RRD y Gestiones Plataformas Regionales para la RRD (Subdirección de Desarrollo Estratégico ed.). https://bibliogrd.senapred.gob.cl/bitstream/handle/1671/6973/Informe%20de%20Gesti%c3%b3n%20Plataformas%20RRD%20%282024%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- SENAPRED. (2024, Junio). Autoridades entregaron balance por sistema frontal. Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres. https://web.senapred.cl/noticias/autoridades-entregaron-balance-por-sistema-frontal/

- SENAPRED. (2025). Consolidado de Eventos de Emergencia en Chile 2015–2024. BiblioGRD. https://bibliogrd.senapred.gob.cl/handle/1671/7120

- SENAPRED. (2025). Consolidado de Eventos de Emergencia en Chile 2015–2024. BiblioGRD - SENAPRED. https://bibliogrd.senapred.gob.cl/handle/1671/7120

- UNDRR. (2025). GAR 2025: Exploraciones de mapas. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. https://www.undrr.org/gar/gar2025/map-exploration#gdpClimate

- UNDRR. (2025). PreventionWeb SENDAI FRAMEWORK FOR DISASTER RISK REDUCTION. UNDRR. https://sendaimonitor.undrr.org/analytics/country-global-target/19/6?indicator=24&regions=2

- Viale, M., Valenzuela, R., Garreaud, R., y Raph, F. M. (2018). Impacts of Atmospheric Rivers on Precipitation in Southern South America. AMS - Journals, 19, 1671-1687. 10.1175/JHM-D-18-0006.1

- Welsby, Dan, Baltasar Solano-Rodriguez, Steve Pye y Adrien Vogt-Schilb. 2021. “Falsas expectativas: reservas de gas natural varadas y sus ingresos fiscales en América Latina y el Caribe.” Documento de trabajo del BID No. 1197. Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC. https://publi cations.iadb.org/en/publications/spanish/viewer/Falsas-expectativas-rese rvas-de-gas-natural-varadas-y-sus-ingresos-fiscales-asociados-en-Americ ca-Latina-y-el-Caribe.pdf

- Wouter Botzen, W. J., Olivier Deschenes y Mark Sanders. 2019. “The Economic Impacts of Natural Disasters: A Review of Models and Empirical Studies.” Review of Environmental Economics and Policy 13 (2): 167–88. https://doi.org /10.1093/reep/rez004.

- Zhou, Fujin, Thijs Endendijk y W. J. Wouter Botzen. 2023. “A Review of the Financial Sector Impacts of Risks Associated with Climate Change.” Annual Review of Resource Economics 15 (1): 233–56. https://doi.org/10.1146 /annurev-resource-101822-105702

- Zhu, Y., y Newell, R. E. (1998). A Proposed Algorithm for Moisture Fluxes from Atmospheric Rivers. Monthly Weather Review -AMS Journals, 126(3), 725-735. https://doi.org/10.1175/1520-0493(1998)126<0725:APAFMF>2.0.CO;2

InformePaís2025

ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE

Y DEL PATRIMONIO NATURAL



Institucionalidad y gestión medioambiental

TERCERA PARTE

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

TERCERA PARTE
INSTITUCIONALIDAD Y GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

Autores:
Sergio Galilea Ocón (1)
Héctor Anabalón Zurita (2)

Asistentes de Investigación:
Benjamín Bustamante (3)
Pablo Francisco Fierro (4)

Edición:
Ángela María Larenas Libreros (5)

((1) Director Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.
(2) Secretario Ejecutivo Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile
(3) Estudiante de Administración Pública, Semillerista Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile
(4) Estudiante de Administración Pública, Semillerista Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.
(5)Estudiante de Administración Pública, Semillerista Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile

1. MARCO CONSTITUCIONAL Y LEGAL



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

1.1. PRECEDENTES INSTITUCIONALES

El Estado Chileno, en la Constitución de la República del año 1980, llevó a cabo por primera vez la instalación de las bases jurídicas de la protección del medio ambiente, esto al declarar en su artículo 19 No 8, el derecho de las personas a vivir en un ambiente libre de contaminación, siendo deber del Estado velar por el cumplimiento de esta disposición. A su vez, el inciso segundo del artículo 20 reguló el recurso de protección para garantizar dicho derecho frente a actos u omisiones ilegales de particulares o autoridades, mientras que el artículo 19 N° 24 reconoció la conservación del patrimonio ambiental como función social de la propiedad.

Ya en el año 1984, se firmaron dos decretos supremos, el No. 271 que creó la Comisión Interministerial de Ecología, y el No. 680 que creó la Comisión Nacional de Ecología con carácter interministerial (Ministerio de Bienes Nacionales, 1984). Pese a que la agenda ambiental en esos años comenzaba a adquirir protagonismo a nivel internacional, y aquello iba en la línea con los objetivos de los decretos, donde el primero buscaba "la creación de un organismo o sistema nacional de medio ambiente que formule, unifique, desarrolle e implemente las políticas que el supremo gobierno estime convenientes para la protección del medio ambiente y la racional utilización de los recursos naturales renovables", y el segundo "asesorar al Presidente de la República en las acciones generales de Gobierno vinculadas a la protección del medio ambiente y a la conservación de los recursos naturales renovables", ninguno de los dos otorgaron resultados concretos debido a la no existencia de un respaldo institucional sólido ni tampoco una voluntad política de dar seguimiento a lo que se buscaba con estos decretos.

Si bien es importante tener presente que el marco jurídico-institucional relativo a la gestión de los recursos naturales se inició mucho antes, aunque desde perspectivas más bien productivistas, en el ámbito de los ministerios sectoriales en un proceso relativamente lento de aproximación a la perspectiva holística que brinda el concepto de medio ambiente humano y a la noción de gestión ambiental.

No fué hasta el retorno de la democracia, en un contexto donde la ciudadanía comenzaba a ejercer presión frente al deterioro ambiental, además del aumento de las exigencias propias de los mercados globales y la cooperación internacional. En 1990, representando la voluntad política de asumir la problemática ambiental desde el Estado, comenzó a institucionalizarse la gestión ambiental en Chile, al crearse la Comisión Especial de Descontaminación de la Región Metropolitana mediante el decreto supremo No 349 (Ministerio del Interior, 1990), al igual que al reemplazarse la Comisión Nacional de Ecología de 1984 por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) mediante el decreto supremo 240, con el encargo de "estudio, propuesta, análisis y evaluación de todas aquellas materias relacionadas con la protección y conservación del medio ambiente", siendo estas dos comisiones de carácter ministerial.

Con la gestión ambiental en Chile ya casi institucionalizada con la CONAMA, se realizó un completo inventario de la dispersa y enorme cantidad de normas jurídicas vigentes con relevancia ambiental del país, mientras se iniciaba la tramitación, en el Congreso Nacional, de la iniciativa con mayor proyección hasta el momento, la Ley 19.300 (Ley de Medio Ambiente o LGBMA en lo sucesivo) (Asenjo, 2006) promulgada en el año 1994. Siendo así adoptada formalmente la noción de un sistema de gestión ambiental en el país, conformado por la suma de las competencias ambientales de las diversas carteras sectoriales, coordinadas por la CONAMA cuyo rol, en cuanto a la ejecución de políticas, se desarrolla en los límites que marcan las potestades del resto de los sectores.

En este contexto, en el año 1998 se aprobó por el Consejo Directivo de la CONAMA la única Política Ambiental explícita, al establecer fundamentos, principios y objetivo general en torno a la sustentabilidad ambiental del proceso de desarrollo con miras a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y de las generaciones futuras. Además de considerar la gestión ambiental como una función eminentemente pública, también se consideraba el requerimiento del compromiso y la participación de toda la sociedad civil. También, en el mismo año, se formularon políticas ambientales regionales, sin embargo, tanto estas como la política nacional formuladas tuvieron escasa relevancia, predominando desde entonces una lógica de políticas implícitas, expresadas en agendas, mensajes presidenciales y proyectos legislativos, entre otros.
A partir del año 2010 se marcó un nuevo hito, al modificarse sustancialmente la Ley N° 19.300 (Ley N° 20.417), que creó una nueva institucionalidad ambiental y si no la más relevante hasta la fecha el "Ministerio de Medio Ambiente", sus respectivas instituciones e incidencia en otras, que asentaron las bases para un marco jurídico-institucional más robusto.

Luego de más de una década, donde existieron modificaciones legales no estructurales que fueron perfeccionando la LBGMA y las instituciones, se promulgó la modificación a la LBGMA mediante la Ley N°21.600 asentando el rol significativo y pendiente en la conservación de la biodiversidad y la administración de un sistema nacional único de áreas protegidas del Estado, mediante la gestión para la preservación, restauración y uso sostenible de genes, especies y ecosistemas.

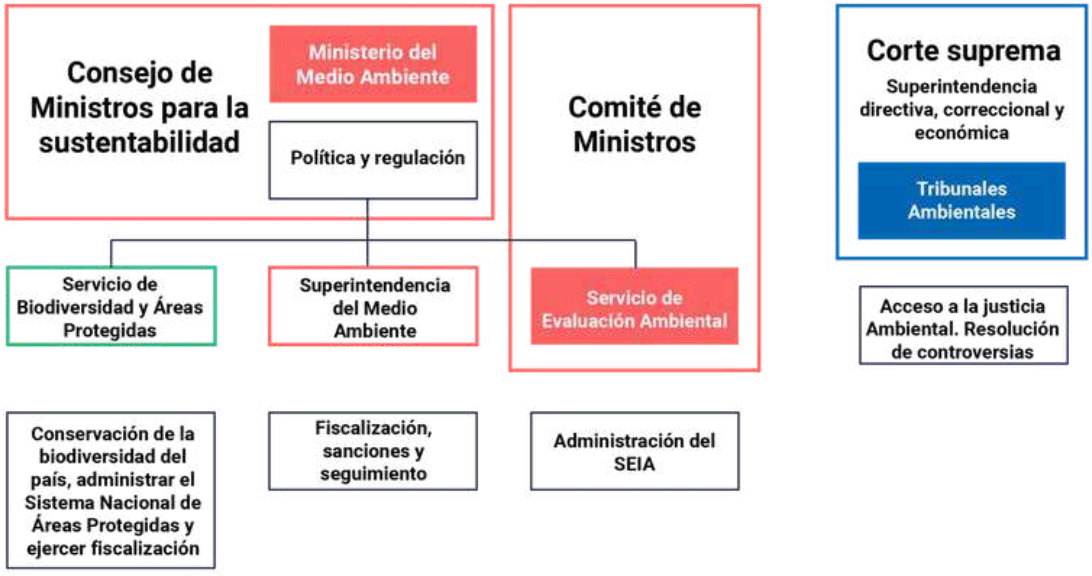
1.2. INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL

El Estado chileno configuró por primera vez una estructura institucional específica en la materia medioambiental en 1994, con la promulgación de la Ley N° 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, acompañada por perfeccionamientos a lo largo del tiempo. Siendo el más relevante en el 2010, consecuente de la firma de la Ley N° 20.417, que reformó profundamente la LBGMA y dio origen a una nueva institucionalidad ambiental en respuesta a la creciente demanda por una gestión ambiental más eficaz y al carácter transversal de las políticas sectoriales. Creando de esta forma el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), a cargo de la formulación y regulación de la política ambiental; el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), como un órgano técnico independiente, encargado de administrar el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA); y la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), cuya responsabilidad es la fiscalización de los instrumentos de gestión ambiental, su seguimiento y sanción, cuando corresponda. A este entramado institucional se le suma el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, junto a los Tribunales Ambientales creados producto de la promulgación de la Ley N°20.600 en el 2010, encargados de resolver controversias medioambientales y siendo actualmente tres los existentes: Antofagasta, Santiago y Valdivia.

Cabe destacar que otro factor que impulsó el origen de esta nueva institucionalidad fué producto de las recomendaciones formuladas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) durante el proceso de ingreso de Chile a la organización. Para ello, el país fue sometido a la evaluación del desempeño ambiental exigida por la OCDE (1). Esta concluía que, respecto al periodo 1990-2004, si bien Chile había fortalecido sus instituciones ambientales sobre la base de un modelo de coordinación ambiental multisectorial, además de intensificar sus iniciativas ambientales relativas a aire, agua, residuos, y gestión de la diversidad biológica, era necesario emprender iniciativas entre las que se destacaba "desarrollar y fortalecer las instituciones ambientales en los ámbitos nacional y regional" y el fortalecimiento de "la capacidad de cumplimiento y fiscalización, incluso mediante reformas institucionales, como por ejemplo, el establecimiento de un órgano de inspección ambiental" entre otros temas. Estas debieran ser presentadas como recomendaciones al Gobierno de Chile (Centro de Análisis de Políticas Públicas [CAPP], 2008; SMA, 2017). Es así que, en la segunda evaluación del desempeño ambiental de Chile, se señalan diversas oportunidades y desafíos para el país en materia ambiental, falencias y mejoras que hasta la actualidad no se han logrado subsanar del todo (OCDE, 2017).

Más actualmente, es importante mencionar que, más de una década después de la promulgación de la Ley 20.417, en el 2023 mediante la promulgación de la Ley 21.600 se materializó la esperada creación del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP), con el objetivo de asumir la gestión de la biodiversidad y la administración de un sistema nacional único de áreas protegidas (SNAP), debido a esto es que se fortalece aún más la institucionalidad ambiental chilena, consolidandola en pos de abordar los desafíos ambientales actuales y futuros, tanto desde una perspectiva de prevención como desde una lógica correctiva (fiscalizadora y sancionadora). La Figura 1.1 muestra la institucionalidad ambiental vigente con la incorporación del SBAP.

Figura 1.1 Síntesis de la institucionalidad ambiental vigente.



Fuente: MMA, en línea, https://mma.gob.cl/estructura-organizacional/, Septiembre 2025

(1) LA EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO AMBIENTAL FUE UNO DE LOS REQUISITOS DE LA OCDE PARA APROBAR LA ADMISIÓN DE CHILE A LA ORGANIZACIÓN. LA OCDE FUE FUNDADA EN 1961 CON LA MISIÓN DE PROMOVER POLÍTICAS QUE MEJOREN EL BIENESTAR ECONÓMICO Y SOCIAL DE LAS PERSONAS ALREDEDOR DEL MUNDO; AGRUPA, A LA FECHA, A 36 PAÍSES, CASI TODOS ELLOS DESARROLLADOS. EN LÍNEA HTTPS://WWW.OECD.ORG/CENTRODEMEXICO/LAOCDE/, JUNIO 2022.

1.2.1. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

El MMA se define como "órgano del Estado encargado de colaborar con el Presidente de la República en el diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental, así como en la protección y conservación de la diversidad biológica y de los recursos naturales renovables e hídricos, promoviendo el desarrollo sustentable, la integridad de la política ambiental y su regulación normativa." Su visión es "alcanzar el desarrollo sustentable para el país con el objeto de mejorar la calidad de vida de los chilenos, tanto de esta generación como de futuras" y, su misión, "Instalar un nuevo modelo de desarrollo centrado en la protección del medioambiente y el bienestar de las personas, a partir de la implementación de procesos de Transición Socio Ecológica Justa y la incorporación de un enfoque ecológico transversal en la gestión y ciclo de políticas públicas del Estado."

La LBGMA establece, en su artículo 74, que la organización del Ministerio será la siguiente:

1. El Ministro del Medio Ambiente.
2. El Subsecretario.
3. Las Secretarías Regionales Ministeriales del Medio Ambiente.
4. El Consejo Consultivo Nacional y los Consejos Consultivos Regionales.

Sin perjuicio de las instancias que se relacionan directamente con la Ministro y que se abordarán en párrafos posteriores, el Ministerio, se estructura en oficinas, divisiones, a su vez subdivididas en departamentos, y secretarías regionales ministeriales (SEREMI), una en cada región. En el Cuadro 1.1 se listan las oficinas y divisiones.

Cuadro 1.1 Estructura del Ministerio del Medio Ambiente.

Oficinas	**Divisiones**
Auditoría Interna	Cambio climático
Planificación, presupuesto y control de gestión	Recursos naturales y biodiversidad
Asuntos internacionales	Educación ambiental y participación ciudadana
Comunicaciones y Prensa	Jurídica
Implementación legislativa y Economía circular	Administración y Finanzas
Evaluación ambiental Transición Socioecológica Justa	Calidad del aire División de Información y Economía Ambiental

Fuente: MMA, en línea, https://mma.gob.cl/estructura-organizacional/ , Septiembre 2025

1.2.1.1. FUNCIONES Y ÁREAS DE TRABAJO

La Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente, en su artículo 70 , asigna al MMA 26 funciones específicas que abarcan una amplia gama de asuntos vinculados al medio ambiente, incluso aquellos que sean materia específica de otros ministerios. Estas funciones implican distintos niveles de intervención del MMA en materias como la propuesta de políticas, planes, programas y normas, además de la nueva supervigilancia a manos del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, la gestión del cambio climático, las áreas marinas costeras protegidas de múltiples usos, el cumplimiento de convenciones internacionales, la incorporación de criterios ambientales en los planes y políticas de los ministerios sectoriales, la formulación de políticas para el manejo sustentable de los recursos naturales renovables e hídricos, así como la regulación de residuos, suelos contaminados y riesgos asociados a productos químicos, organismos genéticamente modificados y otras sustancias. Así como también le corresponde la definición de criterios preventivos en materia de recuperación y conservación de la biodiversidad, la elaboración y ejecución de programas de investigación, y la formulación de políticas y planes en materia de cambio climático. Finalmente, también se incluyen atribuciones orientadas a la educación y difusión ambiental, la elaboración de informes sobre el estado del medio ambiente, la administración del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes, la generación de sistemas de información pública, la promoción de la participación ciudadana, la capacitación de funcionarios y particulares en materias ambientales, así como el financiamiento de proyectos y actividades orientados a la protección del medio ambiente.

También, es importante señalar que, desde una mirada de la institucionalidad ambiental internacional, desde el año 2015 Chile forma parte de los Estados Miembros que integran la Agenda Internacional 2030 de las Naciones Unidas. Esta busca alcanzar el desarrollo sostenible mediante el compromiso de 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS). En ese sentido, el MMA coordina la ejecución y seguimiento de las metas de los ODS con mayor énfasis ambiental. Estos son los objetivos: (11) ciudades y comunidades sostenibles; (12) producción y consumo responsable; (13) vida marina; (14) vida submarina; y (15) vida de ecosistemas terrestres.

Dado esto, el esfuerzo operativo del MMA se focaliza en 10 áreas de trabajo que ordenan las actividades asignadas a las oficinas y divisiones definidas, presentadas a continuación.

Aire: Se encuentra bajo la División de Calidad del Aire y Cambio Climático. Incorpora, además de la calidad del aire propiamente tal y de las emisiones de gases de efecto invernadero y la adaptación al cambio climático, el ruido ambiental, la contaminación lumínica y la contaminación por olores. Entre los instrumentos correspondientes al área se cuentan las normas de calidad del aire y de emisión; los planes de prevención y descontaminación atmosférica; el Programa Aire Chile orientado a los pronósticos de calidad del aire y el Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA); la Red Meteorológica para Calidad del Aire Región Metropolitana en convenio con la Dirección Meteorológica de Chile, y el Programa de Calefacción Sustentable y registros de calefactores y vendedores de leña. Asimismo, considera la cordinación, cumplimiento y asesoramiento al Ministro en torno a compromisos internacionales en

materia de cambio climático, tales como la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, así como la protección de la capa de ozono en el marco del Convenio de Viena y el Protocolo de Montreal. También aborda la gestión de contaminantes climáticos de vida corta, como el metano, los HFCs o el carbono elemental, y promueve la cooperación internacional y el fortalecimiento de capacidades en estas materias. De esta manera, no solo incorpora instrumentos y programas específicos, sino que además asume un rol activo en el diseño de políticas, la asesoría técnica al Ministerio, la coordinación interinstitucional y el cumplimiento de las obligaciones ambientales internacionales que Chile ha suscrito.

Biodiversidad: Se encuentra bajo la División de Recursos Naturales y Biodiversidad, que cubre la conservación de la biodiversidad y la protección, uso sustentable y manejo de los recursos naturales tanto terrestres como de aguas continentales y marinas, incluyendo la clasificación de especies y la gestión de especies exóticas invasoras. Instrumentos destacados son la Estrategia Nacional de Biodiversidad; planes de recuperación, conservación y gestión de especies; Inventario Nacional de Especies; Registro Nacional de Áreas Protegidas; restauración ecológica asociada al Comité Nacional de Restauración Ecológica; la Ruta para la Conservación Marina; y el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP) y su Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP). Además, el área asesora al ministro y al ministerio en materias de biodiversidad, influye en políticas públicas y programas sectoriales, coordina y supervisa la gestión de áreas protegidas —incluidas privadas—, promueve la recuperación de recursos hídricos, genéticos, flora, fauna, hábitats y ecosistemas frágiles o degradados, y lidera el monitoreo de biodiversidad, la generación de información técnica y científica, la clasificación de especies y el seguimiento de especies exóticas invasoras a través de comités especializados.

Cambio Climático: Se encuentra bajo la Oficina de Cambio Climático, que es responsable de proponer políticas y formular planes, programas y planes de acción en materia de cambio climático, de acuerdo al artículo 70.h. de la Ley de Bases del Medio Ambiente 19.300. Su misión es contribuir al desarrollo sustentable y resiliente frente a los impactos del cambio climático y promover una economía baja en carbono, integrando y fortaleciendo políticas públicas sectoriales que permitan enfrentar el cambio climático e implementar acciones de mitigación a nivel local. La Oficina se organiza en tres departamentos: Mitigación e Inventarios de Contaminantes Climáticos; Adaptación al Cambio Climático y Desarrollo de Capacidades; y Negociación Internacional y Financiamiento. Además, asesora e implementa la Convención de Viena y el Protocolo de Montreal sobre las sustancias agotadoras de la capa de ozono, así como la Convención Marco de la ONU sobre Cambio Climático, el Acuerdo de París y la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC); coordina acciones con otros órganos del Estado, realiza seguimiento a la implementación de políticas, promueve la educación, el desarrollo de capacidades y mecanismos de mercado para mitigación de emisiones, y fomenta la cooperación internacional, incluyendo acciones sobre contaminantes de vida corta, participación en iniciativas como el Fondo Verde del Clima y el desarrollo de ciudades resilientes.

IInformación y Economía Ambiental: Se encuentra bajo la División de Información y Economía Ambiental (DIEA), que tiene la responsabilidad de de asesorar en la formulación de políticas públicas e instrumentos de gestión, incorporando análisis técnico y económico de normas ambientales, el diseño de instrumentos económicos, y la elaboración de cuentas ambientales, de acuerdo con lo establecido en la LBGMA. Asimismo, la División genera información ambiental para apoyar la formulación, diseño, evaluación e implementación eficiente de políticas públicas, administra el Sistema de Información Ambiental (SINIA), el Registro de Emisiones y Transferencias Contaminantes (RETC), y elabora indicadores, cuentas e informes sobre el estado del medio ambiente. Además, impulsa la agenda de crecimiento verde a través del Programa de Consumo y Producción Sustentable y promueve la transversalidad de los tres pilares del desarrollo sustentable, contribuyendo estratégicamente a la toma de decisiones del ministerio.

Evaluación Ambiental Estratégica: La EAE corresponde a un instrumento, regulado por la Ley 19.300, orientado a la evaluación de políticas, planes, instrumentos de planificación territorial, zonificaciones del borde costero, manejo integrado de cuencas e instrumentos de ordenamiento territorial, entre otros. Se encuentra bajo la Oficina de Evaluación Ambiental (OEA), al ser responsable de orientar y colaborar técnicamente en la aplicación de la EAE a nivel nacional, capacitar a los órganos competentes, elaborar manuales, instructivos y guías de apoyo, mantener y administrar el sistema de información para consulta y seguimiento del procedimiento, coordinar los pronunciamientos del Ministerio en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y fomentar la cooperación técnica con otros países para el intercambio de experiencias y metodologías en la implementación de la EAE.

Educación Ambiental: Se encuentra bajo la División de Educación Ambiental y Participación Ciudadana, y tiene como objetivo promover hábitos y conductas sustentables en la población, fomentando la participación ciudadana en la mejora sostenida del medio ambiente. La División coordina y asesora al Ministro y a las autoridades competentes en el desarrollo de programas de educación, promoción y difusión ambiental, administra el Fondo de Protección Ambiental (FPA), prepara y ejecuta acciones de capacitación técnica a funcionarios públicos y particulares, y evalúa el impacto económico, social y ambiental de los instrumentos de gestión. Además, impulsa la corresponsabilidad ciudadana en la toma de decisiones ambientales y coordina diversos programas y herramientas, incluyendo la Academia de Formación Ambiental Adriana Hoffman, la Red de Centros de Educación Ambiental, los Clubes y Programas de Forjadores Ambientales, los sistemas de certificación ambiental de establecimientos y municipal, el Programa Escuelas Sustentables, el Programa de Acreditación Estado Verde y el Programa para la Recuperación Ambiental y Social (PRAS), asegurando la articulación de estos instrumentos para mejorar la calidad de vida y la gestión ambiental local. Además en el sitio web del MMA, se cuenta con un espacio educativo sobre el Medioambiente.

Economía Circular: Se encuentra bajo la Oficina de Economía Circular y tiene como objetivo reducir el impacto ambiental asociado a la generación de residuos, promoviendo un modelo de economía circular que transforme los sistemas lineales de producción, consumo y negocios mediante el eco diseño, la reutilización, el reciclaje y la valorización de materiales. La Oficina coordina y asesora en la implementación de políticas, programas, planes y normas en materias de reducción y control de residuos, producción y consumo sostenibles, economía circular, ecoetiquetado y sistemas de depósito y reembolso.

Transición Socioecológica Justa: Se encuentra bajo la Oficina de Transición Socioecológica Justa y tiene como objetivo promover la transición desde un modelo económico y productivo vulnerable a la crisis climática y ecológica hacia uno más resiliente, inclusivo e innovador, fortaleciendo industrias sustentables y garantizando la equidad social en los territorios. La Oficina coordina y apoya la implementación de la Estrategia Nacional de Transición Socioecológica Justa (ENTSEJ), orienta los programas de Territorios en Transición y la Transición Hídrica Justa, y colabora con organismos públicos, comunidades y actores privados para fomentar la gobernanza territorial, la participación ciudadana, la planificación integrada y la justicia ambiental. Asimismo, genera criterios técnicos y metodológicos para la aplicación uniforme de instrumentos de gestión, impulsa la educación ambiental, la sensibilización y la formación de capacidades, y contribuye a la integración de la transición socioecológica justa en políticas, planes, programas y normas, asegurando que los procesos de transformación ambiental, social y productiva se desarrollen de manera equitativa y sostenible en todo el país.

Asuntos Internacionales: Se encuentra bajo la Oficina de Asuntos Internacionales y tiene como objetivo coordinar y supervisar todas las actividades internacionales del MMA, asegurando el cumplimiento de los compromisos ambientales de Chile a nivel global y regional. Su labor abarca la participación en la OCDE, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el Global Environmental Facility (GEF), la Asamblea de Naciones Unidas del Medio Ambiente y los comités ambientales de la Alianza del Pacífico. Asimismo, asesora en la negociación de nuevos acuerdos internacionales con componente ambiental, coordina la formulación de normas, planes y programas en materia de riesgo de productos químicos y otras sustancias que puedan afectar el medio ambiente, promueve la cooperación internacional y da seguimiento a compromisos relacionados con biodiversidad, cambio climático, contaminación transfronteriza, agenda química internacional, residuos marinos y microplásticos, y otros instrumentos que tengan relevancia ambiental global.

Atención Ciudadana: Se encuentra bajo la División de Educación Ambiental y Participación Ciudadana. Su propósito principal es asegurar el acceso a la información pública y medioambiental, gestionando los espacios de atención del ministerio para vincular eficazmente a la ciudadanía y atender sus requerimientos, expectativas, juicios e intereses con calidad, oportunidad y amabilidad. Esta área coordina y supervisa el funcionamiento de las Oficinas de Informaciones, Reclamos y Sugerencias (OIRS), del Sistema de Atención Ciudadana (SIAC), de los Centros de Documentación (CDOC) y del Archivo Central, asegurando el cumplimiento de la Ley N° 20.285 sobre acceso a la información, la Ley N° 20.730 de Lobby y otras disposiciones vinculadas a la transparencia y gestión de la información ambiental. Se destaca la existencia y accesibilidad de la plataforma de atención ciudadana disponible en la página web del MMA.

1.2.2. CONSEJO DE MINISTROS PARA LA SUSTENTABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO

Refiere a un órgano del Estado, presidido por el Ministro del Medio Ambiente e integrado por los Ministros de Agricultura, de Hacienda, de Salud, de Economía, Fomento y Turismo, de Energía, de Obras Públicas, de Vivienda y Urbanismo, de Transportes y Telecomunicaciones, de Minería, y de Desarrollo Social y Familia, de Bienes Nacionales; de Educación, y de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

En un principio llamado Consejo de Ministros para la Sustentabilidad creado junto al Ministerio de Medio ambiente mediante la Ley 20.417 y posteriormente modificado a Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y Cambio Climático (CMSCC), posee las siguientes funciones y atribuciones:

1. Proponer al Presidente de la República las políticas para el manejo, uso y aprovechamiento sustentables de los recursos naturales renovables.
2. Proponer al Presidente de la República los criterios de sustentabilidad que deben ser incorporados en la elaboración de las políticas y procesos de planificación de los ministerios, así como en la de sus servicios dependientes y relacionados.
3. Pronunciarse sobre las propuestas de creación de áreas protegidas del Estado que efectúe el Ministerio del Medio Ambiente.
4. Proponer al Presidente de la República las políticas sectoriales que deben ser sometidas a evaluación ambiental estratégica.
5. Pronunciarse sobre los criterios y mecanismos en virtud de los cuales se deberá efectuar la participación ciudadana en las Declaraciones de Impacto Ambiental, a que se refiere el artículo 26 de la ley Nº 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente.
6. Pronunciarse sobre los proyectos de ley y actos administrativos que se propongan al Presidente de la República, cualquiera sea el ministerio de origen, que contenga normas de carácter ambiental señaladas en el artículo 70.

De acuerdo al artículo 72 de la Ley 19300, el consejo sesionará cuando su presidente lo convoque con un mínimo de dos sesiones por año. Esto para cumplir con sus potestades de pronunciamiento frente a proyectos de ley y actos administrativos que contengan normas de carácter ambiental mediante lo estipulado en el artículo 73 de la mencionada ley, "*los acuerdos del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad serán obligatorios para los organismos de la Administración del Estado al cual estén dirigidos, incurriendo en responsabilidad administrativa los funcionarios que no den cumplimiento a los mismos*".

Tras la publicación de la Ley Marco de Cambio Climático, y la falta de una institucionalidad que aborde asuntos relacionados al cambio climático a nivel nacional, es que este órgano cambia su nombre a Consejo de Ministros de Sustentabilidad y Cambio Climático, adoptando facultades referentes al asunto (Ley N° 21.455, 2022).

Dentro de sus nuevas funciones, destaca su pronunciación sobre la política ambiental del Gobierno en materia de cambio climático, tanto en temas de adaptación como en mitigación.

1.2.3. CONSEJOS CONSULTIVOS DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

Los Consejos Consultivos del Medio Ambiente son mecanismos de participación ciudadana que se fundan en el derecho que el Estado reconoce a las personas a participar en las políticas, planes, programas y acciones gubernamentales (Ministerio de Medio Ambiente, s.f).

Dentro de la institucionalidad ambiental, el Ministerio del Medio Ambiente cuenta con el Consejo Nacional para la Sustentabilidad y 16 Consejos Consultivos Regionales. Se crean a partir de la Ley N.º 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente y son homologados a los Consejos de la Sociedad Civil establecidos en la Ley N.º 20.500 sobre Asociaciones y Participación Ciudadana en la Gestión Pública, como mecanismos de participación ciudadana.
Los integrantes del Consejo Nacional para la Sustentabilidad y el Cambio Climático son nombrados directamente y de manera paritaria por el Presidente de la República por un período de dos años, el que podrá prorrogarse por una sola vez y debe estar conformado por:

1. Dos científicos, uno de los cuales será experto en materia de cambio climático, propuestos en quina por el Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas.
2. Dos representantes de organizaciones no gubernamentales sin fines de lucro que tengan por objeto la protección del medio ambiente, uno de los cuales será experto en materia de cambio climático
3. Dos representantes de centros académicos independientes que estudien o se ocupen de materias ambientales, uno de los cuales será experto en materia de cambio climático.
4. Dos representantes del empresariado, uno de los cuales pertenecerá al sector energía.
5. Dos representantes de los trabajadores, propuestos en quina por la organización sindical de mayor representatividad en el país.
6. Un representante del Presidente de la República.
7. Dos representantes de organizaciones de jóvenes que tengan por objeto la protección del medio ambiente.

Por su parte, corresponderá al Consejo Consultivoabsolver las consultas que le formule el Ministerio del Medio Ambiente y el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático, emitir opiniones sobre los anteproyectos de ley y decretos supremos que fijen normas de calidad ambiental, de preservación de la naturaleza y conservación del patrimonio ambiental, instrumentos de gestión del cambio climático, planes de prevención y de descontaminación, regulaciones especiales de emisiones y normas de emisión que les sean sometidos a su conocimiento. Asimismo, podrá pronunciarse, de oficio, sobre temas ambientales de interés general, donde, si bien sus pronunciamientos no son vinculantes, constituyen un aporte técnico y plural en la gestión ambiental del país.

Junto a la creación de este consejo nacional, la LBGMA creó también (16) Consejos Consultivos Regionales, a los que corresponde atender las consultas que le pudiesen formular el Intendente (actualmente el Delegado Presidencial Regional), el Gobierno Regional y el Secretario Regional Ministerial del Medio Ambiente. Los Consejos Regionales se conforman de modo análogo que el Consejo Nacional cuyos miembros son elegidos por el Delegado Presidencial Regional a proposición del Secretario Regional Ministerial del Medio Ambiente, previa consulta a las respectivas organizaciones o sindicatos más representativos de la región. Los Consejos Consultivos Regionales también podrán pronunciarse de oficio sobre temas ambientales de interés general.

1.2.4. SERVICIO DE BIODIVERSIDAD Y ÁREAS PROTEGIDAS

El Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP) es una entidad creada bajo la Ley 21600, promulgada el 2023, cuyo objeto será la conservación de la biodiversidad del país y la protección del patrimonio natural del país, a través de la preservación, restauración y uso sustentable de genes (unidad biológica fundamental de las especies), las especies mismas y los ecosistemas. El Servicio será funcionalmente descentralizado, es decir, contará con personalidad jurídica y patrimonio propio, y estará sujeto a la supervigilancia del Presidente de la República a través del Ministerio del Medio Ambiente.
Se desconcentrará territorialmente a través de direcciones regionales y, en caso de ser necesario, de oficinas provinciales o locales. Además, el Servicio será parte del Sistema de Alta Dirección Pública, que opera en los concursos para el nombramiento de sus autoridades.

Para cumplir con las responsabilidades que se le asignan, la Ley 21.600 entrega un gran número de atribuciones al SBAP, 21 exactamente (Ver Anexo 1), más “las demás funciones y atribuciones que le asigne la ley”.

La administración y dirección superior del Servicio estará a cargo de un director o directora nacional, quien ejercerá la jefatura superior del servicio y tendrá su representación legal. Será designado mediante el Sistema de Alta Dirección Pública.

Habrá direcciones regionales y un Comité Científico, organismo asesor y de consulta en las materias científicas y técnicas necesarias para el adecuado ejercicio de las funciones y atribuciones del Servicio. Al menos seis de sus integrantes deberán desempeñarse en regiones distintas a la Metropolitana de Santiago, para lo que se deberá tener en consideración la representación de las distintas zonas geográficas del país, incluyendo las zonas extremas y los territorios especiales.

El Servicio estará facultado para diseñar, implementar y dar seguimiento a la aplicación de los instrumentos de conservación de la biodiversidad tanto dentro como fuera de las áreas protegidas.

2. EVALUACIÓN AMBIENTAL

2.1. SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

El Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), creado en virtud de la Ley N° 20.417 (2010) que modificó a la Ley sobre Bases Generales de Medio Ambiente (LBGMA), es el organismo responsable de la evaluación ambiental ex-ante de los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental en el país. La LBGMA establece que corresponderá al SEA, la administración del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), así como la coordinación de los organismos del Estado involucrados en el mismo, para los efectos de obtener los permisos o pronunciamientos de carácter ambiental que, de acuerdo con la legislación vigente, deban o puedan emitir los organismos del Estado, respecto de proyectos o actividades sometidos al sistema.



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

El SEA es un servicio público funcionalmente descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio, sometido a la supervisión del Presidente de la República a través del Ministerio del Medio Ambiente y afecto al Sistema de Alta Dirección Pública. La jefatura nacional está representada por el Director Ejecutivo del Servicio. El SEA se proyecta en el territorio a través de las Direcciones Regionales de Evaluación Ambiental; en cada región del país hay un Director Regional que representa al Servicio que también debe ser nombrado mediante el Sistema de Alta Dirección Pública.

La Ley N° 20.417 (2010), le otorgaba un total de ocho diferentes funciones al SEA, las que corresponden a las siguientes:

- La administración del SEIA.
- Administrar un sistema de información sobre permisos y autorizaciones de contenido ambiental, el que deberá estar abierto al público en el sitio web del Servicio.
- Administrar un sistema de información de líneas de bases de los proyectos sometidos al SEIA, de acceso público y georeferenciado.
- Uniformar los criterios, requisitos, condiciones, antecedentes, certificados, trámites, exigencias técnicas y procedimientos de carácter ambiental que establezcan los ministerios y demás organismos del Estado competentes, mediante el establecimiento, entre otros, de guías trámite.
- Proponer la simplificación de trámites para los procesos de evaluación o autorizaciones ambientales.
- Administrar un registro público de consultores certificados para la realización de Declaraciones o Estudios de Impacto Ambiental.
- Fomentar y facilitar la participación ciudadana en la evaluación de proyectos.
- Interpretar administrativamente las Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA), previo informe del o los organismos con competencia en la materia específica que participaron de la evaluación, del Ministerio y la Superintendencia del Medio Ambiente, según corresponda.

Respecto al último punto del listado se debe destacar que la Ley establece que si la resolución de calificación ambiental “contuviese aspectos normados sometidos a las facultades de interpretación administrativa del organismo sectorial respectivo, el informe solicitado tendrá el carácter de vinculante para el Ministerio en relación a esa materia.

La misión institucional, la visión y los objetivos estratégicos del SEA se presentan en el **Cuadro** .



Cuadro 2.1. Misión, visión y objetivos estratégicos del SEA.

Misión	Contribuir al desarrollo sostenible por medio de la administración de un procedimiento de evaluación ambiental técnico, eficiente y de excelencia, que incorpore el cambio climático, garantizando el pleno ejercicio de los derechos de acceso a la información y participación ciudadana en cumplimiento del deber del Estado de proteger el medio ambiente y resguardar el bienestar de las personas.
Visión	Ser reconocido a nivel internacional como un Servicio líder en evaluación de impacto ambiental, que define criterios técnicos, oportunos y efectivos para la protección del medio ambiente, con innovación y avanzadas tecnologías; modelo de gestión de la Administración Pública y pilar esencial para el desarrollo sustentable del país, consciente de las futuras generaciones de Chile (2022).
Objetivos estratégicos (OE)	• Entregar certezas técnicas y jurídicas a todos quienes participan en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, a través de instrumentos que contribuyan en la entrega de lineamientos que aseguren la unificación de criterios para estandarizar la evaluación ambiental apegada a la normativa vigente. • Avanzar en la implementación del Acuerdo de Escazú en el proceso de evaluación de impacto ambiental que asegure el derecho de acceso a la información, mejorando y aumentando las herramientas para aquello, que permitan robustecer los procesos de participación ciudadana en el marco del SEIA, integrando un enfoque de derechos humanos, multicultural, con perspectiva de género y facilitando el acceso a la justicia ambiental mediante respuestas oportunas. • Considerar los riesgos y efectos adversos del cambio climático incorporando criterios que permitan identificar las variables a reconocer en el proceso de evaluación de impacto ambiental, así como las medidas, planes y seguimiento, disponibilizando esta información a todos quienes participan en la evaluación ambiental, para su debida gestión.

Fuente: SEA, 2025.

2.2. SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

2.2.1. DESCRIPCIÓN BÁSICA DEL SEIA

El SEIA es un Instrumento de Gestión Ambiental (IGA) de carácter preventivo que permite a la autoridad determinar antes de la ejecución de uno de los proyectos o actividades señalados en la LBGMA (artículo 10), si estos: 1) cumplen con la legislación ambiental vigente; 2) y si se hacen cargo de los potenciales impactos ambientales significativos. A este instrumento pueden someterse iniciativas, ya sea de origen público o privado, las que sólo podrán ejecutarse o modificarse previa evaluación de su impacto ambiental, de acuerdo a lo establecido en la LBGMA y su reglamento.

Este IGA entró en vigencia el 03 de abril de 1997. Luego, de más de 25 años de vigencia, el SEIA se ha constituido probablemente en el instrumento de prevención del deterioro ambiental más importante del país, aquello sin perjuicio de las críticas que ha recibido y que han dado lugar a diversas mejoras. En este aspecto, la promulgación de la Ley Nº 20.417 (2010), ya abordada antes en este informe, fue un hito importante en la evolución del SEIA, debido a que creó y definió al SEA como el organismo administrador de este sistema, a la par que creó a la SMA como una entidad con responsabilidades en el seguimiento y la

fiscalización ambiental de diversos instrumentos de carácter ambiental, entre ellos, las RCA. Adicionalmente, las modificaciones introducidas por la Ley N° 20.417 derivaron en la necesidad de actualizar el reglamento del SEIA, lo cual se concretó con la publicación en el Diario Oficial del Decreto Supremo N° 40 (2013).

Es importante mencionar, que más recientemente, producto del Decreto Supremo N°30 de 2023, el SEIA amplía su alcance debido a que

1. Integra de manera obligatoria la variable cambio climático en la evaluación de proyectos
2. Refuerza los mecanismos de participación ciudadana con mayores plazos, monitoreo participativo y exigencias de información accesible
3. Establece nuevas disposiciones para el seguimiento y la revisión de las RCA frente a escenarios climáticos adversos.

Por lo que pasa a ser no solo un instrumento de control preventivo, sino uno que asegura coherencia con las políticas territoriales y climáticas del país como la Ley Marco de Cambio Climático y el Acuerdo de Escazú (Servicio de Evaluación Ambiental, 2024).

Estudios y declaraciones de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental de un proyecto o actividad requiere la realización, según corresponda, de un Estudio o de una Declaración de Impacto Ambiental. El titular del proyecto o actividad que se somete al SEIA lo hace presentando una Declaración de Impacto Ambiental (DIA), salvo que dicho proyecto genere o presente alguno de los efectos, características o circunstancias contemplados en el artículo 11 de la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente (LBGMA), en cuyo caso deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), exigible en el caso que el proyecto genere, entre otros:

• Riesgo para la salud de la población, asociado a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones y residuos.
• Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluyendo suelo, agua y aire.
• Reasentamiento de comunidades humanas o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de los grupos humanos.
• Localización en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos y glaciares susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.
• Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.
• Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

En el Título II del Reglamento del SEIA se establecen variables y criterios específicos que determinan el alcance de los efectos, características o circunstancias mencionadas, aportando mayor precisión al procedimiento de evaluación.

También es importante mencionar que, los proyectos o actividades no pueden ser fraccionados para eludir el ingreso al SEIA o evitar la elaboración de un EIA, salvo que se trate de proyectos cuya ejecución se realizará por etapas, sin que ello comprometa la rentabilidad del proyecto de manera artificial. Y por su parte, la DIA constituye un instrumento que asegura que el proyecto o actividad cumple con la legislación ambiental vigente. En este caso, también pueden incorporarse compromisos ambientales voluntarios, los cuales, aunque no estén exigidos por la ley, serán exigibles para el proyecto o actividad.
Comisiones de evaluación y comités técnicos

Tanto las DIA como los EIA de los proyectos que ingresan al SEIA para obtener las autorizaciones correspondientes, se deben someter a la Comisión de Evaluación de la región en la que se realizarán las obras materiales que contemple el proyecto o actividad, con anterioridad a su implementación, de acuerdo como lo establece el artículo 86 de la LBGMA. En los casos en que la actividad o proyecto pueda causar impactos ambientales en zonas situadas en distintas regiones, las DIA o los EIA deben presentarse ante el Director Ejecutivo del Servicio de Evaluación Ambiental.

Las comisiones de evaluación son presididas actualmente por el Delegado Presidencial Regional e integradas por los SEREMI de Medio Ambiente, de Salud, de Economía, Fomento y Turismo, de Energía, de Obras Públicas, de Agricultura, de Vivienda y Urbanismo, de Transportes y Telecomunicaciones, de Minería, y de Desarrollo Social y Familia, y el Director Regional del SEA, quien actúa como secretario. Además, en cada región se crearon comités técnicos integrados por el SEREMI de Medio Ambiente, que lo preside, el Director Regional del SEA, los directores regionales de los servicios públicos que tengan competencia en materia ambiental, el Gobernador Marítimo correspondiente y el representante del Consejo de Monumentos Nacionales. A este comité le corresponde elaborar un acta de evaluación de cada proyecto, acta de libre acceso a los interesados.

La Comisión de Evaluación, o el Director Ejecutivo en su caso, debe aprobar o rechazar un proyecto o actividad sometido al SEIA sólo en virtud del Informe Consolidado de Evaluación en lo que dice relación con los aspectos normados en la legislación ambiental vigente, informe que debe incorporar los pronunciamientos ambientales fundados de los organismos con competencia que participaron en la evaluación así como la evaluación técnica de las observaciones planteadas por la comunidad y los interesados, cuando corresponda.

Resoluciones de calificación ambiental

El proceso de evaluación de impacto ambiental culmina en la Resolución de Calificación Ambiental (RCA), siendo el acto administrativo final del procedimiento de evaluación ambiental mediante el cual se califica ambientalmente el proyecto o actividad sometido al SEIA. Por lo que una RCA es un instrumento, que en caso de ser favorable establece las condiciones, exigencias o medidas que deberán cumplirse para ejecutar un proyecto o actividad y aquéllas bajo las cuales se otorgarán los permisos que de acuerdo con la legislación deben emitir los organismos del Estado. En el caso que la resolución sea desfavorable, el proyecto o iniciativa no puede ser ejecutado salvo que haya sido reingresado al sistema y su calificación de lugar a una RCA favorable.

Además, mediante el Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA), creado en virtud de la Ley N° 20.417 (2010), es posible acceder a la información relativa a las Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA) calificadas favorablemente, las que se encuentran agrupadas según vía de ingreso, tipología, fase del proyecto, región de la autoridad que emitió el documento, entre otros.

Permisos ambientales sectoriales

Todos los permisos de carácter ambiental, que de acuerdo con la legislación vigente, deban o puedan emitir los órganos de la Administración del Estado, respecto de proyectos o actividades sometidos al SEIA, deben ser otorgados a través de dicho sistema, de acuerdo al artículo 8 de la LGBMA y al Reglamento del SEIA (D.S. Nº 40/2012).

Los Permisos Ambientales Sectoriales (PAS) tienen por objeto la protección ambiental, pero es importante destacar que en algunos casos, estos permisos también incluyen objetos de protección sectoriales no ambientales, denominándose entonces PAS mixtos, de los cuales dentro del SEIA sólo se revisan los contenidos ambientales de dichos permisos.

Las condiciones de los RCA pueden tener condiciones favorables o desfavorables que conllevan situaciones diferentes detalladas para cada tipo de RCA **(Ver cuadro 2.2)**

Cuadro 2.2. Tipos de PAS y consecuencias de sus condiciones

Tipo de PAS	**Condición**	
	Favorable	**Desfavorable**
Contenido únicamente ambiental	La autoridad otorga el permiso sin más trámite.	La autoridad queda obligada a denegar el permiso.
Mixtos	Certifica que se cumplen los requisitos ambientales. El órgano competente no puede denegar el permiso por causas ambientales ni imponer nuevas exigencias ambientales distintas a las establecidas en la RCA.	Los órganos competentes deben denegar el permiso en lo relativo a requisitos ambientales, aunque se cumplan los demás requisitos sectoriales.

Fuente: SEA 2025

Además, el SEA ha desarrollado “guías trámite” que uniforman los criterios o exigencias técnicas de los contenidos y procedimientos establecidos para cada uno de los permisos ambientales sectoriales, las que deberán ser observadas por los titulares de las iniciativas sometidas al SEIA.
El Reglamento del SEIA incorpora un listado completo, tanto de los permisos ambientales sectoriales de contenidos únicamente ambientales como de los permisos ambientales mixtos (párrafos segundo y tercero del reglamento).

Consultas de pertinencia

La consulta de pertinencia constituye un trámite de carácter voluntario, previo al eventual sometimiento de un proyecto o actividad, o de su modificación al SEIA de acuerdo al pronunciamiento solicitado al Director Regional o al Director Ejecutivo del SEA, según el caso.

La respuesta a una consulta de pertinencia es un pronunciamiento del SEA que se enmarca dentro de las declaraciones de juicio que realizan los Órganos de la Administración del Estado con Competencia Ambiental (OAECA) en el ejercicio de sus competencias. También es importante recalcar que la pertinencia no es una autorización, ni tampoco una modificación a una RCA.

Pese a que no se había anticipado que se recurriese a este tipo de consulta más allá de situaciones excepcionales, los titulares de proyectos han estado recurriendo a ella de modo creciente. Entre el año 2016 y 2024 (**Ver Figura 2.1**), se han presentado un total de 22.791 consultas de pertinencia, mientras que para comienzos de septiembre del año 2025 ya van contabilizadas 1.549 peticiones de esta índole.

Figura 2.1. N° de Consultas de pertinencia presentadas por año, periodo 2016-2021.



Fuente: SEA, 2025.

La consulta de pertinencia es percibida como un mecanismo clarificador, que otorga certeza jurídica a los titulares y a otros servicios, respecto de un proceso tan complejo y relevante como la evaluación ambiental.

La posibilidad, en todo caso, está explícitamente reconocida en el Reglamento del SEIA que establece que:

Sin perjuicio de las facultades de la Superintendencia para requerir el ingreso de un proyecto o actividad, los proponentes podrán dirigirse al Director Regional o al Director Ejecutivo del Servicio, según corresponda, a fin de solicitar un pronunciamiento sobre si, en base a los antecedentes proporcionados al efecto, un proyecto o actividad, o su modificación, debe someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. La respuesta que emita el SEA deberá ser comunicada a la Superintendencia. (Ministerio del Medio Ambiente, 2013).

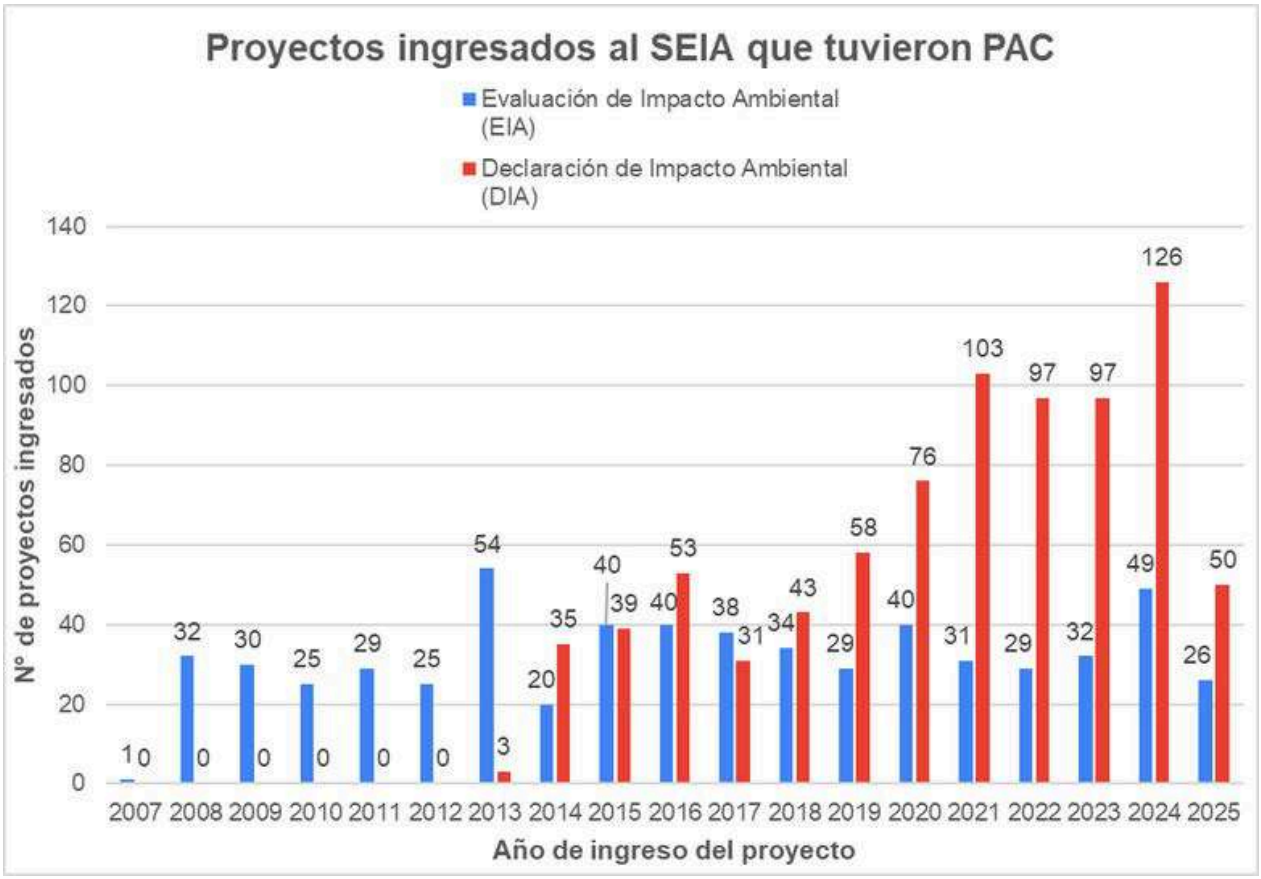
Por lo demás, una consulta como esta constituye una manifestación del derecho de petición consagrado en el artículo 19° N°14 de la Constitución Política de la República. De este modo, al SEA, como administrador del SEIA, le compete pronunciarse, a requerimiento del interesado, respecto de si un determinado proyecto o actividad, o si su modificación, debe someterse al SEIA en forma previa a su ejecución en base a las definiciones de la LBGMA (modificada) y del Reglamento del SEIA sobre las tipologías de proyectos y a lo dispuesto, con relación a cambios o modificaciones de los proyectos o actividades, por dicho Reglamento.

Participación Ciudadana

Debido a lo establecido en el artículo n°69 y n°71 de la Ley 20.500 sobre Asociaciones y Participación Ciudadana en la Gestión pública, la Participación Ciudadana (PAC) se vuelve fundamental dentro de la evaluación ambiental, porque permite que las personas se informen y opinen acerca de proyectos o actividades que son presentados en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), así como también permite que se obtenga respuesta fundada a las observaciones realizadas por la ciudadanía.
En el SEA se cuenta con un Portal de Participación Ciudadana para cumplir con esta obligación, en el cual se detalla cómo realizar una Observación Ciudadana mediante Videos de capacitación del Perfil Ciudadano, Cursos de Participación Ciudadana en el SEIA, Capacitaciones en vivo y Videos que detallan el uso de la clave unica en el servicio.

Si bien la Ley 20.500 fué publicada en el 2011, en el SEIA se cuenta con antecedentes de proyectos ingresados que tuvieron PAC desde el 2007. Previo a la publicación de la Ley 20.500, en el periodo 2007-2010 existieron un total de 88 proyectos con PAC sólo respecto a Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA), ya a partir del 2013 se comenzó a evidenciar proyectos con PAC respecto a Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA), siendo para aquel año 3 DIA y 54 EIA los proyectos con PAC. Desde 2007 a septiembre del 2025 se contabilizan 1415 proyectos con PAC, siendo el año 2024 el que tuvo más, con 49 EIA y 126 DIA **(Ver Figura 2.2).**

Figura 2.2. Proyectos ingresados al SEIA que tuvieron PAC periodo 2007-2025.



Fuente: Elaborado a partir de datos del SEA al 5 de Septiembre, ttps://www.sea.gob.cl/portal-de-participacion-ciudadana-y-consulta-indigena

Proceso de Consulta a Pueblos Indígenas

Producto de la aplicación de las disposiciones del Convenio N°169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), ratificado por el Estado de Chile, en Vigencia desde el año 2009 y que principalmente busca establecer la consulta obligatoria a los pueblos originarios para medidas que les afecten y así llegar a un acuerdo o lograr el consentimiento acerca de aquellas medidas legislativas o administrativas perjudiciales.

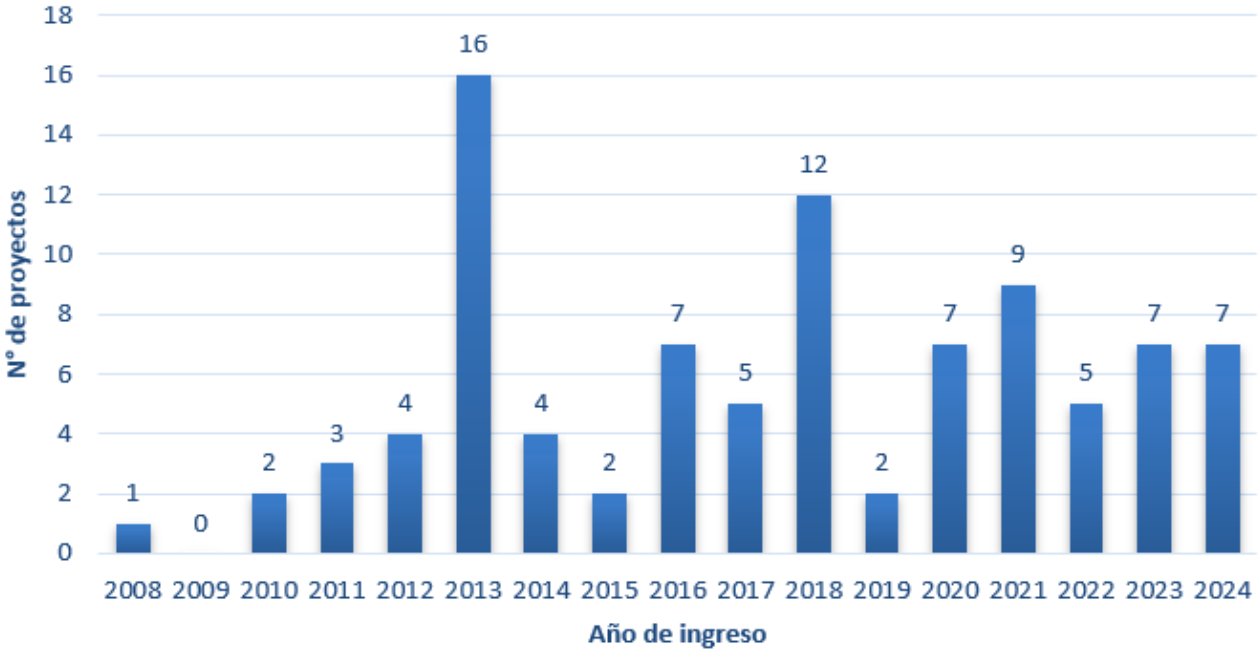
Producto de esto, el Proceso de Consulta a Pueblos Indígenas (PCPI), en el SEIA, la medida administrativa susceptible de afectarlos es la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) de un proyecto que genere o presente alguno de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la LBGMA. Esto implica el diseño y desarrollo de un proceso de Consulta de buena fe, que permita proveer de información a los pueblos indígenas sobre las materias susceptibles de afectarles directamente, para que en un proceso de diálogo se busquen acuerdos de forma tal que los pueblos indígenas puedan influir en la misma, no obstante, el no alcanzar dichos acuerdos no implicará la afectación del derecho a la Consulta.

Respecto al Proceso de la consulta a pueblos indígenas en el SEIA (Ver anexo 2.1), existen 4 etapas para llevarlo a cabo

1. Se realizan reuniones preliminares que entregan una resolución que da inicio al PCPI.
2. Se realiza la planificación del proceso de consulta que entrega el Acta de Acuerdo Metodológico del PCPI.
3. Se lleva a cabo la entrega de información del PCPI, la deliberación interna de los Grupos Humanos Pertenecientes a Pueblos Indígenas (GHPPI) y se realizan diálogos, que en conjunto entrega la Resolución de Término del PCPI, y por tanto, el Protocolo de Acuerdo del PCPI.
4. Se realiza la sistematización del proceso que sustenta al Informe Consolidado de Evaluación (ICE), sirviendo de insumo para la RCA.

A Septiembre del 2025, existen un total de 93 Proyectos con Participación de Pueblos Indígenas desde el 2008, siendo el año 2013 el que contó con más Proyectos con PCPI **(Ver figura 2.3)**

Figura 2.3. Proyectos con Participación de Pueblos Indígenas periodo 2008-2024.



Fuente: Elaborado a partir de datos del SEA al 5 de Septiembre, https://www.sea.gob.cl/portal-de-participacion-ciudadana-y-consulta-indigena


CO_2
75%
Product 1
Product 2
Product 3
Product 4
Product 5
Product 6
Product 7
Product 8

2.2.2. ESTADÍSTICAS DEL SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

2.2.2.1 APROBACIONES Y RECHAZOS DE DECLARACIONES Y ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

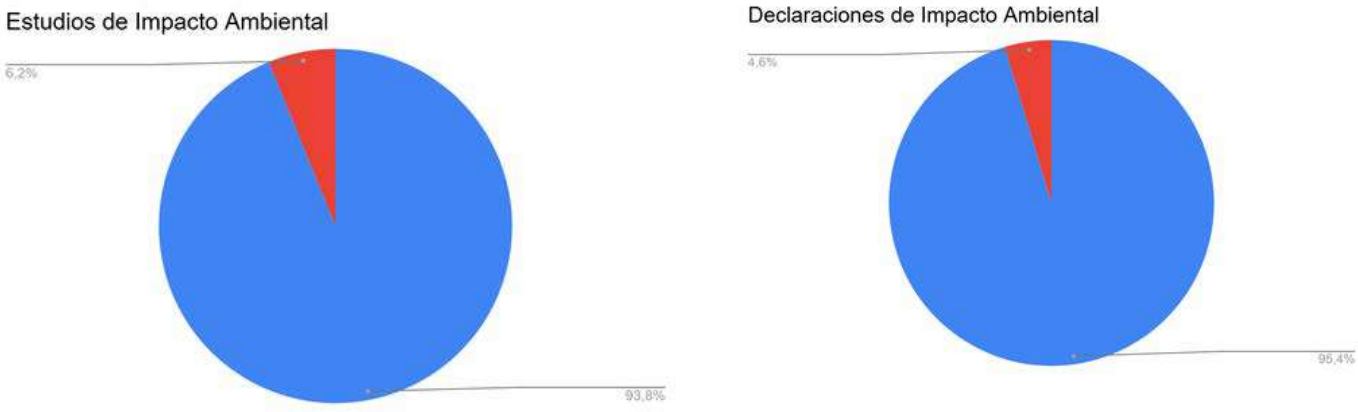
En el Cuadro 2.3 y la Figura 2.4 se presenta la cantidad de proyectos aprobados y rechazados desde que entró en vigencia el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental en el año 1997 a septiembre del 2025, además de la inversión asociada.

Cuadro 2.3: Proyectos aprobados y rechazados en el marco del SEIA, periodo 2020 - Septiembre 2025.

Estado	Proyectos (número)	Inversión (MMU$)
Aprobado	1.745	$85.022,00
DIA	1.684	$65.309,00
EIA	61	$19.758,00
Rechazado	86	$1.608,00
DIA	82	$1.226,00
EIA	4	$460,90
Total	3.662	$173.383,90

Fuente: Construido a partir de datos en línea del SEA.

Figura 2.4. Proyectos con DIA y EIA aprobados y rechazados, periodo 2020 - Septiembre 2025

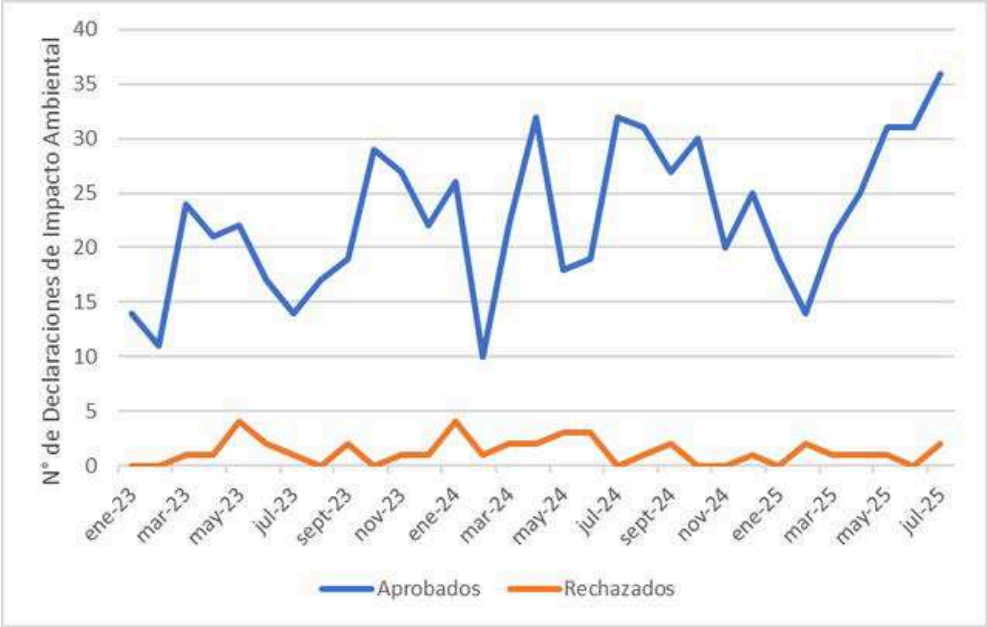


Fuente: Construido a partir de datos en línea del SEIA.

Considerando el quinquenio 2020-2025, como se ilustra en el Cuadro 2.4, fueron presentados al SEIA 3.662 proyectos, 65 como EIA y 1.766 como DIA, pero sólo concluyeron el proceso de evaluación, con resultado favorable 61 proyectos como EIA y 1.684 proyectos DIA.

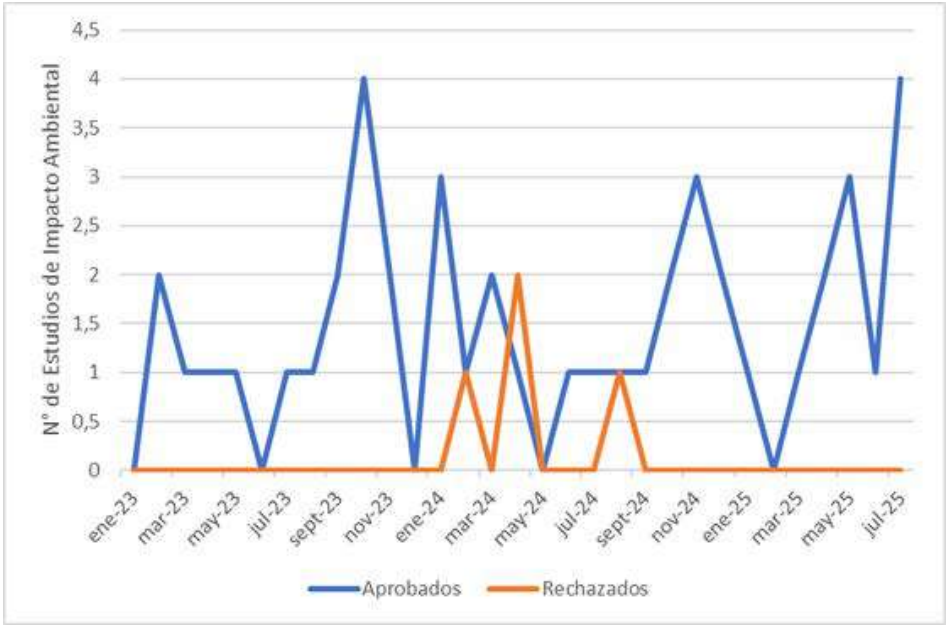
En el ámbito de los EIA, fueron aprobados el 93,8% y rechazados el 6,2%; a estos, sin embargo, hay que añadirles los proyectos no admitidos, no calificados y los desistimientos, los cuales no están contabilizados. Por el lado de las DIA, fue aprobado 95,4% de los proyectos calificados y 4,6% rechazados.

Figura 2.5. Proyectos DIA aprobados y rechazados según Periodo 2023 - Julio 2025



Fuente: Elaborado a partir de datos en línea del SEA, 2025.

Figura 2.6 Proyectos EIA aprobados y rechazados según Periodo 2023 - Julio 2025



Fuente: Elaborado a partir de datos en línea del SEA, 2025.

En la **Figura 2.5** , se presentan los DIA aprobados y rechazados durante el periodo 2023 a julio de 2025. A modo general, se puede destacar que el número de DIA aprobados, a pesar de sus irregularidades, presenta una tendencia de subida para el periodo en estudio, siendo Julio de 2025 el mes donde la mayor cantidad de proyectos han sido aprobados. También es destacable mencionar que existe un muy bajo número de proyectos DIA rechazados, donde mensualmente no suelen llegar a 5.

Por otra parte, el número de EIA , tanto aprobados como rechazados mensualmente, fluctúa entre 0 y 4 a lo largo de todo el periodo pues no se suelen presentar proyectos de EIA en general.

2.2.2.2 INVERSIÓN DECLARADA EN PROYECTOS APROBADOS EN EL MARCO DEL SEIA

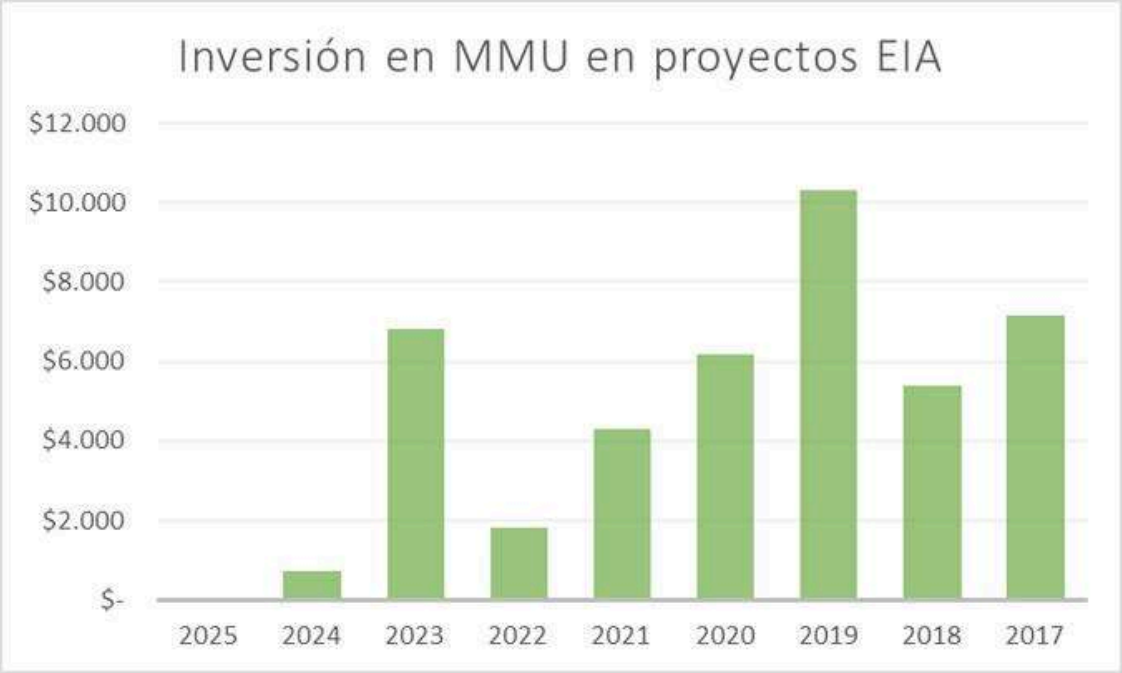
En el **Cuadro 2.4 y en la Figura 2.7** se muestran los montos de inversión asociados a proyectos con EIA aprobados en el marco del SEIA entre 2017 y septiembre de 2025 (Servicio de Evaluación Ambiental [SEA], 2025). Se observa que los mayores montos corresponden (de mayor a menor) a los proyectos aprobados en 2019, 2017 y 2023 con el equivalente, respectivamente, de $10.317,00, $ 7.145,00 y $ 6.798,00 MMU$. El año con proyectos con el menor monto declarado es 2024 (obviamos 2025 pues no sólo existen pocos proyectos de EIA pero también la fuente puede contar con datos no actualizados a la fecha o hasta muy temprano en el año) con el equivalente a $ 720,00 millones de pesos chilenos.

Cuadro 2.4 Proyectos EIA aprobados e inversión asociada

Año	Proyectos EIA Aprobados	MMU$
2025	0	$ -
2024	2	$720,00
2023	11	$6.798,00
2022	8	$1.811,00
2021	15	$4.278,00
2020	25	$6.160,00
2019	16	$10.317,00
2018	19	$5.380,00
2017	18	$7.145,00

Fuente: Elaborado a partir de datos en línea del SEA, 2025.

Figura 2.7. Inversión en MMU$ de proyectos aprobados EIA



Fuente: Elaborado a partir de datos en línea del SEA, 2025.

No hay una tendencia obvia con relación a las inversiones que estarían fundamentalmente determinadas por grandes proyectos. Como se puede ver en el Cuadro 2.4 citado, la variación en los montos de inversión en referencia no estaría determinada por el número de proyectos sino porque, en los años con mayores montos, hay proyectos de gran tamaño que se traducen en promedios de inversión superiores por proyecto aprobado. En los años de mayor inversión declarada (2019, 2017 y 2023) el promedio de inversión por proyecto va de 6 mil a más de 10 mil MMU$.

En el caso de los montos de inversión asociados a proyectos con DIA aprobadas entre 2017 y Septiembre 2025 (véase **Figura 2.8**) se observan fluctuaciones menores que en el caso de las EIA. Los montos asociados a los proyectos con DIA aprobada fluctúan, llegando a un máximo en 2021 con $15.583,00 MMU$ pero que luego disminuye fuertemente en los siguientes años con un 2024 donde sólo se alcanzó la cifra de $13.787,00 MMU$.

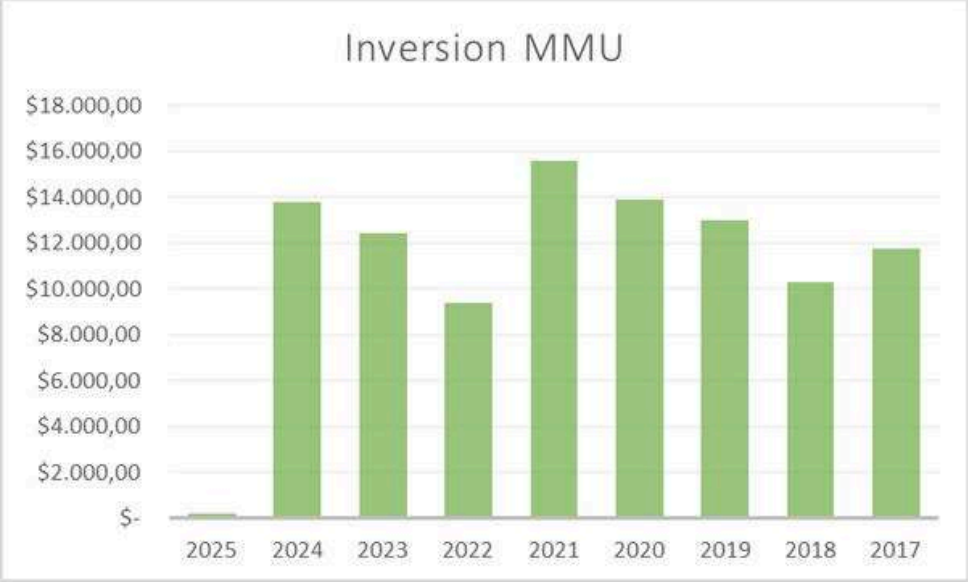
En el **Cuadro 2.5**, se presenta el número de proyectos con DIA aprobados, la inversión declarada asociada a esos proyectos y la inversión promedio declarada por proyecto para el periodo 2017 - Septiembre 2025.

Figura 2.7. Inversión en MMU$ de proyectos aprobados EIA

Año	Proyectos DIA Aprobados	MMU$
2025	9	$190,00
2024	195	$13.787,00
2023	294	$12.462,00
2022	262	$9.395,00
2021	447	$15.583,00
2020	477	$13.892,00
2019	393	$12.988,00
2018	391	$10.317,00
2017	335	$11.738,00

Fuente: Elaborado a partir de datos en línea del SEA, 2025.

Figura 2.8. Inversión en MMU$ de proyectos aprobados DIA



Fuente: Elaborado a partir de datos en línea del SEA, 2025.

En síntesis, se puede concluir que, en cuanto a los proyectos con EIA aprobados en el período 2022-2025, habría una cierta tendencia a la disminución en el número de proyectos aprobados, así como de la inversión asociada. En el caso de los proyectos con DIA aprobados, la tendencia es mucho menos visible, sin embargo, tras la gran disminución posterior al año 2021, durante el periodo 2022 al 2024 se ha empezado a retomar la inversión.

3. FISCALIZACIÓN AMBIENTAL



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

3.1.2. PLANIFICACIÓN Y ESTRUCTURA

La SMA declara que su misión es "Proteger el medio ambiente y la salud de las personas, asegurando el cumplimiento de la normativa ambiental" y su visión la de "un país responsable con su medio ambiente". Se ha propuesto alcanzar los siguientes objetivos estratégicos en el periodo 2025-2026, en la línea de los objetivos estratégicos del MMA:

- Detectar potenciales incumplimientos a la normativa ambiental mediante la ejecución de Programas y Subprogramas de Fiscalización Ambiental, con un foco en el riesgo ambiental.
- Ejercer la respuesta sancionatoria ante incumplimientos de la normativa ambiental mediante la aplicación de mecanismos de incentivo al cumplimiento y medidas disuasorias.
- Optimizar el proceso de gestión de denuncias ambientales a través del diseño e implementación de un Modelo Institucional de Atención de Denuncias con enfoque territorial y de género.

Los productos asociados a los objetivos estratégicos enunciados son, respectivamente, la Ejecución de Programas y Subprogramas de Fiscalización Ambiental, las Resoluciones Sancionatorias, y los Programas de Cumplimiento declarados Satisfactorios.

Para cumplir sus objetivos, la superintendencia se estructura principalmente con dos divisiones

1. **Fiscalización:** Encargada de coordinar, supervisar y ejecutar las actividades de fiscalización ambiental. Además de generar coordinaciones con otras unidades de la SMA para el desarrollo de criterios, estrategias y retroalimentación permanente en pro de lograr procesos más eficientes.
2. **Sanción y Cumplimiento (DSC):** Encargada de instruir y tramitar los procedimientos administrativos sancionatorios, de gestionar los instrumentos de incentivo al cumplimiento (Programa de Cumplimiento, Autodenuncias y Planes de Reparación). Así como también, de desarrollar los criterios y directrices que incidan en la eficiencia de sus procedimientos y la consistencia de sus actos, a través de la generación de modelos estandarizados y sistematización de criterios, y también de la coordinación con otras unidades de la SMA.

A esto se suma, además del Departamento de Administración y Finanzas presente en la mayoría de los servicios públicos, tres departamentos propios de la SMA con sus respectivas secciones.

1. **Tecnología, Monitoreo e Información:** Encargado de administrar y gestionar la información ambiental y de negocio de la institución, asegurando su captura, respaldo y trazabilidad, de manera de facilitar el acceso y el uso e interpretación por parte de los usuarios internos y externos, entre otras funciones.
2. **Denuncias y Experiencia Usuaria:** Encargado de gestionar las denuncias que ingresan a la Superintendencia, de apoyar en el diseño de instrumentos que permitan dar soporte metodológico a las acciones de asistencia al cumplimiento y del relacionamiento público de la institución.
3. **Entidades Técnicas y Laboratorio:** Encargado de administrar el sistema de autorización, registro y seguimiento de las Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental (ETFA) e inspectores ambientales, así como de entidades técnicas de certificación ambiental y evaluadores de conformidad ambiental, entre otras funciones.

También se consideran **16 oficinas regionales**, encargadas de ejecutar, organizar y coordinar la fiscalización y seguimiento de los instrumentos de gestión ambiental, gestionar y coordinar la ejecución de programas con sus subprogramas y acciones de fiscalización relativos al cumplimiento de la normativa ambiental, fiscalizar y realizar seguimiento de los instrumentos de carácter ambiental ante incidentes o contingencias competentes, proponer al Superintendente urgentemente la adopción de medidas provisionales y transitorias, citar a declarar a representantes de los sujetos fiscalizados como testigos respecto de algún hecho que requiera de ese conocimiento, y también realizar el examen de mérito y seriedad de las denuncias presentadas con el objetivo de proceder a ejecutar y/o solicitar solicitar todas las acciones de fiscalización ambiental y demás actuaciones que sean necesarias.

Cabe recalcar que bajo 7 de estas oficinas regionales, se encuentran **13 delegaciones exclusivas** encargadas de priorizar un territorio que requiere atención en fiscalización y acciones de corrección debido a su vulnerabilidad, contando con un fiscalizador exclusivo para cada delegación **(Ver cuadro 3.1)**

Cuadro 3.1 Oficinas regionales y Delegaciones exclusivas de la SMA

Oficina regional	**Delegaciones exclusivas**
Oficina Regional de Antofagasta	Delegación Exclusiva Calama
Oficina Regional de Atacama	Delegación exclusiva Huasco
Oficina Regional de Coquimbo	Delegación exclusiva Choapa
Oficina Regional de Valparaíso	Delegación Exclusiva Quintero
	Delegación Exclusiva Puchuncaví
	Delegación Exclusiva Catemu
	Delegación Exclusiva San Antonio
Oficina Regional del Biobío	Delegación Exclusiva Los Ángeles
	Delegación Exclusiva Coronel
Oficina Regional de La Araucanía	Delegación exclusiva Araucanía Lacustre
	Delegación Exclusiva Malleco
Oficina Regional de Los Lagos	Delegación Exclusiva Osorno
	Delegación Exclusiva Chiloé

Fuente: SMA 2025, en línea https://portal.sma.gob.cl/index.php/estructura-organica/

También, es importante mencionar que bajo la Oficina de Gestión Estratégica de la SMA se encuentra la Sección de Implementación de Escazú encargada de coordinar la adopción de las acciones que garanticen el cumplimiento del Plan Nacional de Implementación Participativa del Acuerdo de Escazú, así como también de coordinar la ejecución dentro de la institución de los compromisos adoptados por el Estado en tratados internacionales y/o políticas públicas relacionadas al Acuerdo de Escazú.

3.1.3. Programas y subprogramas de fiscalización

Para llevar a cabo su función fiscalizadora, la SMA elabora anualmente programas y subprogramas enfocados en los instrumentos de carácter ambiental. Al efecto, se ha desarrollado la Red Nacional de Fiscalización Ambiental (RENFA) con la finalidad de fortalecer el modelo de fiscalización ambiental creado por la Ley 20.417 mediante un uso eficiente, eficaz y coordinado de las capacidades de fiscalización de los organismos con competencias ambientales a nivel nacional.

Los programas establecen el número de actividades de fiscalización ambiental que se ejecutan en un año calendario mientras que, los subprogramas definen las actividades de fiscalización para cada organismo sectorial competente.

Para el desarrollo de las actividades de fiscalización, la Superintendencia debe establecer, anualmente, los siguientes programas y subprogramas:

1. Los programas de fiscalización de resoluciones de calificación ambiental para cada región, incluida la Metropolitana.
2. Los subprogramas sectoriales de fiscalización de resoluciones de calificación ambiental, donde se identificarán las actividades de fiscalización para cada servicio u organismo sectorial competente.
3. Los programas de fiscalización de los planes de prevención y de descontaminación para las diversas regiones donde se hayan definido.
4. Los subprogramas de fiscalización de los planes de prevención y de descontaminación, donde se identifiquen las actividades de fiscalización de cada servicio u organismo sectorial competente.
5. Los programas de fiscalización de las normas de calidad y normas de emisión en cada región, incluida la Metropolitana.
6. Los subprogramas sectoriales de fiscalización de las normas de emisión, en los que se identificarán las actividades de fiscalización de cada servicio u organismo sectorial competente.
7. Otros programas y subprogramas que, de conformidad a las instrucciones impartidas por la Superintendencia o lo dispuesto en la ley N°19.300 u otros cuerpos legales, den origen a actividades de fiscalización en materia medio ambiental, de competencia de la Superintendencia.

3.2. COMPLEJIDAD Y ALCANCES DE LA FISCALIZACIÓN AMBIENTAL

En el 2018 la SMA publicó la Estrategia de Fiscalización 2018-2023 que incorpora un diagnóstico a la fecha, donde comenta algunos puntos críticos de las Resoluciones de calificación ambiental (RCA), aborda aspectos sobre la escasa incorporación de tecnologías para la fiscalización y finaliza con algunos desafíos tanto para el ciclo de programación para la formulación de los programas y subprogramas de fiscalización, como para la Red Nacional de Fiscalización Ambiental (RENFA). En base a los desafíos planteados, se constata que el proceso de fiscalización reviste una gran complejidad operativa derivada no solamente de la variedad de instrumentos cuya implementación y cumplimiento debe ser fiscalizada, sino, además, en la densidad y diversidad de empresas y rubros a fiscalizar que deben cumplir con dichos instrumentos. Tal como lo destaca la Estrategia 2018-2023 de la SMA, no sólo existe un complejo gran universo de regulados, sino que también cada instrumento a fiscalizar tiene sus propias complejidades y debilidades. Cabe destacar que a la fecha, en el 2025, aún no existe una nueva Estrategia de Fiscalización.

3.2.1. UNIDADES FISCALIZABLES Y EXPEDIENTES DE FISCALIZACIÓN

Para dar cuenta de la complejidad de la tarea fiscalizadora, la SMA creó el concepto de Unidad Fiscalizable (UF) para representar el sujeto de fiscalización y el conjunto de instrumentos que le aplican. Este concepto se define como aquellas unidades físicas donde existe un desarrollo de obras, acciones y/o procesos que se relacionan entre sí y que en la actualidad se encuentran regulados por uno o más instrumentos de carácter ambiental con injerencia de la Superintendencia del Medio Ambiente, siendo la UF la unidad mínima sobre la cual se dirigen los esfuerzos de sus funciones y fiscalizaciones que realiza.

Este concepto permite realizar constantemente un análisis de distribución territorial y sectorial de los proyectos, identificando a la fecha 21.133 UF (Aumento de 17,6% desde Informe País 2022) distribuidas a nivel nacional, siendo las regiones Metropolitana, de Los Lagos y de Aysén aquellas que concentran la mayoría de las UF en base a su totalidad, con un 23,5%, 14,6% y 9,0% respectivamente, mientras que las regiones de Magallanes y la Antártica (2,8%), Tarapacá (2,6%) y Arica y Parinacota (1,3%), concentran el menor porcentaje de UF. En cuanto a los rubros, el 27,5% del universo de UF corresponden a proyectos de Equipamiento, seguido de proyectos de los sectores Pesca y Acuicultura (15,7%) y Vivienda e Inmobiliarios (11,3%) (**Véase Figura 3.1).**

Figura 3.1. Unidades fiscalizables por región y por sector productivo Periodo 2013-2025



En el periodo 2013-2025 (hasta 20 de Septiembre) la SMA había finalizado 51.956 (Aumento de un 50,1% desde Informe País 2022) expedientes de fiscalización correspondientes a actividades de fiscalización, con y sin hallazgos, realizadas sobre 9.511 unidades fiscalizables (Aumento de 45,5% desde Informe País 2022). Dentro de estos, se pueden encontrar expedientes con procesos de fiscalización que terminaron sin hallazgos y aquellos con hallazgos que ameritaron la formulación de cargos a la UF correspondiente, lo que se traduce en el inicio de un procedimiento sancionatorio. Cabe destacar que, a partir del año 2017 hay una disminución significativa de expedientes, atribuible al hecho que, a partir de ese año, los expedientes pueden incluir más de una actividad de fiscalización (**Ver Figura 3.2).**

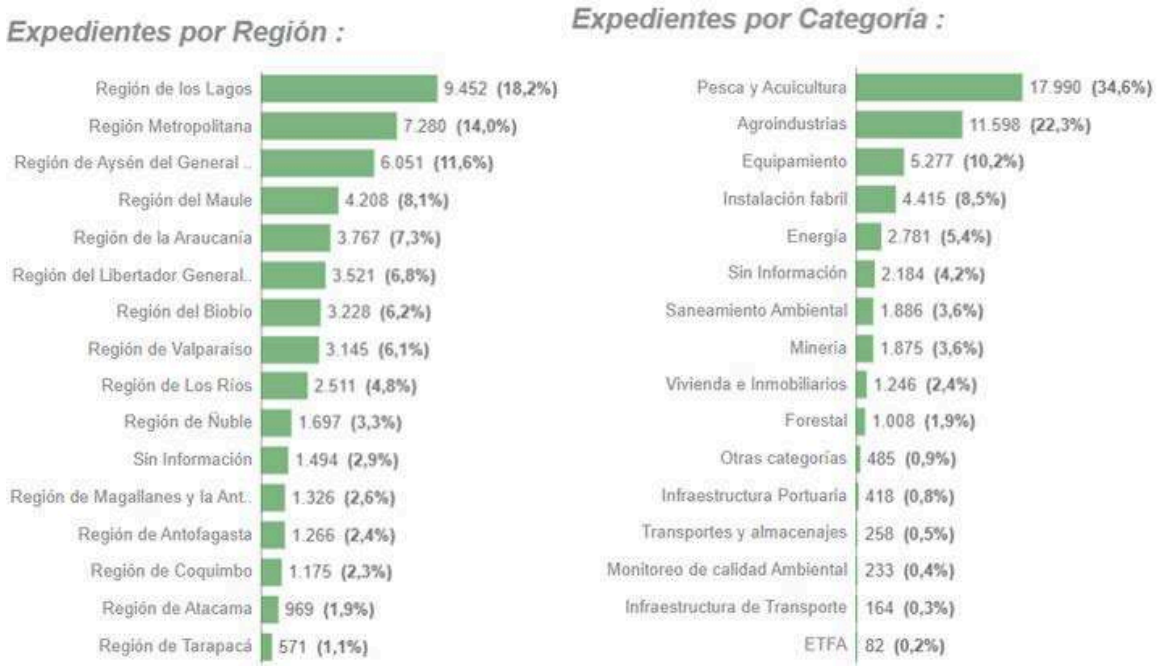
Figura 3.2.. Expedientes de fiscalización por año, periodo 2013-2025



Incluye 51.956 Expedientes de fiscalización publicados y aplicados sobre 9.511 UF. **Fuente: Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA), en línea https://snifa.sma.gob.cl/Estadisticas/Resultado/1**

Por otra parte, la Figura 3.3 muestra el número de expedientes de fiscalización por región administrativa y sector productivo. Al respecto, la región con mayor número de fiscalizaciones es la región de Los Lagos (18,2%) seguida por la región Metropolitana (14%) y por la región de Aysén (11,6%). Por otra parte, las regiones con menos expedientes de fiscalización son las regiones Coquimbo (2,3%), Atacama (1,9%), y Tarapacá (1,1%). Respecto a las categorías, el 34,6% del total de expedientes corresponden a proyectos de Pesca y Acuicultura, seguido de las Agroindustrias (22,3%) y de los proyectos de Equipamiento (10,2%).

Figura 3.3 . Expedientes de fiscalización por región y por sector productivo, periodo 2013-2025 (en número y porcentaje).



Incluye 51.956 Expedientes de fiscalización publicados y aplicados sobre 9.511 UF.
Fuente: Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA), en línea https://snifa.sma.gob.cl/Estadisticas/Resultado/1

3.2.2. INSTRUMENTOS DE CARÁCTER AMBIENTAL FISCALIZABLES

Tal como se mencionó en la sección 3.1.1, el artículo 2° de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente establece los instrumentos de carácter ambiental (ICA) que figuran en el alcance de la fiscalización de la SMA, entre los cuales se mencionan a las resoluciones de calificación ambiental, de las medidas de los Planes de Prevención y/o de descontaminación ambiental, del contenido de las Normas de Calidad Ambiental y de Emisión, además de todos aquellos otros instrumentos que establezca la ley, tales como los Programas de Cumplimiento, los impuestos verdes a las emisiones atmosféricas y a las Entidades técnicas de fiscalización ambiental (ETFAS). En este sentido, a continuación se abordan aspectos y un análisis de los ICA en base a la información publicada en SNIFA.

3.2.2.1. RESOLUCIONES DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL

La resolución de calificación ambiental (RCA) es un documento donde se establece la conclusión del proceso de evaluación ambiental de un proyecto o actividad, pudiendo ser favorable o desfavorable según los criterios adoptados y aplicados por el SEA, en donde en caso de ser favorable se establecen las condiciones, exigencias o medidas que deberán cumplirse para ejecutar un proyecto o actividad y que se pueda otorgar un permiso.

A la fecha, existen 17.974 RCA aprobadas. Si se analiza la distribución regional de las RCA sobre el territorio nacional, se contabiliza que la mayoría de estas se encuentran en la región de Los Lagos, con un 16,87% (3.032 RCA), seguido por la región Metropolitana con un 16,67% (2.997 RCA) y por la región de Aysén con un 8,84% (1.589 RCA), mientras que las regiones con un menor número de resoluciones son la región de Ñuble con un 2,25% (405), seguido de Los Ríos con un 2,16% (338 RCA), y Arica y Parinacota con un 1,25% (224 RCA). Desde la perspectiva del sector productivo, los rubros que mayor cantidad de RCA poseen son los proyectos asociados a Pesca y Acuicultura con un 25,46% (4.577 RCA), sector Minería con 13,62% (2.448 RCA) y el Saneamiento Ambiental con un 8,53% (1.533 RCA), mientras que los rubros con menor cantidad de RCA son Infraestructura portuaria (1,58%, 284 RCA), Infraestructura hidráulica (1,04, 187 RCA) y el sector Forestal (0,76%, 136 RCA).

En el periodo 2013-2025, se concluyeron un total de 9.414 (Aumento de 83,4% desde Informe País 2022) expedientes de fiscalización de RCA (18,1% del total nacional) y los que se vinculan a 2.732 unidades fiscalizables. Como resultado, el 12,2% de las fiscalizaciones terminaron en un proceso sancionatorio, mientras que el 87,8% culminaron sin sanción.

En el marco del diagnóstico que sustenta la Estrategia de Fiscalización 2018-2023 desarrollada por la SMA, se informa de la existencia de un número relevante de RCA que calificarían para requerir la caducidad de su permiso ambiental y otras que podría aplicarse el proceso de revisión en base a un cambio significativo en el comportamiento de alguna variable ambiental que esté dentro del seguimiento del proyecto, trámite del cual se aborda en el artículo 25 quinquies de la Ley N° 19.300. Si estas acciones estratégicas son llevadas a cabo por la autoridad ambiental, sería posible disminuir el número total de RCA vigentes y, posiblemente, el de las unidades fiscalizables, perfeccionando de esta manera el modelo de priorización para la generación de los programas y subprogramas de fiscalización ambiental.

En el universo de las más de 16.000 RCA vigentes a la fecha, la estrategia identifica varios puntos críticos respecto de los contenidos mínimos que se requerirían para poder fiscalizarlas adecuadamente, y que, a su vez, afectan a la eficacia de la SMA. En el diagnóstico en referencia se destaca que:

- 62% de los compromisos de seguimiento ambiental provienen de Declaraciones de Impacto Ambiental, siendo que por definición éstas no debieran contener medidas de seguimiento;
- 35,2% no presentan límites con los cuales evaluar la variable ambiental;
- 35,7% no definen medidas en el caso de superar los límites establecidos;
- 14,6% no establecen una frecuencia del muestreo;
- 8,3% no indican los puntos de muestreos; y 3% no establecen los parámetros a muestrear.

3.2.2.2. NORMAS DE EMISIÓN

Las Normas de Emisión consideradas como parte de los instrumentos de carácter ambiental que fiscaliza la SMA, constituyen el instrumento que mayor número de expedientes de fiscalización ha desarrollado dicha institución durante el periodo 2013-2025, llegando a los 33.633 expedientes (64,7%), sobre un universo de 51.956 expedientes a septiembre del 2025 (Un 35,2% más respecto al Informe País 2022). Las actividades de fiscalización plasmados en estos expedientes recaen principalmente en las regiones de Los Lagos

(18,9%), Metropolitana (16,9%) y Maule (9,9%), mientras que los rubros donde se registra la mayor concentración de fiscalizaciones son en los sectores de Pesca y Acuicultura (32%), Agroindustrias (31,5%) e Instalaciones fabriles (8,9%) **(Ver Figura 3.4).**

Figura 3.4. Expedientes de fiscalización de normas de emisión, por región y por sector productivo, periodo 2013-2025 (en número y porcentaje).



Incluye 33.633 Expedientes de fiscalización publicados y aplicados sobre 4.206 UF.
Fuente: Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA), en línea https://snifa.sma.gob.cl/Estadisticas/Resultado/1

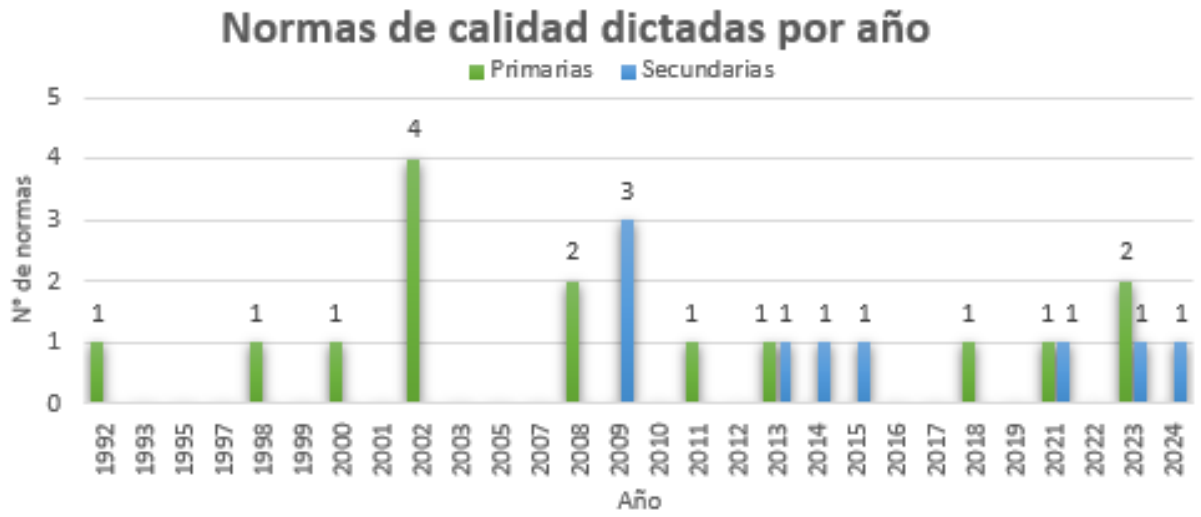
Es importante destacar que el 23,3% de las fiscalizaciones de normas de emisión culminaron en un proceso sancionatorio, mientras que el 76,7% restante careció de sanción, disminuyendo en un 0.7% aquellas normas de emisión que culminaron en un proceso sancionatorio respecto del Informe País 2022.

3.2.2.3. NORMAS DE CALIDAD

Son las encargadas de establecer condiciones para proteger la salud de la población y el medio ambiente, a través de dos de normas: Primarias y Secundarias; las primeras se enfocan en la salud de la población, mientras que las segundas en el medio ambiente. La complejidad radica en la aprobación de planes con medidas difíciles de verificar o fiscalizar, y con plazos no acordes con el incremento en la disponibilidad de recursos que implican dichos plazos. También habría sido recurrente el hecho de que los nuevos planes no incluyen el catastro de fuentes que deben estar disponibles o estar identificadas para dar cumplimiento a las obligaciones que, para la SMA, emanan de los PPDA. Estas situaciones han afectado negativamente el trabajo de la SMA.

Dentro del periodo 1992-2024 se han dictado 24 normas de calidad. Respecto a las normas primarias, hay registros desde el año 1992, siendo el año 2002 donde se dictaron más normas primarias (4), seguido del año 2008 y 2023 con 2 cada uno. Por otro lado de las normas secundarias se tienen registros desde el año 2009 que además el año con más normas secundarias dictadas (3), mientras que en en los años posteriores (2013,2014, 2015, 2021, 2022 y 2024) se ha registrado una norma de calidad secundaria dictada por año (Ver figura 3.5).

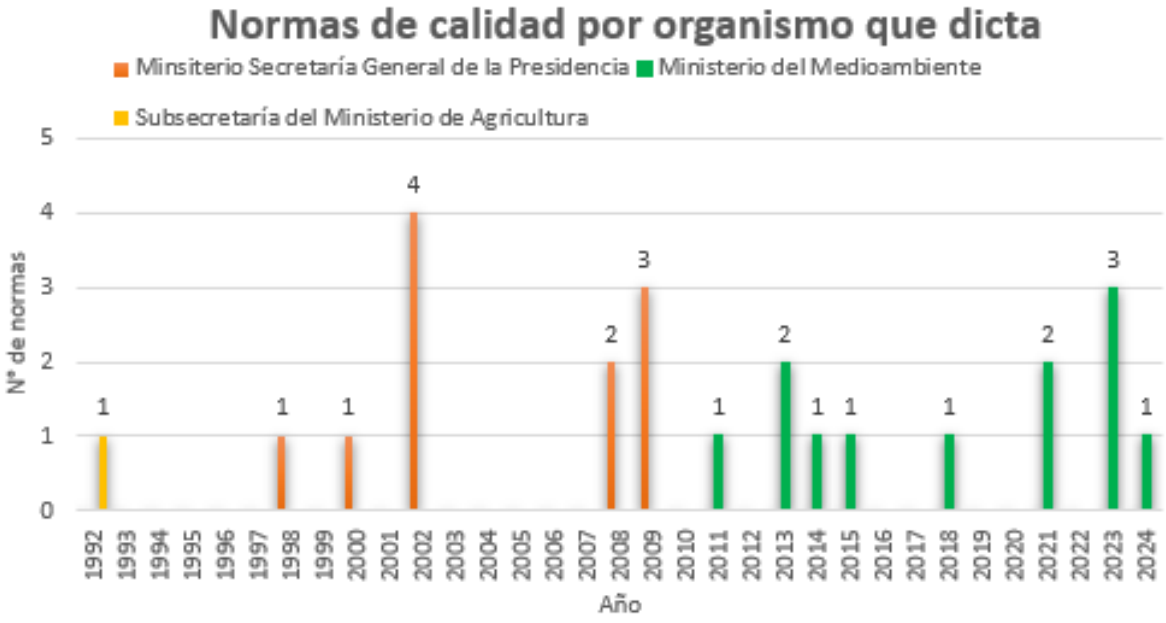
Figura 3.5. Normas de calidad dictadas, por año y por tipología, periodo 1992-2024 (en número).



Fuente: Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA), en línea https://snifa.sma.gob.cl/Instrumento/Tipo/3#

En cuanto a los organismos encargados de dictar las normas de calidad se puede visualizar la evolución de la institucionalidad encargada de esta atribución, en donde la única norma que se tiene registro de 1992 fue dictada por la Subsecretaría del Ministerio de Agricultura, mientras que entre 1998 y 2009 fueron dictadas por el Ministerio Secretaría General de Gobierno, para que finalmente posterior a su creación desde el 2011 en adelante estas normas fuesen dictadas por el Ministerio de Medioambiente **(Ver figura 3.6).**

Figura 3.6. Normas de calidad dictadas, por año y por organismo, periodo 1992-2024 (en número).



Fuente: Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA), en línea https://snifa.sma.gob.cl/Instrumento/Tipo/3#

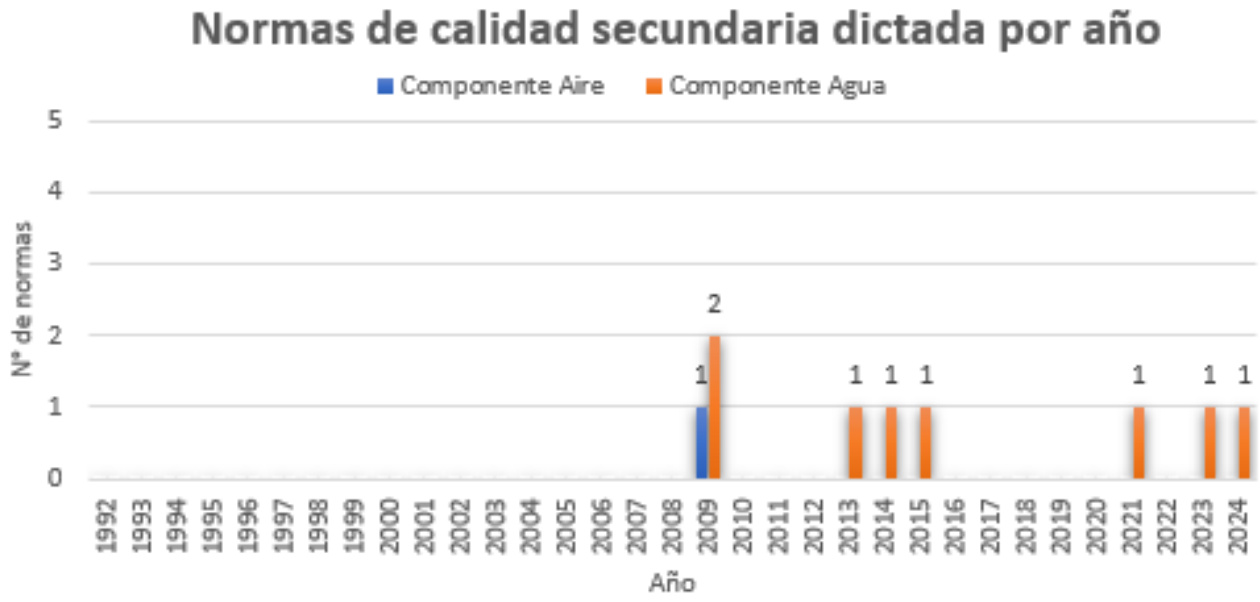
Respecto a los componentes que tratan las normas de calidad dictadas entre 1992 y 2024, en las normas primarias se trata principalmente el Componente Aire siendo el año 2002 donde más se dictaron normas con este componente (4) mientras que el Componente Agua solo en el año 2008 con 2 normas de esta temática (Ver figura 3.7). Por otro lado en las normas primarias predomina el Componente Agua, con 2 en el año 2009 y en el resto de años 1, mientras que respecto al Componente Aire solo en el año 2009 con una norma dictada **(Ver Figura 3.8).**

Figura 3.7. Normas de calidad primarias dictadas, por año y por componente, período 1992-2024 (en número).



Fuente: Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA), en línea https://snifa.sma.gob.cl/Instrumento/Tipo/3#

Figura 3.8. Normas de calidad secundarias dictadas, por año y por componente, período 1992-2024 (en número).



Fuente: Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA), en línea https://snifa.sma.gob.cl/Instrumento/Tipo/3#

También es importante destacar que entre el año 2013 y 2025, de los 8.910 expedientes de fiscalización de normas de emisión, solo el 14,4% culminó en un proceso sancionatorio, mientras que el restante 85,6% culminó sin sanción.

3.2.2.4. PLANES DE PREVENCIÓN Y/O DESCONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Estos cuentan con la misma problemática de las Normas de Calidad, pero son los encargados de contemplar una serie de medidas de control con el objetivo de recuperar los niveles establecidos en las Norma de Calidad ambiental que correspondan. En cuanto a los registros, entre el año 1992 y 2025 existen 28 Planes, de los cuales 2 han sido dictados por la Subsecretaría del Ministerio de Minería en los años 1992 y 1993, y 8 han sido dictados por el Ministerio Secretaría General de la Presidencia (entre 1994 y 2010). Posterior a su creación, desde el año 2013 al 2025 el Ministerio de Medioambiente ha dictado 18 Planes, siendo el año 2015 el que cuenta con mayores planes dictados (5), seguido por el año 2016 y 2019 con 3 planes cada uno **(Ver figura 3.9).**

Figura 3.9. Planes de Prevención y Descontaminación Ambiental, por año y por organismo, período 1992-2024 (en número).



Fuente: Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA), en línea https://snifa.sma.gob.cl/Instrumento/Tipo/4

También es importante destacar que al igual que las Normas de Calidad, estos cuentan con la problemática del alto porcentaje de expedientes de fiscalización sin proceso sancionatorio.

4. JUSTICIA AMBIENTAL



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

4.1. LOCALIZACIÓN, CONFORMACIÓN Y OPERACIÓN

El 18 de junio de 2012, se promulgó la Ley N° 20.600 que crea los Tribunales Ambientales, publicada en el Diario Oficial el 28 de junio de 2012, definiéndolos como "órganos jurisdiccionales especiales, sujetos a la superintendencia directiva, correccional y económica de la Corte Suprema, cuya función es resolver las controversias medioambientales de su competencia y ocuparse de los demás asuntos que la ley somete a su conocimiento".

Se crearon tres tribunales ambientales, autónomos e independientes unos de otros, con jurisdicciones geográficas definidas: Primer Tribunal Ambiental, con asiento en la comuna de Antofagasta y jurisdicción en la macrozona norte del país (regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama y Coquimbo); Segundo Tribunal Ambiental, con asiento en Santiago y jurisdicción en la macrozona centro (regiones de Valparaíso, Metropolitana, Libertador General Bernardo O'Higgins y Maule), y Tercer Tribunal Ambiental, con asiento en Valdivia y jurisdicción en la macrozona sur (regiones de Biobío, La Araucanía, los Ríos, Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y La Antártica Chilena).

Es importante destacar este criterio descentralizador que prevaleció en la Ley N° 20.600 al crear tribunales autónomos distribuidos geográficamente con el fin de dar mayor acceso a la justicia ambiental permitiendo, además, que las demandas y reclamaciones puedan ser interpuestas ante los tribunales ordinarios de todo el territorio jurisdiccional, sin necesidad de que los intervinientes se trasladen a la ciudad sede de cada tribunal.

El 4 de marzo de 2013 se pone en marcha el Tribunal Ambiental de Santiago, el 7 de octubre del mismo año el Tribunal Ambiental de Valdivia y, recién el 10 de octubre de 2017, el Tribunal Ambiental de Antofagasta. El Tribunal Ambiental de Santiago tuvo jurisdicción en todo el territorio nacional mientras se constituían y ponían en marcha los tribunales de Valdivia y Antofagasta, respectivamente.

Cada tribunal está integrado por tres ministros, dos de ellos abogados y el tercero licenciado en ciencias con especialización en materias medioambientales. Cada tribunal debe contar, además, con dos ministros suplentes, uno abogado y el otro licenciado en ciencias. Los ministros del Tribunal Ambiental son nombrados por el Presidente de la República, con acuerdo de una mayoría de tres quintos del Senado, a partir de una quina que le es enviada por la Corte Suprema.

La Ley N° 20.600, que crea los tribunales ambientales, asigna la calidad de jueces a los profesionales del área de las ciencias que integran los tribunales ambientales. Esta integración mixta de los tribunales ambientes ha sido un aporte relevante a la justicia ambiental permitiendo que las decisiones tengan un cierto carácter transdisciplinario al incorporar aportes de las ciencias ambientales, económicas y jurídicas; la argumentación detrás de cada sentencia requiere que, junto con el análisis jurídico, se incluya el análisis técnico-ambiental correspondiente.

Toda reclamación o demanda se debe interponer por medio del patrocinio de un abogado habilitado para el ejercicio de la profesión, actuando en representación de todas aquellas personas naturales o jurídicas que se sientan afectadas por alguna resolución dictada por el Ministerio de Medio Ambiente, por la Superintendencia del Medio Ambiente y por el Servicio de Evaluación Ambiental, así como todos aquellos que quieran obtener reparación por daño ambiental, sean personas naturales o jurídicas.

La Ley dispone que los tribunales funcionen a través de sesiones ordinarias y en audiencias públicas durante la vista de la causa. Las sesiones ordinarias deben efectuarse a lo menos tres veces por semana. Las audiencias públicas para la vista de la causa se llevan a efecto tanto en el procedimiento de reclamación como en el de demanda por daño ambiental. Para el caso de reclamaciones, la audiencia pública es para la presentación de los alegatos de las partes; en el caso del procedimiento por daño ambiental, puede haber audiencias de conciliación, de prueba y de alegatos.

También es importante mencionar que los Tribunales Ambientales si bien no forman parte del Poder Judicial, están sujetos a la superintendencia directiva, correccional y económica de la Corte Suprema.

4.1.1. COMPETENCIAS DE LOS TRIBUNALES AMBIENTALES

La Ley N° 20.600 establece, en su artículo 17, que los tribunales ambientales tendrán, resumiendo, las siguientes competencias:

1. Conocer de las reclamaciones que se interpongan en contra de los decretos supremos que establezcan las normas primarias o secundarias de calidad ambiental y las normas de emisión; los que declaren zonas del territorio como latentes o saturadas y los que establezcan planes de prevención o de descontaminación, en conformidad con lo dispuesto en el artículo 50 de la ley Nº 19.300.
2. Conocer de las demandas para obtener la reparación del medio ambiente dañado, en conformidad con lo dispuesto en el Título III de la ley Nº 19.300.
3. Conocer de las reclamaciones en contra de las resoluciones de la Superintendencia del Medio Ambiente, en conformidad con lo dispuesto en el artículo 56 de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente.
4. Autorizar las medidas provisionales señaladas en las letras c), d) y e) del artículo 48 de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, así como las suspensiones señaladas en las letras g) y h) del artículo 3° de esa ley, y las resoluciones de la Superintendencia que apliquen las sanciones establecidas en las letras c) y d) del artículo 38 de la misma ley, elevadas en consulta.
5. Conocer de la reclamación que se interponga en contra de la resolución del Comité de Ministros o del Director Ejecutivo, en conformidad con lo dispuesto en los artículos 20 y 25 quinquies de la ley Nº 19.300.
6. Conocer de las reclamaciones que interponga cualquier persona natural o jurídica en contra de la determinación del Comité de Ministros o Director Ejecutivo que resuelva el recurso administrativo cuando sus observaciones no hubieren sido consideradas en el procedimiento de evaluación ambiental.

7. Conocer de las reclamaciones que se interpongan en contra de los actos administrativos que dicten los Ministerios o servicios públicos para la ejecución o implementación de las normas de calidad, de emisión y los planes de prevención o descontaminación, cuando estos infrinjan la ley, las normas o los objetivos de los instrumentos señalados.
8. Conocer de las reclamaciones en contra de la resolución que resuelva un procedimiento administrativo de invalidación de un acto administrativo de carácter ambiental. Para estos efectos se entenderá por acto administrativo de carácter ambiental toda decisión formal que emita cualquiera de los organismos de la Administración del Estado, que tenga competencia ambiental y que corresponda a un instrumento de gestión ambiental o se encuentre directamente asociado con uno de éstos.
9. Conocer de los demás asuntos que señalen las leyes.

En síntesis, los tribunales ambientales tienen competencia para conocer reclamaciones de ilegalidad de determinados actos administrativos y normas dictadas por organismos del Estado con competencia ambiental, así como para conocer demandas por daño ambiental y otorgar autorización previa a medidas provisionales y sanciones determinadas por la SMA

4.2. CAUSAS INGRESADAS A LOS TRIBUNALES AMBIENTALES, FALLOS Y RESOLUCIONES

4.2.1. CAUSAS INGRESADAS

En este apartado no se examinan las causas ni las sentencias en sí mismas ni las apelaciones o los recursos de casación sometidos a las cortes de apelaciones o a la Corte Suprema, respectivamente; se limita a ilustrar sobre el ingreso de causas a los tribunales ambientales y al número de sentencias emitidas por cada procedimiento asociado a las categorías definidas por las competencias de los tribunales ambientales (reclamaciones, demandas por daño ambiental y consultas y solicitudes de la SMA). En el **Cuadro 4.1 y Figura 4.1.** se presentan las causas y requerimientos ingresados en los Tribunales Ambientales a la fecha, mientras que en el Cuadro 4.2 se exponen las causas ingresadas en el año . Es importante aclarar que un mismo proyecto puede dar lugar a más de una causa de modo que, el número de proyectos es inferior al número de causas.

Cuadro 4.1 Causas ingresadas en Tribunales Ambientales desde su creación, periodo 2013-2024.

Tribunal ambiental (TA)	Reclamaciones	Demandas por daño	Solicitudes SMA	Consultas SMA	Exhortosa	Otras
TA Antofagasta (desde octubre	115	31	25	0	5	1
TA Santiago (desde marzo	491	89	83	7	83	12
TA Valdivia (desde octubre	417	93	53	6	17	30
Total	1023	213	161	13	105	43
Porcentaje (%)	657	137	103	8	67	28

*Solicitud de un tribunal a otro, de distinta jurisdicción pero de la misma jerarquía, para que ordene ciertas diligencias con relación a una causa que tramita el primero.

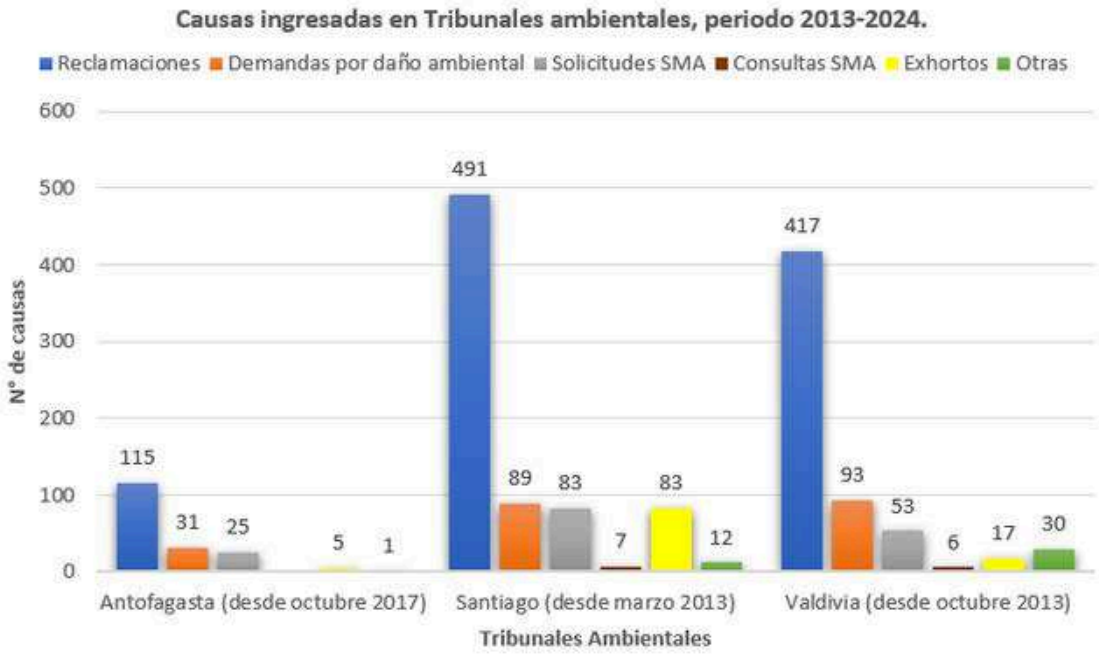
Fuentes; Elaborado sobre la base de la información disponible en línea en los portales internet de los tres tribunales ambientales: https://www.1ta.cl/estadisticas-1ta/ (Primer Tribunal Ambiental), https://tribunalambiental.cl/cuentas-anuales/ (Segundo Tribunal Ambiental) y https://3ta.cl/3ta-en-cifras/ (Tercer Tribunal Ambiental). Al 20 de diciembre de 2025.

A nivel general y tomando como referencia el Informe País 2022, aún predominan las reclamaciones por ilegalidad de determinados actos administrativos y normas dictadas por instituciones con competencias ambientales con 65.7% de las 1558 causas y requerimientos ingresados a tribunales ambientales a lo largo del período 2013-2024. En segundo lugar, ahora se encuentran las demandas de reparación por daño ambiental, con un 13.7% de las causas, seguido de las solicitudes de autorización de la SMA para la aplicación de sanciones por infracciones que poseen un 10.3%. Los exhortos representan el 6.7% de las causas ingresadas, otros requerimientos un 2.8% y en último lugar las consultas de la SMA con un 0.8%. Por lo que en cuanto a posiciones respecto a la cantidad de causas ingresadas no existen diferencias, sin embargo se presenta una diferencia respecto al total de causas presentadas en cada informe, con un aumento en las reclamaciones (65.7% vs 63,3%), mientras que en el resto se presentan bajas con un 13.7% vs 14,4% en demandas por daño ambiental, un 10.3 vs 10,4% en las solicitudes de autorización de la SMA, un 6.7% vs 7,44% en los exhortos, un 2.8% vs 3,32% en otros requerimientos, y un 0.8% vs 1,03% en Consultas de la SMA.

Respecto a la versión anterior del informe, el Tribunal Ambiental de Santiago si bien ha bajado en un 1,3% su proporción de causas tramitadas respecto al total del periodo de análisis, sigue teniendo el primer lugar con el 49.1% de ellas (**Ver Figura 4.1**), esto se debe a que fué el primero en iniciar sus actividades, así como también debido al mayor número de proyectos que ingresan al SEIA en la macrozona bajo su jurisdicción y la mayor cobertura geográfica inicial de sus actividades. Le sigue el Tribunal Ambiental de Valdivia que inició sus actividades en el último tercio de 2013 (39,5%), mientras que el Tribunal Ambiental de Antofagasta, que dentro del periodo de análisis tiene solo 7 años en funcionamiento, registra solo un 11.4% de las causas ingresadas, pero con un aumento de un 1.6% respecto al total de causas ingresadas. También, se destaca que el TA de Valdivia aún posee la mayor cantidad de causas ingresadas por demandas de daños ambientales.



Figura 4.1. Causas ingresadas en Tribunales ambientales, período 2013-2024.



Fuente: Elaborado a partir de la información proporcionada en los portalede cada tribunal ambiental.

Respecto a las causas ingresadas el año 2024 (Ver cuadro 4.2), el tercer lugar fué el 19.8% pertenecientes a las ingresadas al Tribunal de Antofagasta, el segundo lugar fué 40.9% del Tribunal de Valdivia y el primer lugar fue el de Santiago con un 42.3%. En cuanto a los procedimientos, el 76,5% de las causas ingresadas fue por reclamaciones de ilegalidad, el 8,1% por demandas de reparaciones por daño ambiental, el 11% por solicitudes de sanciones por la SMA, el 3,4% por Exhortos y el 2,7% por otras causas. El menor porcentaje de las causas ingresadas fue el por consultas de medidas provisionales por la SMA, con un 0,7%.

Cuadro 4.2 Causas ingresadas en Tribunales Ambientales, año 2024.

Procedimiento	1er Tribunal Antofagasta	2° Tribunal Santiago	3er Tribunal Valdivia	Total Nacional
Reclamaciones de ilegalidad por actos de administración	16	53	42	111
Demandas de reparación por daño ambiental	6	6	0	12
Solicitudes de sanciones por la SMA	3	2	11	16
Consultas de medidas provisionales por la SMA	0	1	0	1

Exhortos	0	0	5	5
Otras	0	1	3	4
Total	25	63	61	149

Fuente: Elaborado a partir de la información proporcionada en los portales de cada tribunal ambiental.

4.2.2. SENTENCIAS DE LOS TRIBUNALES AMBIENTALES Y LA JUSTICIA ORDINARIA

En el **Cuadro 4.3** se presentan las sentencias emitidas por los tres tribunales ambientales en el año 2024, son 83 sentencias, de las cuales 45 fueron emitidas por el Segundo Tribunal Ambiental, 28 por el Tercer Tribunal Ambiental y 10 por el Primer Tribunal Ambiental.

Cuadro 4.3 Sentencias judiciales de los Tribunales Ambientales – 2024.

Procedimiento	1er Tribunal Antofagasta	2° Tribunal Santiago	3er Tribunal Valdivia	Total Nacional
Reclamaciones de ilegalidad por actos de administración	6	39	22	67
Demandas de reparación por daño ambiental	1	4	6	11
Solicitudes de sanciones por la SMA	3	2	0	5
Consultas de medidas provisionales por la SMA	0	0	0	0
Demanda Ejecutiva	0	0	0	0
Otros	0	0	0	0
Total	10	45	28	83

Fuentes; Elaborado sobre la base de la información disponible en línea en los portales internet de los tres tribunales ambientales: https://www.1ta.cl/estadisticas-1ta/ (Primer Tribunal Ambiental), https://tribunalambiental.cl/cuentas-anuales/ (Segundo Tribunal Ambiental) y https://3ta.cl/3ta-en-cifras/ (Tercer Tribunal Ambiental). Al 20 de diciembre de 2025.

La SMA, por su parte, de acuerdo a lo establecido en el artículo 31 de su Ley Orgánica, produce listados de sentencias definitivas de los tribunales de justicia recaídas en juicios de carácter ambiental. En cuanto a las estadísticas, no existen cambios respecto del Informe País 2022, puesto que siguen siendo 59 las sentencias definitivas de los tribunales ambientales y 15 las de los tribunales ordinarios (5 de las cortes de apelaciones y 10 de la Corte Suprema). De las 59 sentencias de los tribunales ambientales, una corresponde al Tribunal Ambiental de Antofagasta, 36 al de Santiago y 22 al de Valdivia, cifras que no han variado respecto a la última edición de este Informe.

Dado que el Tribunal Ambiental de Santiago es el que ha operado durante un período de tiempo más largo, se presentan las sentencias emitidas a lo largo de sus más de diez años de actividad judicial, el período 2013-2024. En ese período el Segundo Tribunal Ambiental conoció variadas reclamaciones, demandas por daño ambiental, y consultas y solicitudes de la SMA que dieron lugar a un número significativo de sentencias. El número de fallos y resoluciones por tipo de causa y por año se presentan en el C**uadro 4.4**
Como se puede observar en el **Cuadro 4.4** , a lo largo del período indicado se produjeron 465 fallos y resoluciones siendo aún el año 2016 en donde se se resolvieron más causas con 59 fallos y resoluciones, seguido por 2021 y 2017 con 52 y 49 fallos y resoluciones, respectivamente. 71,4 % de las sentencias correspondieron a reclamaciones de ilegalidad, 17,2% correspondieron a resoluciones relativas a solicitudes de sanciones de la SMA, 9,7% a sentencias a demandas por daño ambiental y 1,7% a consultas para medidas provisorias de la SMA.



Cuadro 4.4 Fallos/resoluciones del Tribunal Ambiental de Santiago – Periodo 2013-2024 a.

Año del fallo o resolución	Reclamaciones	Demandas por daño ambiental	Consultas de la SMA	Solicitudes de la SMA	Total procedimientos
2013	3	0	3	5	11
2014	15	3	0	5	23
2015	15	6	3	10	34
2016	25	0	1	33	59
2017	37	5	0	7	49
2018	31	10	0	3	44
2019	28	4	0	3	35
2020	33	2	0	0	35
2021	38	7	0	7	52
2022	34	4	1	0	39
2023	34	0	0	5	39
2024	39	4	0	2	45
Total periodo	332	45	8	80	465
Porcentajes	714	97	17	172	-

Tener presente que hasta octubre 2013 el Tribunal Ambiental de Santiago tenía jurisdicción en todo el territorio nacional y que, desde esa fecha y hasta septiembre 2017, su jurisdicción era sobre las macrozonas centro y norte.

Fuente: Elaborado sobre la base de Informe País 2022 y información disponible en línea en los portales internet del año 2023 y 2024 https://tribunalambiental.cl/cuentas-anuales

De las 338 reclamaciones, 56,51% fueron rechazadas, 25,15% acogidas y 9,47% acogidas parcialmente (Ver Anexo 4.1). Con relación a las demandas por daño ambiental, hubo 47 fallos, el 38,30% fueron acogidos y 23,40% rechazados. Además, en el 14,98% de los fallos se acordó una conciliación, y el 8,51%% de las reclamaciones fueron consideradas inadmisibles (Ver Anexo 4.2). 88 fallos sobre reclamaciones y 13 fallos sobre demandas fueron apelados a la Corte Suprema con resultados variados.

4.2.3.1 CAUSAS Y PROYECTOS JUDICIALIZADOS

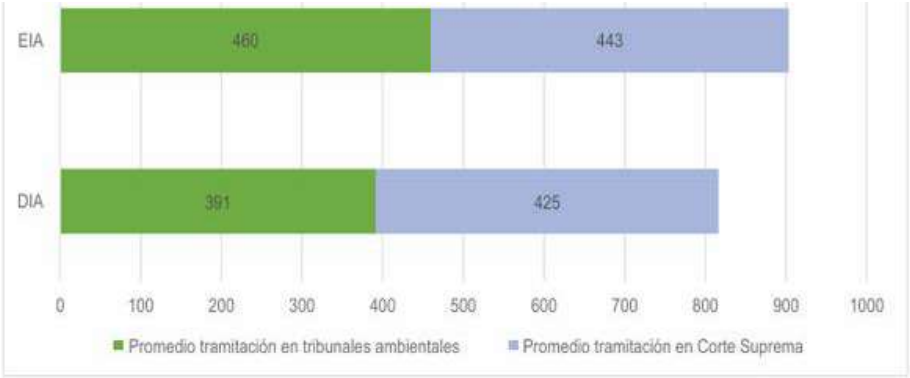
El estudio identificó 389 causas ingresadas a los tribunales ambientales desde su creación hasta diciembre de 2024. Del total identificado, 80 se acumularon a causas similares, por lo que el universo de causas de reduce a 309, de las cuales 267 causas fueron declaradas admisibles.

Las 267 causas admisibles representan 217 proyectos diferentes (algunos pueden tener más de una causa judicial). En términos de estado de la RCA del proyecto judicializado, las causas se desglosan de la siguiente manera: al momento de iniciar la reclamación había 194 que contaban con una RCA favorable y 23 con RCA desfavorable. Además el estudio en esta sección excluye los proyectos de inversión que fueron reclamados por consulta de pertinencia y que no habrían ingresado al SEIA, reduciendo el número de 217 a 152. El estudio establece que, del total de 217 proyectos judicializados, el 70% proviene principalmente de los sectores de energía (77), minería (42) e inmobiliario (33). Además, sólo el sector minero concentra el 53% de los montos de inversión judicializados desde que existen los tribunales ambientales (US$30.467 millones), seguido por el sector energético con el 24% de la inversión judicializada (US$13.924 millones). Mientras que la carga de los tribunales ambientales a fines del 2024, correspondiente a 45 proyectos de inversión, representaba US$8.863 millones.

4.2.3.2 TIEMPOS DE TRAMITACIÓN ADICIONAL COMO CONSECUENCIA DEL PROCESO JUDICIAL

Del total de 186 causas con sentencia en primera instancia, el tiempo transcurrido entre el ingreso de la reclamación y la sentencia del tribunal ambiental correspondiente es de 421 días corridos en promedio. En caso de que se presente un recurso de casación ante la Corte Suprema, las causas extienden en promedio su tiempo de tramitación judicial en 434 días corridos adicionales. Como se observa en la **Figura 4.2**, en promedio los proyectos judicializados que ingresaron al SEIA a través de un EIA han requerido de mayor tiempo de tramitación tanto en los tribunales ambientales como en la Corte Suprema. Además, los proyectos con RCA favorable han tomado menos tiempo en ser tramitados por los tribunales ambientales, pero más tiempo ante la Corte Suprema, en relación a las causas con proyectos con RCA desfavorable.

Figura 4.2. Tiempo de tramitación judicial según categoría de ingreso al SEIA (en días corridos).



Fuente: Se reproduce gráfico 3 del Informe N° 13 de "Judicialización de proyectos de inversión ingresados al SEIA" (2024).

Por otra parte, se observa en el **Cuadro 4.5** que el tiempo de tramitación es mayor en los tribunales ambientales para los proyectos ambientales con una RCA desfavorable respecto a las favorables, mientras que en el mismo caso es menor en la Corte Suprema.

En el **Cuadro 4.6** se aprecia que los tiempos de tramitación en el Tribunal de Santiago más que duplica los tiempos del tribunales de Antofagasta, mientras que al de Valdivia se aproxima a duplicarlo, lo cual se debe probablemente a que el Tribunal de Santiago fue el primero en comenzar a operar en el país, lo que le significó tener un mayor número de causas a tramitar. Sin embargo el Tribunal de Antofagasta concentra la tramitación de proyectos que representan los mayores montos de inversión, debido en parte a la mayor concentración de proyectos mineros.

Cuadro 4.5. Tiempo promedio de tramitación judicial según el estado del RCA (en días corridos).

Resolución de calificación ambiental	Tiempo de tramitación en Tribunal Ambiental	Tiempo de tramitación en Corte Suprema
Favorable	420	440
Desfavorable	434	377

Fuente: Construido desde gráfico 4 del Informe N° 13 de "Judicialización de proyectos de inversión ingresados al SEIA" (2024).

Cuadro 4.6. Tiempo promedio de tramitación de RCA e inversión declarada.

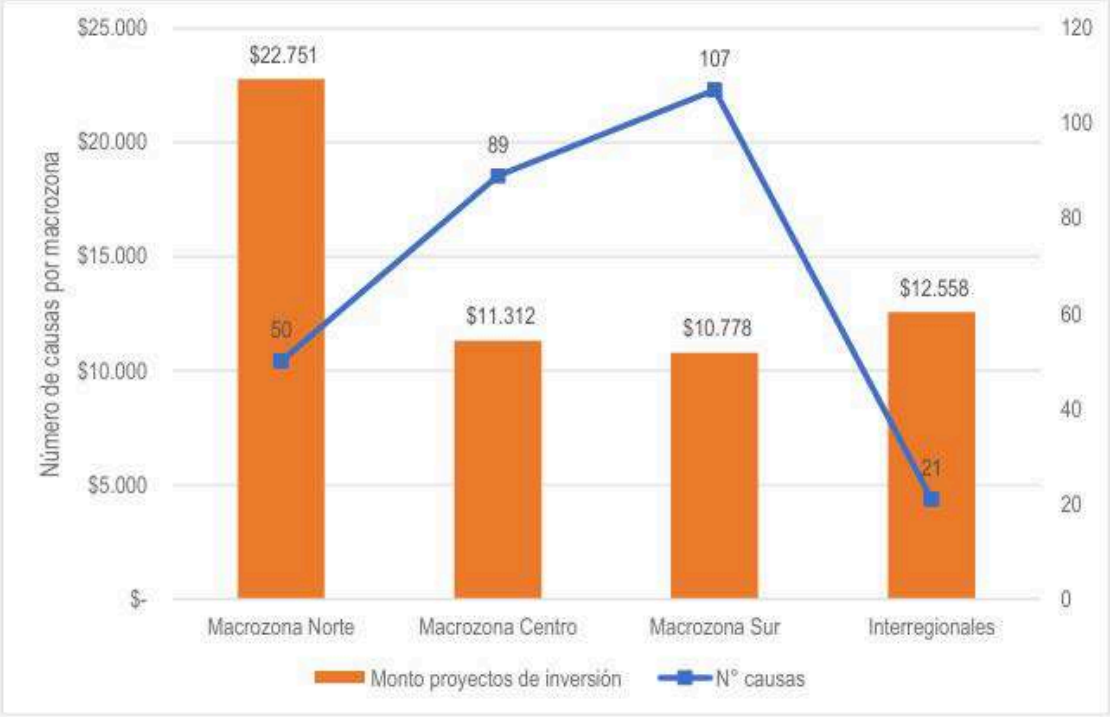
Tribunal Ambiental	Causas con sentencia (número)	Tiempo promedio de tramitación (días corridos)	Inversión promedio proyectos (millones de dólares)
Antofagasta	22	261	493
Santiago	91	528	357
Valdivia	73	337	109

Fuente: Construido desde tabla 2 del Informe N° 13 de "Judicialización de proyectos de inversión ingresados al SEIA" (2024).

4.2.3.4 INVERSIÓN JUDICIALIZADA

El estudio establece que las causas judiciales de proyectos de inversión se concentran en la Macrozona norte (Ver Figura 4.3), pese a que en la Macrozona Sur se concentra el mayor número de causas. Al igual que en el punto anterior, el gran monto judicializado promedio (US$507 millones) es producto de los grandes proyectos mineros y sus grandes montos de inversión, en contraparte a la Macrozona Centro y Sur con US$154 y US$127 millones respectivamente.

Figura 4.3.. Proyectos judicializados por el sector económico.

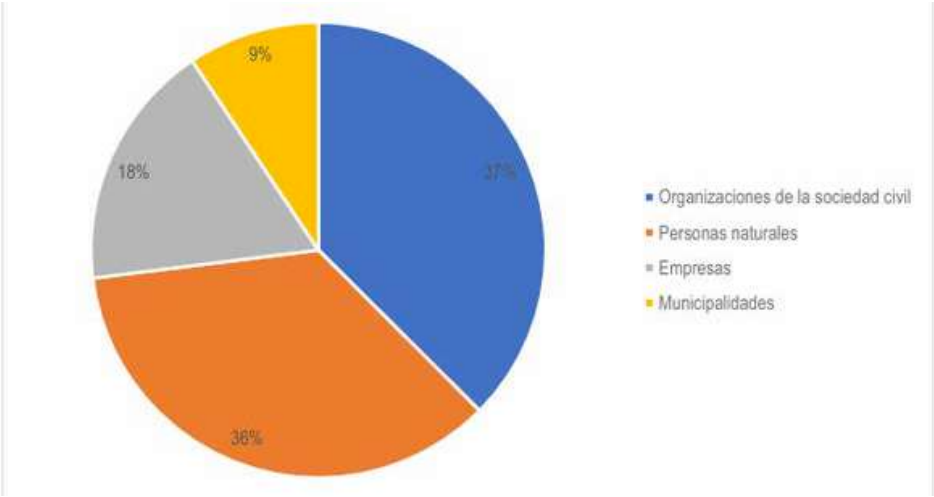


Fuente: Se reproduce del gráfico 6 del Informe N° 13 de "Judicialización de proyectos de inversión ingresados al SEIA" (2024).

4.2.3.5 NATURALEZA DE LOS RECLAMANTES

Del total de 267 causas consideradas admisibles, se observa que 37% (100) de los reclamantes corresponde a organizaciones de la sociedad civil, el 36% (95) corresponde a personas naturales, 18% a empresas, y 9% a municipalidades (**Ver Figura 4.4**).

Figura 4.4. Porcentajes según la naturaleza del reclamante.



Fuente: Se reproduce el gráfico 5 del Informe N° 13 de "Judicialización de proyectos de inversión ingresados al SEIA" (2024).

4.2.3.6 SENTENCIAS DE LOS TRIBUNALES AMBIENTALES Y DE LA CORTE SUPREMA

En el **Cuadro 4.7** se ilustra sobre las sentencias emitidas por los tribunales ambientales relacionados con las causas de los proyectos identificados como admisibles por el estudio en referencia. Específicamente, 66 de las sentencias fueron acogidas por los Tribunales Ambientales (al menos parcialmente), mientras que 126 de las sentencias rechazaron la reclamación judicial interpuesta por el titular o un tercero. Además de las 26 sentencias sobre los casos en que el reclamante era el titular del proyecto de inversión, 15 reclamaciones se acogieron (al menos parcialmente), mientras que de las 166 sentencias sobre los casos en que el reclamante era un tercero se acogieron 51 reclamaciones.

Cuadro 4.7. Sentencias de los tribunales ambientales por naturaleza del reclamante.

Sentencias	**Reclamante**		**Total**
	Titular	**Tercero**	
Acoge reclamación	15	51	66
Rechaza reclamación	11	115	126
Total	26	166	192

Fuente: Se reproduce la tabla 3 del Informe N° 13 de "Judicialización de proyectos de inversión ingresados al SEIA" (2024).

Respecto a los recursos de casación (RC) presentados ante la Corte Suprema (**Ver Cuadro 4.8**), el Observatorio de Productividad señala que de un total de 131 recursos de casación presentados ante la Corte Suprema, 116 fueron admitidos. De los admitidos, 91 ya han recibido un fallo de la Corte Suprema, 13 se encuentran en trámite y los restantes fueron desistidos. Además, de aquellos fallados, únicamente 20 fueron acogidos (al menos de forma parcial) y 71 fueron rechazados. En otras palabras, el 78% (71 de 91) de las sentencias de la Corte Suprema ratificó la sentencia del Tribunal Ambiental correspondiente, al rechazar el recurso de casación interpuesto por el titular o un tercero.

Cuadro 4.8. Sentencias de la Corte Suprema.

Sentencias de la Corte Suprema	
Acoge recurso	20
Rechaza recurso	71
Total	91

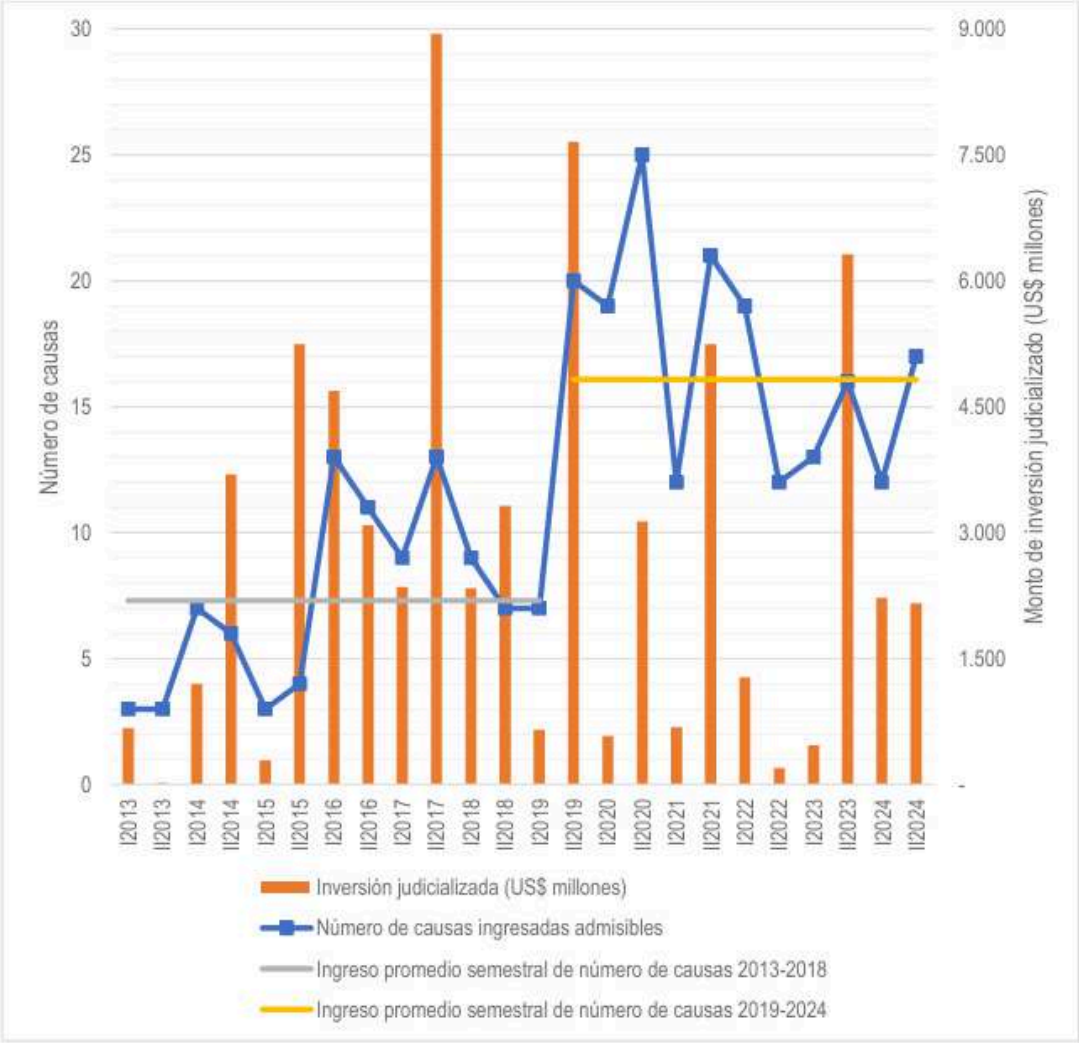
Fuente: Se reproduce la tabla 4 del Informe N° 13 de "Judicialización de proyectos de inversión ingresados al SEIA" (2024).

4.2.3.7 EVOLUCIÓN SEMESTRAL DE CAUSAS Y MONTOS DE INVERSIÓN EN TRÁMITE

En la Figura 4.5, se observa el número de causas y los montos de inversión en trámite al final de cada semestre de los tribunales ambientales, desde el primer semestre de 2013 hasta el segundo semestre de 2024, donde las causas admitidas a trámite ascendieron a 17, representando $2.154 millones de dólares . En el caso del número de causas en tramitación judicial, se observa una tendencia creciente, con un crecimiento continuo desde el segundo semestre de 2019, para luego, en promedio, duplicar de 7 a 16 causas por semestre.

En cuanto a la inversión judicializada, si bien se observa una tendencia creciente, el crecimiento continuo se produce desde el segundo semestre de 2020 hasta alcanzar un máximo el segundo semestre de 2021.

Figura 4.5. Evolución semestral en número de causas y montos de inversión en trámite en los Tribunales Ambientales, periodo 2013-2024.



***Cifras al final de cada semestre. Fuente: Se reproduce figura 7 del Informe N° 13 de "Judicialización de los proyectos de inversión del SEIA" (2024).**

Es importante resaltar que, desde la pasada versión del Informe País (2022), se han producido importantes variaciones respecto a la judicialización de proyectos de inversión sometidos al SEIA, los que se sintetizan a continuación:

1. El tiempo promedio de tramitación en tribunales ambientales de un EIA y una DIA, aumentó en 78 y 37 días, respectivamente. En el caso de la tramitación judicial en la Corte Suprema, aumentó en 112 y 126 días para un EIA y una DÍA, respectivamente.
2. El tiempo promedio de tramitación judicial según estado de la RCA del proyecto al momento de ser judicializado en Tribunales Ambientales, aumentó en 66 y 44, para un RCA favorable y desfavorable, respectivamente. En el caso de la tramitación judicial en la Corte Suprema, aumentó en 122 y 87 días, para una RCA favorable y desfavorable, respectivamente.
3. El mayor monto de inversión judicializado sigue siendo el de la Macrozona Norte ($22.751 millones de dólares), sin embargo el monto de inversión Interregional judicializado ($12.558 millones de dólares) superó al monto de la Macrozona Centro y Sur, quienes acortaron su diferencia con $11.312 millones de dólares versus los $10.778 millones de dólares, para la Macrozona Centro y Sur respectivamente.
4. La inversión judicializada (en trámite) disminuyó en un 25,12% respecto al segundo semestre de 2022.

4.2.4 LA CONNOTACIÓN PEYORATIVA DE LA EXPRESIÓN "JUDICIALIZACIÓN"

A la expresión "judicialización" se le ha venido dando una connotación peyorativa presentándola como una de las mayores trabas para la implementación de proyectos de inversión. En el caso de más de un proyecto, particularmente del sector Energía, el que no haya llegado a concretarse o cuya aprobación se haya retrasado de manera excesiva, ha sido atribuido a esta llamada "judicialización". Si bien, como se ilustra en los párrafos anteriores, la judicialización implica extender significativamente los tiempos para la aprobación, o para el rechazo definitivo, como ha sido en un número importante de casos, ello no siempre es necesariamente negativo, sin perjuicio de que todos los trámites puedan ser agilizados y los tiempos reducidos.

Las tesistas Häberle y Pelayo se preguntaban si hay efectivamente una excesiva judicialización de los proyectos de inversión y si esto podía considerarse negativo como ha sido planteado. Reconocen que efectivamente, en su perspectiva al 2015, hubo un pequeño aumento en la judicialización de los proyectos de inversión, principalmente en materia energética, motivado, especialmente, por movimientos ciudadanos. Sin embargo, concluyen, luego del extenso análisis realizado, que es mínima la cantidad de proyectos que llegan a requerir la solución de controversias ante un órgano judicial, si se compara con la gran cantidad de proyectos que se aprueban en el SEA; los proyectos que han llegado a la judicialización son aquellos de gran tamaño y con un gran potencial de impacto ambiental negativo. No creen, las autoras del estudio que su revisión y el debate en el ámbito judicial sea algo necesariamente negativo. De hecho, en el caso de los grandes proyectos, se ha producido la participación en la discusión de diversos actores de forma transversal promoviendo una gran difusión de los grandes proyectos lo que puede considerarse como algo positivo. Finalmente, las autoras estiman que la judicialización, al 2015, no aumentó de manera considerable, más aún, teniendo presente que la cantidad de proyectos que ingresan al SEIA ha aumentado significativamente

y considerando que, si se llega a la instancia judicial, es probablemente porque el proyecto en particular lo requería debido a su tamaño y/o complejidad. Concluyen que lo importante sería contar con mecanismos de solución de controversias claros, determinados y que les den garantías a todos los actores.

Sin embargo, en los últimos años creció el cuestionamiento a la "judicialización" de los proyectos de inversión, lo que derivó en el 2024 en una norma presentada en el Congreso Nacional en enero de aquel año. Esta norma derivó en un proyecto denominado "permisología", que estableció un marco común para la tramitación de autorizaciones sectoriales, con el objetivo de agilizar y dotar de mayor certeza jurídica los procedimientos administrativos. Finalmente este proyecto fué promulgado el 17 de Septiembre del 2025 a través de la Ley N°21.770, que en cuanto a la modificaciones a la Ley Nº19.300, lo que se busca es modernizar el SEIA y otras instituciones, introduciendo una serie de modificaciones al régimen de permisos sectoriales, como por ejemplo reducir los plazos para el otorgamiento de pronunciamientos sectoriales de 15 a 10 días tratándose de Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y de 10 a 7 días si corresponde a Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA), respectivamente (Mortera de Iruarrizaga & Wilkins Binder, 2025).



5. GESTIÓN AMBIENTAL REGIONAL Y LOCAL



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

5.1. GESTIÓN AMBIENTAL REGIONAL

La Gestión Ambiental Regional (desde ahora GAR), es un concepto que no se encuentra consagrado en la legislación ambiental de Chile. La gestión puede entenderse como un conjunto de acciones que tienen por objeto la administración de algo, la gestión ambiental, por tanto, puede concebirse como una serie de acciones o efectos que se ocupan de la administración, organización y funcionamiento del componente medio ambiental. La GAR es aquella gestión ambiental que delimita su alcance a la escala regional. Sin perjuicio de lo anterior, cuando las acciones y efectos de la GAR son responsabilidad de Órganos de la Administración del Estado es importante acotar su aplicación práctica, sobre todo atendiendo que dichos órganos no tienen por función expresa, a nivel normativo, la administración de este tipo de gestión.

La ley N°20.417 del año 2010, que modifica a la ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente (LBGMA) de 1994, establece en su artículo 1 letra b), el que modifica al artículo 4 de la LBGMA, que "los órganos del Estado, en el ejercicio de sus competencias ambientales y en la aplicación de los instrumentos de gestión ambiental deberán propender por la adecuada conservación, desarrollo y fortalecimiento de la identidad, idiomas, instituciones y tradiciones sociales y culturales de los pueblos, comunidades y personas indígenas (…)".

Los Instrumentos de Gestión Ambiental (IGA) son herramientas establecidas en la normativa medio ambiental de Chile (LBGMA) para la administración del entorno ambiental y son responsabilidad de diversos OAE u OAECA a mencionar más adelante. Es relevante destacar que los segundos corresponden a un subconjunto de los primeros.

Los IGA son numerados en el Título II de la LBGMA: i) Educación e investigación, ii) Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), iii) Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), iv) Información Ambiental (IA), v) Normas de emisión, vi) Normas de calidad ambiental, vii) Planes de Prevención y Descontaminación Ambiental (PPDA) y viii) Planes de Manejo. A pesar de esto, los IGA no hacen ninguna alusión a la gestión ambiental regional propiamente tal. En consideración de los antecedentes expuestos, el presente apartado entiende por GAR toda administración o acción ejercida por un Órgano de la Administración del Estado, desconcentrado o descentralizado regionalmente, para la aplicación de los IGA.

Bajo la perspectiva tomada de la GAR, desglosaremos su estructura en 2 grandes ejes: Institucionalidad Ambiental Regional e Instrumentos de Gestión Ambiental. En lo que respecta al primero, se contemplan aquellas instituciones u Órganos de la Administración del Estado (OAE) que administran IGA, así como los Órganos de la Administración del Estado con Competencia Ambiental (OAECA) en el marco del SEIA; el segundo considera todos los IGA consagrados en la LBGMA, exceptuando aquellos que son objeto de otro apartado de este capítulo o del capítulo de otro componente.

5.1.1. INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL REGIONAL

La Institucionalidad Ambiental Regional (desde ahora IAR), se compone de todos los Órganos de la Administración del Estado (OAE) que administran o que participan en la aplicación de un IGA consagrado

en la LBGMA, así como por los Órganos de la Administración del Estado con Competencia Ambiental (OAECA), cuya opinión fundada es obligatoria en el proceso de tramitación de proyectos en el marco del SEIA. En cuanto a estos últimos, el artículo 24 del D.S. N°40/2012 que aprueba el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA) establece que "Los órganos de la Administración del Estado con competencia ambiental que participarán en la evaluación ambiental del proyecto o actividad serán aquellos que cuenten con atribuciones en materia de permisos o pronunciamientos ambientales sectoriales respecto del proyecto o actividad en particular (…). Sin perjuicio de los pronunciamientos ambientales de los órganos señalados en los incisos anteriores, siempre se solicitará pronunciamiento a los Gobiernos Regionales, las Municipalidades y la autoridad marítima competente (…)".

Los Permisos Ambientales Sectoriales (PAS) pueden ser de contenido únicamente ambiental o mixtos, y son objeto de tramitación del SEIA y los OAECA. El Anexo 5 indica los distintos permisos y pronunciamientos propios del SEIA junto con los OAECA responsables.

Por otro lado, la IAR comprende aquellos OAE que no necesariamente son partícipes del SEIA pero que intervienen en la administración de otros IGA. Por lo tanto, la Figura 5.1 constituye un modelo resumen de la IAR más relevantes para efectos de la GAR, así como los IGA consagrados en la LBGMA.

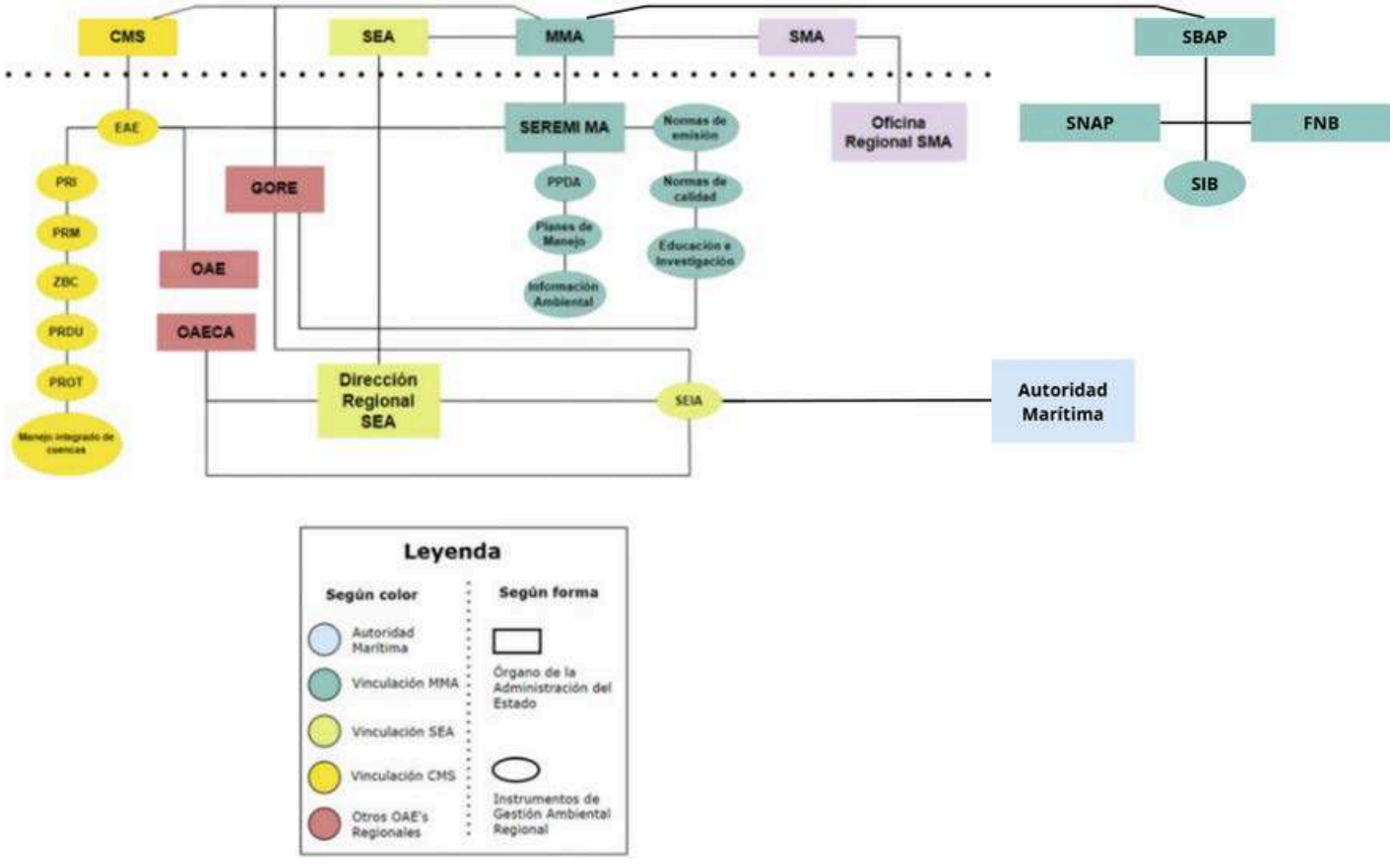
Respecto a las relaciones del Modelo de GAR que se muestran en la **Figura 5.1,** el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) presenta varias atribuciones en materia de GAR: (i) revisar toda norma de calidad ambiental; (ii) propone, facilita y coordina la dictación de normas de emisión; (iii) colabora con los Ministerios sectoriales en la formulación de los criterios ambientales que deben ser incorporados en la elaboración de sus planes y políticas, evaluaciones ambientales estratégicas y procesos de planificación; (iv) colabora con las autoridades competentes a nivel nacional, regional y local en la preparación, aprobación y desarrollo de programas de educación, promoción y difusión ambiental, orientados a la creación de una conciencia nacional sobre la protección del medio ambiente, desarrollo sustentable, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental, y a promover la participación ciudadana responsable en estas materias; (v) establece convenios de colaboración con gobiernos regionales destinados a adoptar las medidas necesarias para asegurar la integridad, conservación y reparación del medio ambiente regional y local, así como la educación ambiental y la participación ciudadana y (vi) participa en el procedimiento de evaluación ambiental estratégica de las políticas y planes que promuevan los diversos órganos de la Administración. Asimismo, a través de mandato presidencial, debe supervigilar al Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) y la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), estando esta última desconcentrada en oficinas regionales. Po otro lado, el MMA preside el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y Cambio Climático (CMS), órgano encargado de proponer al Presidente de la República las políticas sectoriales que deben ser sometidas a EAE.

El MMA se desconcentra regionalmente en las Secretarías Regionales Ministeriales de Medio Ambiente (SEREMI MA), las que tienen ciertas atribuciones del MMA en su escala de jurisdicción. A grandes rasgos, tienen por competencia aquellas establecidas en el artículo 70 de la LBGMA, las cuales son atribuidas a nivel nacional al MMA y mencionadas en el párrafo anterior. Asimismo, coordina el proceso de generación

de las normas de calidad ambiental, de emisión y de planes de prevención y/o descontaminación, determinando los programas para su cumplimiento; interpreta administrativamente las normas de calidad ambiental y de emisión, los planes de prevención y/o de descontaminación; asesora al gobierno regional para la incorporación de criterios ambientales en la elaboración de los Planes y las Estrategias de Desarrollo Regional; informa al Ministro y al Subsecretario periódicamente del avance de las políticas ambientales en su región; colaborar con los municipios respectivos; integran las Comisiones de Evaluación que califican regionalmente los proyectos que ingresan al SEIA; presidirán los comités técnicos conformados por las Direcciones Regionales del SEA, entre otros. Por otra parte, el SBAP, es un servicio dependiente del MMA,

El GORE participa en el SEIA en tanto debe pronunciarse respecto a la compatibilidad territorial de los proyectos de la región respectiva. En el marco de la EAE, el procedimiento y aprobación del instrumento estará a cargo del Ministerio de Vivienda y Urbanismo -el que corresponde a un Órgano de la Administración del Estado con Competencia Ambiental (OAECA)-, el GORE o cualquier otro OAE de escala regional que esté a cargo del instrumento que deba someterse a EAE. Los instrumentos de escala regional que deben obligatoriamente someterse a EAE son el Plan Regulador Intercomunal (PRI), Plan Regulador Metropolitano (PRM), Zonificación del Borde Costero (ZBC), Plan Regional de Desarrollo Urbano (PRDU), Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT) y Manejo integrado de cuencas. Estos instrumentos son abordados con mayor detalle en el apartado siguiente.

Figura 5.1. Modelo de Gestión Ambiental Regional Chile.



Fuente: Elaboración propia a partir de figura 5.1 del Informe País 2022.

5.1.2. INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL REGIONAL

Según la definición esbozada anteriormente, es importante relevar los siguientes alcances sobre los IGA a continuación:

5.1.2.1. EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA

Desde ahora "EAE", está establecido según la Ley N°20.417 del año 2010 en su artículo 1° letra c), como "el procedimiento realizado por el Ministerio sectorial respectivo, para que se incorporen las consideraciones ambientales del desarrollo sustentable, al proceso de formulación de las políticas y planes de carácter normativo general, que tengan impacto sobre el medio ambiente o la sustentabilidad, de manera que ellas sean integradas en la dictación de la respectiva política y plan, y sus modificaciones sustanciales" (Ley N°20.417, 2010). La creación de este instrumento a nivel normativo surge como una potencialidad para la institucionalidad y gestión ambiental de Chile, en cuanto integra la dimensión ambiental en ámbitos políticos y públicos de alta envergadura (Ministerio del Medio Ambiente [MMA], 2022).

Conforme a lo establecido en el Párrafo 1° bis de la Ley N°19.300, se deben someter a EAE las políticas y planes de carácter normativo general, así como las modificaciones sustanciales que tengan impacto sobre el medio ambiente o la sustentabilidad. Asimismo, precisa que "siempre deberán someterse a evaluación ambiental estratégica los planes regionales de ordenamiento territorial, planes reguladores intercomunales, planes reguladores comunales y planes seccionales, planes regionales de desarrollo urbano y zonificaciones del borde costero, del territorio marítimo y el manejo integrado de cuencas o los instrumentos de ordenamiento territorial que los reemplacen o sistematicen" (DFL-1 Ley N°19175, 2005). Es relevante destacar que los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial (PROT), Planes Reguladores Intercomunales (PRI), Zonificación del Borde Costero (ZBC), Planes Reguladores Metropolitanos (PRM), Plan Regional de Desarrollo Urbano (PRDU) y el Manejo Integrado de Cuencas son aquellos instrumentos de escala regional.

La finalidad de la EAE es anticiparse a las potenciales consecuencias ambientales y de sustentabilidad, a partir de un enfoque estratégico ligado a interactividad, dinamismo y complejidad en las decisiones (MMA, 2015. p. 9), por lo que constituye el instrumento rector de la gestión ambiental regional en Chile. En consideración de lo anterior, los instrumentos que este apartado aborda son aquellos que por mandato legal deben ser sometidos a EAE, y que a su vez se encuentran circunscritos a la escala regional.

En primera instancia se describen los IGA de escala regional y luego se exponen estadísticas extraídas de la plataforma del Ministerio del Medio Ambiente destinada a la consulta y seguimiento del proceso de EAE.

Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT): El PROT es un instrumento que orienta la utilización del territorio de la región para lograr su desarrollo sustentable a través de lineamientos estratégicos y una macro zonificación de dicho territorio. También establece, con carácter vinculante, condiciones de localización para la disposición de los distintos tipos de residuos y sus sistemas de tratamientos y condiciones para la localización de las infraestructuras y actividades productivas en zonas no comprendidas en la planificación urbanística, junto con la identificación de las áreas para su localización preferente (..) El plan reconocerá, además, las áreas que hayan sido colocadas bajo protección oficial, de acuerdo con lo dispuesto en la legislación respectiva. En cuanto a su regulación, la LOCGAR en su Artículo 17°, indica que la elaboración y aprobación del PROT es competencia del GORE, al mismo tiempo que este debe ser coherente con la estrategia regional de desarrollo (ERD) y la política nacional de ordenamiento territorial (PNOT), previo informe favorable de los ministros que conforman la Comisión Interministerial de Ciudad, Vivienda y Territorio establecida en el párrafo quinto de este literal (DFL-1 Ley N°19175, 2005).

Plan Regulador Intercomunal, Plan Regulador Metropolitano y Plan Regional de Desarrollo Urbano: Conforme a lo establecido en el D.S. 47/1992 Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, el Plan Regulador Intercomunal, Plan Regulador Metropolitano y el Plan de Desarrollo Urbano son Instrumentos de Planificación Territorial (IPT). A grandes rasgos, la Planificación Urbana Intercomunal regulará el desarrollo físico de las áreas urbanas y rurales de diversas comunas que, por sus relaciones, se integran en una unidad urbana, a través de un Plan Regulador Intercomunal. Cuando esta unidad sobrepase los 500.000 habitantes, le corresponderá la categoría de área metropolitana para los efectos de su planificación, es decir, un Plan Regulador Metropolitano.

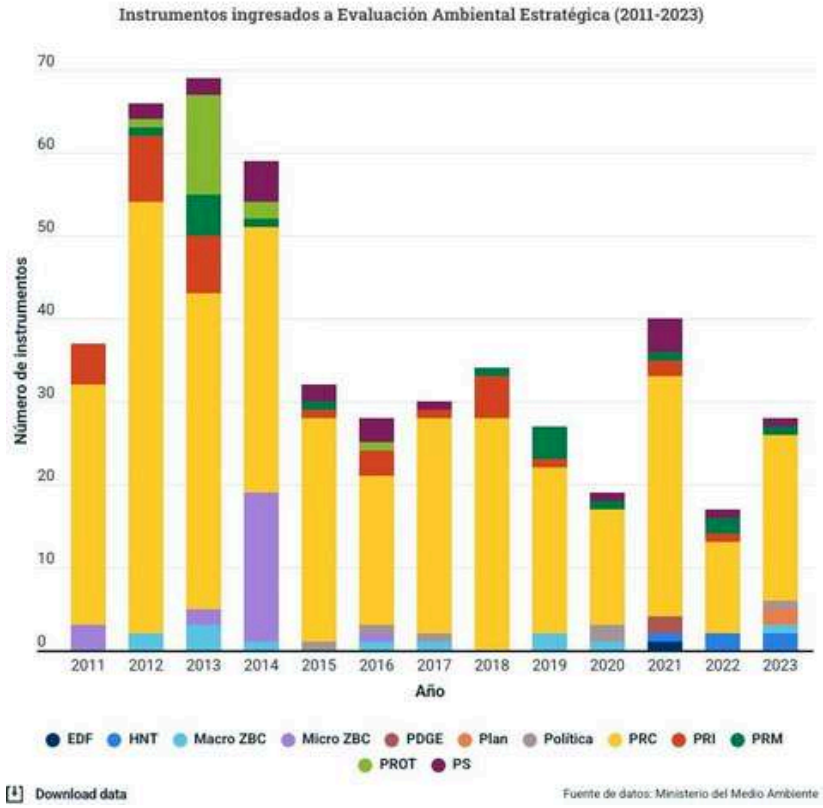
Por otro lado, la Planificación Urbana Regional orientará el desarrollo de los centros urbanos de las regiones a través de un Plan Regional de Desarrollo Urbano. Este será elaborado por la Secretaría Regional del Ministerio de Vivienda y Urbanismo respectiva, deberá someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental, se aprobará por el Consejo Regional, y se promulgará mediante resolución del Intendente. Las disposiciones del Plan Regional de Desarrollo Urbano deberán incorporarse en los Planes Reguladores Metropolitano e Intercomunales.

Zonificación del Borde Costero: El control, fiscalización y supervigilancia de toda la costa y mar territorial de la República y de los ríos y lagos que son navegables por buques de más de 100 toneladas, le corresponde al Ministerio de Defensa Nacional, Subsecretaría para las Fuerzas Armadas. Según lo establecido en los artículos 17, letra a), y 36, letra p) de la Ley N°19.175, Orgánica Constitucional sobre Gobierno y Administración Regional, al Gobierno Regional le corresponde proponer un proyecto de zonificación del borde costero de la región. Esta zonificación deberá ser aprobada mediante decreto supremo expedido a través del Ministerio de Defensa Nacional y será reconocida en el respectivo plan regional de ordenamiento territorial (Ministerio de Defensa Nacional, 2021).

Manejo Integrado de Cuencas: El Manejo Integrado de Cuencas (MIC) es un instrumento que se encuentra consagrado normativamente de la misma forma que los expuestos anteriormente, no obstante, su materialización en la actualidad es más difusa. Como afirma Rosales (2018), en su aplicación el MIC corresponde a un proceso que promueve la gestión y coordinación del recurso hídrico, considerando sus diversos usos, desde una perspectiva biótica y antrópica. La Dirección General de Aguas (DGA) es la encargada de velar por el equilibrio del recurso hídrico a nivel terrestre y resguardar su preservación y disponibilidad en cantidad y calidad para el desarrollo sostenible de los territorios (Ossandón-Rosales, 2018). En dicho contexto, la DGA a comienzos del año 2020 anuncia la promulgación de 10 Planes Estratégicos de Gestión Hídrica, los que tienen por objeto establecer de forma indicativa la demanda y oferta histórica, presente y futura del recurso, esto es, establecer su balance y con ello diagnosticar el estado de este, las instituciones relacionadas y la infraestructura implementada para la consecución de los objetivos planteados (Dirección General de Aguas, 2020). Sin perjuicio de lo anterior, el MIC como instrumento se encuentra consagrado de forma legal (teórica) pero no de forma práctica hasta la fecha.

Además, la EAE debe ser aplicada en el diseño de instrumentos sectoriales que han sido mandatos por nuevas legislaciones. Tal es el caso de los Polos de Desarrollo de Generación Eléctrica (PDGE) y los Estudios de Franjas de Transmisión Eléctrica (EDF), según lo dispuesto por la ley 20.936, del Ministerio de Energía. Del mismo modo, debe someterse a EAE Habilitación Normativa de Terrenos(HNT) de la ley 21.450 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, en los supuestos indicados expresamente por la mencionada ley.

Figura 5.2 Instrumentos ingresados a Evaluación Estratégica

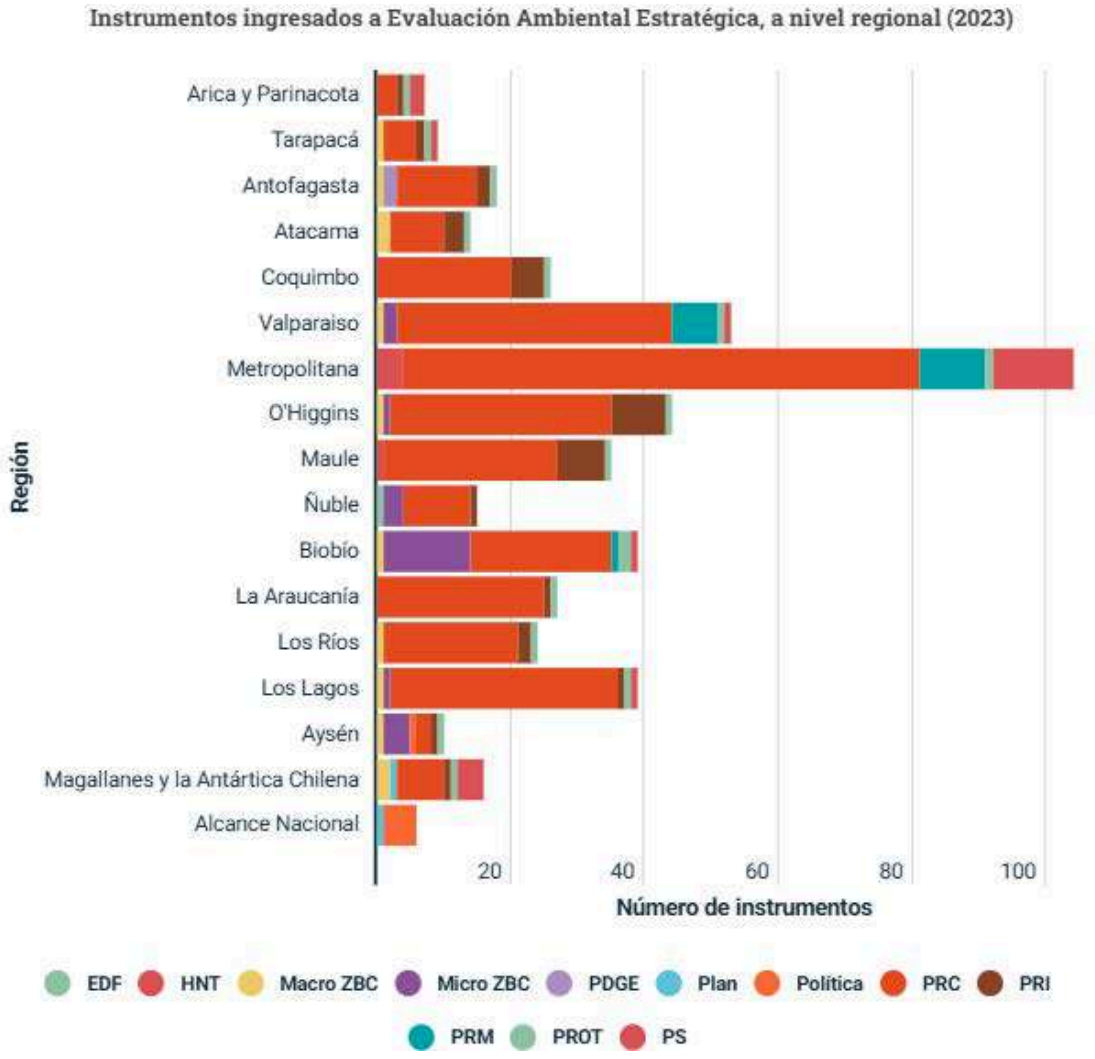


Fuente: Se reproduce gráfico 3.4.1. de "Informe del Estado del Medio Ambiente", MMA 2024, disponible en linea: https://iema.mma.gob.cl/

De acuerdo con los registros del Sistema de Información de Evaluación Ambiental Estratégica, a cargo del Ministerio del Medio Ambiente, disponibles en el enlace eae.mma.gob.cl/, entre los años 2011 y 2023 se han iniciado 486 procedimientos de EAE.

Los procedimientos de EAE se han concentrado en la elaboración modificación Plan Reguladores Comunales (71%) seguido por Planes Reguladores Intercomunales o Metropolitanos (11%). Para el caso de las Zonificaciones del Borde Costero, en total se han iniciado 36 procedimientos, representando un 8% del total; sin embargo, a la fecha ninguno de estos instrumentos ha sido aprobados por la autoridad respectiva.

Figura 5.3. Instrumentos ingresados a Evaluación Ambiental Estratégica por región



Fuente: Se reproduce gráfico 3.4.2. de "Informe del Estado del Medio Ambiente", MMA 2024, disponible en linea: https://iema.mma.gob.cl/

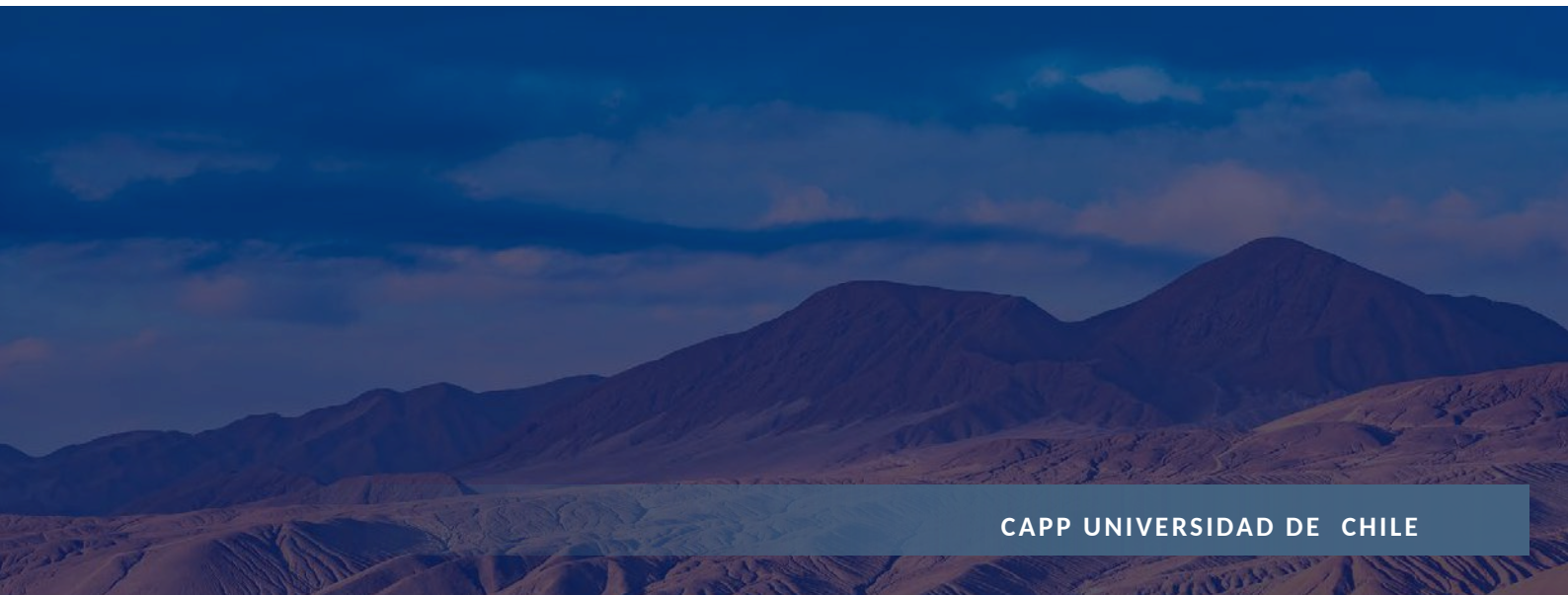
Al analizar la incidencia de estos procedimientos por región, se observa la mayor concentración en la Región Metropolitana de Santiago (21%), seguido por la Región de Valparaíso (11%) y la Región del General Libertador Bernardo O'Higgins (9%). Mientras, que entre la Región de Tarapacá y la Región de Arica y Parinacota son las regiones con menor porcentaje de procedimientos de evaluación ambiental estratégica del total, con 1,9 y 1,4% respectivamente.

5.1.2.2. INFORMACIÓN AMBIENTAL

El artículo 70° letra q) de la LBGMA establece que el MMA deberá "Establecer un sistema de información pública sobre el cumplimiento y aplicación de la normativa ambiental de carácter general vigente, incluyendo un catastro completo y actualizado de dicha normativa, el que deberá ser de libre acceso y disponible por medios electrónicos". A partir de ello, se crea el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) como materialización del artículo previamente mencionado. El SINIA garantiza el derecho de acceso a la información de tipo ambiental que sea materia de los OAE, y aborda las siguientes aristas: i) Normativa y regulación (que considera las normas y leyes, planes, acuerdos internacionales, CMS, dictámenes de Contraloría, sentencias de TA, sentencias del poder judicial, expedientes públicos del MMA, programa de regulación ambiental y tablas públicas de planes y normas), ii) Evaluación y Fiscalización (que contempla instructivos o guías del SEA, pertinencias al SEIA, RCA, instructivos de la SMA, programas de fiscalización, sanciones de la SMA y EAE, iii) Estado del Medio Ambiente, iv) Acuerdo de Escazú, v) Plataforma de visualización de mapas, vi) Estudios Ambientales y vii) sistemas relacionados.

5.1.2.3. PLANES DE PREVENCIÓN Y DESCONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Los Planes de Prevención y Descontaminación Ambiental (PPDA) se encuentran regulados por el D.S 39/2013 que aprueba el reglamento para la dictación de PPDA, el que establece que "La coordinación del proceso de elaboración de Planes de Prevención y/o Descontaminación, corresponderá al Ministerio del Medio Ambiente (…) El Plan de Prevención es un instrumento de gestión ambiental, que a través de la definición e implementación de medidas y acciones específicas, tiene por finalidad evitar la superación de una o más normas de calidad ambiental primaria o secundaria, en una zona latente. El Plan de Descontaminación, por su parte, es un instrumento de gestión ambiental que, a través de la definición e implementación de medidas y acciones específicas, tiene por finalidad recuperar los niveles señalados en las normas primarias y/o secundarias de calidad ambiental de una zona calificada como saturada por uno o más contaminantes". A continuación, el Cuadro 5.2 expone los PPDA promulgados hasta la fecha, con desagregación regional.



Cuadro 5.1. Planes de Prevención y Descontaminación Ambiental según región.

N°	Región	Nombre	Tipo de Plan	Decreto	Órgano promulgador
1	Antofagasta	Plan para la ciudad de Tocopilla y su zona circundante	PDA	D.S. N°70/2010	SEGPRES
2		Plan para la ciudad de Calama y su área circundante	PDA	D.S. N°5/2021	MMA
3	Atacama	Plan Huasco y su zona circundante	PPA	D.S. N°38/2017	MMA
4	Coquimbo	Plan para la localidad de Andacollo y sus sectores aledaños	PDA	D.S. N°59/2014	MMA
5	Valparaíso	Plan para las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví	PPDA	D.S. N°105/2018	MMA
6	Región Metropolitana	Plan Región Metropolitana	PPDA	D.S. N°31/2017	MMA
7	Región del Libertador General	Plan para el Valle central de la Región de O'Higgins	PDA	D.S. N°15/2013	MMA
8	Maule	Plan para las comunas de Talca y Maule	PDA	D.S. N°49/2016	MMA
9		Plan para el Valle Central de la Provincia	PDA	D.S. N°44/2017	MMA
10	Ñuble	Plan para las comunas de Chillán y Chillán Viejo	PPDA	D.S. N°48/2016	MMA
11	Bíobio	Plan para la comuna de Los Ángeles	PDA	D.S. N°4/2017	MMA
12		Plan para las comunas de Concepción Metropolitano	PPDA	D.S. N°6/2018	MMA
13	Araucanía	Plan para las comunas de Temuco y Padre de	PDA	D.S. N°8/2015	MMA
14	Región de los Ríos	Plan para la comuna de Valdivia	PDA	D.S. N°25/2017	MMA
15	Región de los Lagos	Plan para la comuna de Osorno	PDA	D.S. N°47/2015	MMA
16	Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	Plan para la ciudad de Coyhaique y su zona circundante	PDA	D.S. N°7/2018	MMA

Fuente: Se reproduce Cuadro 5.2 de Informe País 2022, TERCERA PARTE: INSTITUCIONALIDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL

5.1.2.4. PLANES DE MANEJO

El artículo 42° de la LBGMA establece que "El Ministerio del Medio Ambiente, en conjunto con el organismo público encargado por la ley de regular el uso o aprovechamiento de los recursos naturales en un área determinada, exigirá, de acuerdo con la normativa vigente, la presentación y cumplimiento de planes de manejo de estos, a fin de asegurar su conservación. Estos incluirán, entre otras, las siguientes consideraciones ambientales: a) Mantención de caudales de aguas y conservación de suelos; b) Mantención del valor paisajístico, y c) Protección de especies en peligro de extinción, vulnerables, raras o insuficientemente conocidas".

De lo anterior, se desprende una perspectiva sectorial de los aludidos planes y no una materialización de las competencias de articulación del MA con otros OAE. Esto se ve reflejado en la minuta de la Mesa Técnica 61 que toma lugar en el segundo gobierno de la expresidenta Michelle Bachelet durante el año 2015. Respecto al artículo 42°, la mesa en cuestión indica que "A la fecha no existen planes de manejo elaborados en el marco de una gestión conjunta entre el Ministerio de Medio Ambiente y algún Servicio competente. Dicho lo anterior, la implementación de este artículo será efectivo en virtud de la aplicación de la ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas"(Informe País, 2022).

En consecuencia, a través de la mencionada ley el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP) implementará lo que se denominan Planes de Manejo para la Conservación, los que están destinados a "preservar, evitar la degradación, restaurar o favorecer el uso sustentable de un ecosistema amenazado, de acuerdo con lo establecido en el artículo 42 de la Ley N° 19.300" (División de Recursos Naturales y Biodiversidad, 2015).

5.1.2.5. SISTEMA DE INFORMACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Está encargado de elaborar y administrar un sistema de información de la biodiversidad, el que almacenará y manejará datos de observación como parte del SBAP.

El Servicio definirá e implementará uno o más programas de monitoreo de los ecosistemas terrestres y acuáticos, marinos y continentales, así como de las especies y su variabilidad genética. Asimismo, podrá requerir a otros órganos de la Administración del Estado la información necesaria para elaborar y mantener el Sistema de Información de la Biodiversidad.

5.1.2.6. FONDO NACIONAL DE LA BIODIVERSIDAD

El Fondo Nacional de la Biodiversidad está destinado a financiar proyectos de conservación, principalmente fuera de las áreas protegidas del Estado, tales como actividades de investigación, capacitación, monitoreo, restauración, control de amenazas, acciones de conservación de especies fuera de sus hábitats y ecosistemas, prácticas productivas sustentables, entre otras actividades de

gestión privada para la conservación de la biodiversidad y la mantención o recuperación de servicios ecosistémicos.

5.1.2.7. SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS

Es un sistema constituido por el conjunto de áreas protegidas, del Estado y privadas, terrestres y acuáticas, marinas, continentales y de islas. El Servicio gestionará el Sistema de manera eficaz, integral y equitativa, bajo diversas categorías de protección. Considerará mecanismos de participación ciudadana, así como estrategias e instrumentos de gestión y de financiamiento, para contribuir al cumplimiento de los objetivos de conservación de la biodiversidad y del patrimonio natural y cultural del país vinculado a ésta.

5.1.3. ANÁLISIS DE LA GESTIÓN AMBIENTAL REGIONAL

En términos generales, la GAR en Chile se materializa a través de los IGA pero la constatación normativa de dicha gestión no se encuentra presente en el ordenamiento jurídico del país. Consecuentemente, no existe una orgánica institucional o procedimental para abordar legalmente el tópico del cual se ocupa el presente subcapítulo, no obstante, la Figura 5.1 pretende constituir un modelo de GAR actualizado e integrado por la institucionalidad e instrumentos que conforman dicho sistema. Por otro lado, la conformación del modelo no es del todo tentativa, pues a partir de los IGA abordados en el Título II de la LBGMA es que se pueden vislumbrar las relaciones de cada instrumento con los respectivos OAE competentes. El fortalecimiento de instituciones y marcos normativos regionales en materia de gestión ambiental no es un reconocimiento reciente por parte de la normativa chilena, pues para el año 2005 la OCDE en conjunto con la CEPAL realizan una evaluación del desempeño ambiental de Chile donde, entre otras 54 propuestas, se levantan los puntos aquí tratados (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2005).

La EAE es un instrumento de carácter preventivo en el marco de la gestión ambiental, pues obliga a tener en consideración las posibles externalidades negativas de una determinada propuesta de inversión, pero con un enfoque global, ya que está orientada hacia las políticas, planes y programas. En términos jurídicos, la EAE se encuentra marcada por 3 grandes principios: el de cautela frente a posibles efectos ambientales adversos; el de integración del medio ambiente en las políticas, planes y programas; el de transparencia en cuanto a la información que se recopila en el transcurso del proceso (Belemmi, 2015). En dicho contexto, los resultados extraídos de la plataforma de la EAE son elocuentes: la mayor proporción de instrumentos que han ingresado al proceso han llegado a una resolución de desistimiento o abandono, seguidos de cerca por una segunda mayoría en estado de inicio. Se puede inferir, por tanto, que la EAE como instrumento preventivo no ha tenido la envergadura que se preveía, sobre todo si se considera la discusión legislativa en torno a la Ley N°20.417. El debate se centraba en la complementariedad entre la

EAE y el SEIA, donde el primero de dichos instrumentos,al estar destinado a la aprobación de planes y políticas generales, condicionaría el sistema de evaluación de proyectos específicos que deben someterse al segundo de estos en la escala territorial (Cordero-Quinzacara, 2016). De esta forma, se esperaba que la EAE solucionara varios problemas o limitaciones del SEIA al proveer un marco general para el análisis de la matriz de proyectos.

En cuanto a los PPDA, hay que destacar que de los 13 planes promulgados solo 1 es de naturaleza preventiva, mientras que 4 son mixtos y los 11 restantes corresponden a Planes de Descontaminación Ambiental. Estos planes siguen siendo los mismos que hace 4 años, lo cual mantiene nuestra visión de que: o bien Chile no ha logrado del todo cambiar desde mecanismos normativos reactivos a preventivos para efectos de la gestión atmosférica o bien los perjuicios generados hacia dicho componente del medio ambiente presentan una tasa de emisión tan alta que no existe un horizonte temporal que haga factible la promulgación de Planes de Prevención Ambiental como solución a la superación de los parámetros atmosféricos correspondientes.

Por su parte, el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Sistema de Información de la Biodiversidad, Fondo Nacional de la Biodiversidad, como los planes de manejo, al ser órganos e instrumentos nuevos dentro de la normativa medioambiental creados recientemente junto al SBAP, no existen datos aún para medir el desempeño de estos. Sin embargo, este nuevo servicio busca ofrecer un marco de acción más amplio que supervise y dé seguimiento a la aplicación de los instrumentos de conservación de la biodiversidad tanto dentro como fuera de las áreas protegidas. Su carácter descentralizado es fundamental para abordar las diversas necesidades de las características medioambientales chilenas y se espera que en un futuro se pueda medir su impacto y eficacia de la misma manera que el resto IGAs.

En síntesis, la GAR cuenta normativamente con instrumentos que permiten administrar ambientalmente las regiones, no obstante, en la práctica no necesariamente se traducen en implementaciones exitosas. Ejemplo de ello son las estadísticas entregadas para la EAE y los PPD. Este aspecto se aborda a partir de la creación del SBAP como un intento responsable por robustecer la normativa ambiental de Chile para solucionar los vacíos en la LBGMA. La GAR en Chile requiere de una sistematización de los distintos instrumentos aquí tratados con el objeto de establecer un objetivo común.

5.2. GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

Las municipalidades son un actor clave en la Gestión Ambiental Local (GAL). Esta se entiende como un proceso descentralizado que fomenta la participación integrada de los distintos actores comunales, ya sean público, privado, o de la sociedad civil, con el objeto de asegurar la corresponsabilidad en la toma de decisiones ambientales a escala comunal, y un desarrollo de esta

que sea sustentable en el ámbito social, económico, cultural y natural (Ministerio del Medio Ambiente, 2025).

Sin embargo, a pesar de los avances en la GAL siguen existiendo riesgos y desafíos pues no todos los municipios actúan bajo las mismas condiciones sociales, económicas o ambientales. Esto ha dado origen a disparidades en la protección ambiental, por lo que la presente sección busca aproximarse al estado de la Gestión Ambiental Local al año 2025. Para ello, se vuelve pertinente examinar el funcionamiento de los principales Instrumentos de Gestión Ambiental a nivel local, entre los que se encuentran el Sistema de Certificación Ambiental Municipal, las Ordenanzas Ambientales y la Estrategia Ambiental Comunal.

5.2.1 INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL

5.2.1.1 SISTEMA DE CERTIFICACIÓN AMBIENTAL MUNICIPAL

El Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM) creado el año 2009, corresponde a un:
sistema holístico de carácter voluntario, que permite a los municipios instalarse en el territorio como modelo de gestión ambiental, donde la orgánica municipal, la infraestructura, el personal, los procedimientos internos y los servicios que presta el municipio a la comunidad integran el factor ambiental en su quehacer. (Ministerio de Medio Ambiente, s.f).

Este sistema es de carácter continuo, y se desglosa en cinco diferentes niveles: Básica, Intermedia, Avanzada y Excelencia, Excelencia Sobresaliente y Gobernanza Ambiental-Climática Comunal.
Tal como índica la **Figura 5.4**, para que un determinado municipio pueda obtener la certificación básica, en un plazo de seis meses requiere cumplir con el 90% de los requisitos exigibles, entre ellos, la elaboración de un Diagnóstico Ambiental Municipal y un Diagnóstico Ambiental Comunal, confeccionar la Estrategia Ambiental Comunal, constituir un Comité Ambiental Comunal y un Comité Ambiental Municipal.

Una vez finalizado el nivel anterior, para obtener la certificación intermedia, se dispone de un plazo de 11 meses para cumplir con el 95% de los requisitos establecidos, entre ellos, el desarrollo de planes, diseño de sistemas y puesta en funcionamiento de medidas piloto internas en el área del reciclaje, gestión hídrica y energética; la puesta en marcha de la estrategia y la(s) línea(s) estratégica (s) comprometida(s); el funcionamiento permanente del Comité Ambiental Comunal y Comité Ambiental Municipal; diseños de sistemas de participación ambiental ciudadana; ordenanzas ambientales; diseño o rediseño de la unidad de Gestión Ambiental Local.

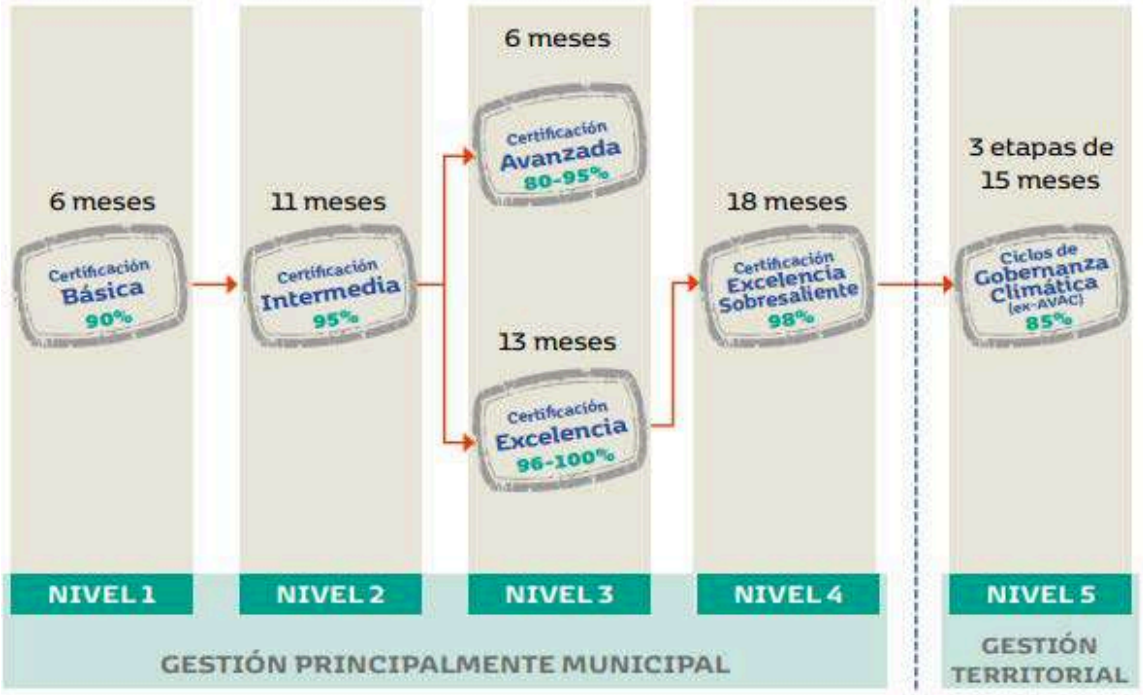
En un tercer nivel, se dispone de 13 meses para la ejecución de los planes o proyectos creados en el nivel intermedio, el funcionamiento de los sistemas internos de reciclaje, ahorro energético e hídrico, haber dictado una ordenanza ambiental municipal, contar con sistemas de participación

ambiental funcionando, cumplir a cabalidad los compromisos de las líneas estratégicas, y contar con el Comité Ambiental Comunal y el Comité Ambiental Municipal consolidados. Si se cumple entre un 80% y un 95% de estos requisitos se obtiene la certificación Avanzada. Al cumplir entre el 96 y 100% de los compromisos exigidos en este nivel se otorgará la certificación de Excelencia.
En un cuarto nivel, para obtener la certificación Excelencia Sobresaliente, se dispone de un plazo de 18 meses para cumplir con el 98% de los requisitos exigidos, entre ellos la ejecución generalizada a nivel municipal de los planes o proyectos ambientales, desarrollo de indicadores ambientales, revisión y reformulación de la estrategia ambiental, el desarrollo de un plan de manejo de residuos domiciliarios a nivel comunal y la profundización del trabajo realizado por los comités ambientales.

El quinto y último nivel, referido a la Gobernanza Ambiental-Climática Comunal, se divide en 3 etapas: 1) Apresto, 2) Implementación y 3) Consolidación, cada una de ellas con un plazo de 15 meses. En resumidas cuentas, este nivel implica la construcción de un modelo de gestión ambiental donde los diversos actores locales sean partícipes en el desarrollo de un territorio sustentable, en un contexto de mitigación y adaptación ante el cambio climático. La obtención de la certificación del quinto nivel requiere haber cumplido con el 85% de los compromisos exigidos.

Vale señalar que en el caso del SCAM, la entidad certificadora corresponde a la Secretaría regional Ministerial (SEREMI) de Medioambiente de la región que forma parte del municipio que desea optar a un determinado nivel de certificación.

Figura 5.4. Niveles del SCAM.



Fuente: MMA, 2020.

Entre los beneficios que obtienen los municipios al formar parte de este sistema se encuentran los siguientes (MMA, 2025):

- Empoderamiento de las unidades ambientales municipales.
- Prestigio y reconocimiento institucional frente a la comunidad.
- Participación activa en el cuidado del medio ambiente.
- Fomento a la educación ambiental formal y no formal.
- Eficiencia hídrica y energética en las dependencias institucionales.
- Fomento al reciclaje y a la gestión de residuos.
- Capacitación funcionaria y comunitaria en temas ambientales.
- Asistencia técnica y apoyo de servicios públicos.
- Apoya la planificación ambiental municipal.

5.2.1.2 ORDENANZAS AMBIENTALES

Según el artículo 10 de la Ley N°18.695, conocida por Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades (LOCM), entre las resoluciones que pueden adoptar los municipios se encuentran las ordenanzas, las que corresponden a "normas generales y obligatorias aplicables a la comunidad". En las ordenanzas se pueden establecer multas para sus infractores, las que no podrán sobrepasar las cinco unidades tributarias mensuales, y las que deben ser aplicadas por parte de los juzgados de policía local correspondientes.

También, la LOCM, establece que la unidad municipal encargada elaborar el anteproyecto de ordenanza ambiental es la de aseo y ornato.

Las ordenanzas ambientales, pueden ser definidas como instrumentos jurídicos con los que cuentan los municipios para poder concretizar su política de gestión ambiental local. La relevancia de las ordenanzas ambientales es que permiten establecer a nivel local un marco legal destinado a regular, proteger y conservar el medio ambiente, de tal manera, que se contribuya al ejercicio del derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación y al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de una comuna en particular (Municipio Verde, 2018). permiten concretizar los objetivos medioambientales de las comunas y regular las acciones que se realizarán en pos de lograr dicho objetivo, pero también contempla acciones como la determinación del presupuesto y organización interna de los municipios, elementos que son determinantes para la gestión ambiental municipal ya que es necesario destinar recursos humanos y financieros a realización de actuaciones que permitan generar mejoras.

5.2.1.3 ESTRATEGIA AMBIENTAL COMUNAL

En el marco de desarrollo de actividades planificadas para la mantención de un municipio en el Sistema de Certificación Ambiental Municipal, éstos deberán elaborar una Estrategia Ambiental Comunal (EAC) en un plazo de 95 a 105 días hábiles, desde el ingreso al nivel Básico (Ministerio de Medio Ambiente [MMA], 2020).

Esta estrategia consiste en un "(…) instrumento de acción que busca abordar de manera sistemática los principales conflictos o situaciones ambientales presentes en el territorio comunal." (MMA, 2025). La estrategia debe ser formulada de manera participativa y debe basarse en "(…) criterios de sustentabilidad y eficiencia para un desarrollo armónico de los recursos, del territorio y de la población comunal." (MMA, 2017, pp. 31). Para guiar la elaboración de la EAC, el Ministerio de Medio Ambiente ha redactado un formato ideal (Ver Cuadro 5.2) con los componentes básicos al cual los municipios deben apegarse, y así contar con documentos probatorios válidos para la certificación.

Cuadro 5.2. Ejemplo de Estrategia Ambiental Comunal.

Estrategia Ambiental Comunal
(nombre de la estrategia)

<table>
<tr><td>Misión</td><td>(declarar misión)</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">Línea 1 (declarar línea estratégica
y plazo de cumplimiento)</td><td rowspan="2">Programa de acción 1 (Declarar programa de acción)</td><td>Proyecto 1 (nombre del proyecto)
• Descripción del proyecto
• Acciones y financiamiento
• Indicador de cumplimiento</td></tr>
<tr><td>Proyecto 2 (nombre del proyecto)
• Descripción del proyecto
• Acciones y financiamiento
• Indicador de cumplimiento</td></tr>
<tr><td>Programa de acción 2 (declarar programa de acción)</td><td>Proyecto 3 (nombre del proyecto)
• Descripción del proyecto
• Acciones y financiamiento
• Indicador de cumplimiento</td></tr>
</table>

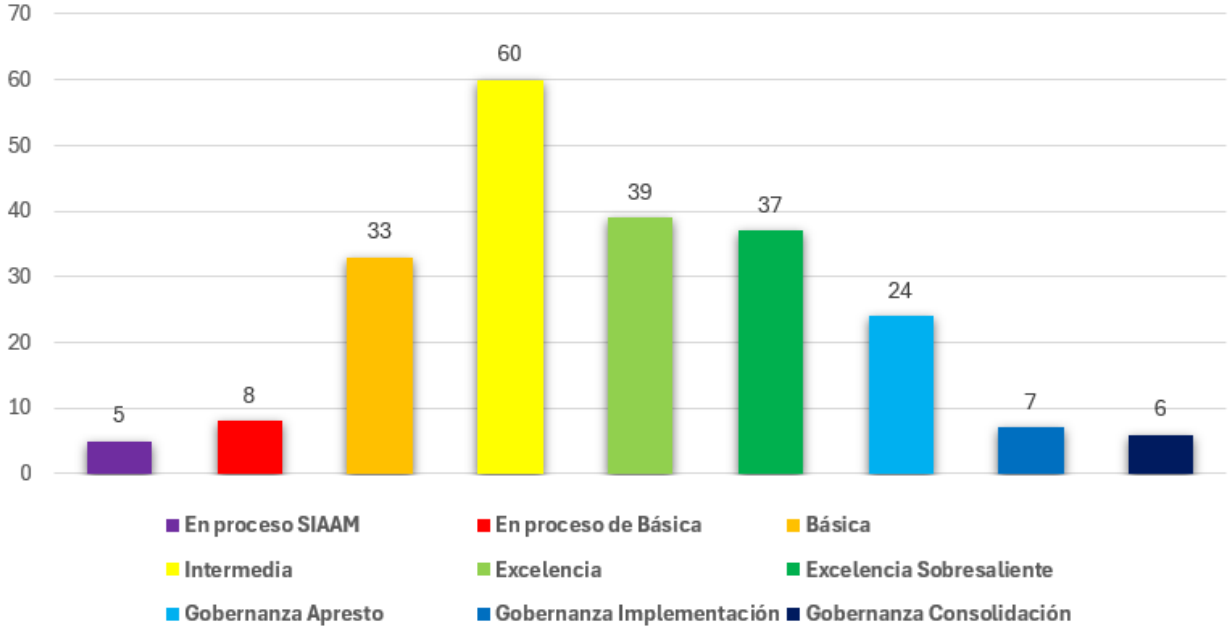
Fuente: Elaboración propia a partir de Ministerio del Medio Ambiente, 2020.

Como puede desprenderse del **Cuadro 5.2**, uno de los elementos clave en la planificación de la EAC son la línea estratégica, cuyo objetivo consiste en "(…) abordar las situaciones o conflictos ambientales propios de la comuna y su territorio, detectados en el proceso de diagnóstico." (MMA, 2020, pp. 30). Dado lo anterior, las líneas estratégicas serán variadas, atendiendo a las características y necesidades de cada municipio en cuestión.

5.2.2 SITUACIÓN PAÍS

Respecto del Sistema del Sistema de Certificación Ambiental, al año 2025, de los 346 municipios que componen el país (345 considerados en los datos del MMA), 219 se encuentran certificados y 126 no forman parte del sistema. De los 219 municipios que se encuentran certificados, 60 se encuentran con una certificación intermedia, seguido por la calificación de excelencia con 39 municipios, la de excelencia sobresaliente con 37 (antes mantención excelencia) y la básica con 33. 24 municipios alcanzaron el nivel de Gobernanza Ambiental-Climática Comunal, 5 han ingresado a la etapa de SCAM simplificado y 37 se encuentran en proceso de básica (Ver Figura 5.5). De los 24 municipios en el quinto nivel, 24 se encuentran en la etapa apresto, y 7 en la etapa de implementación.

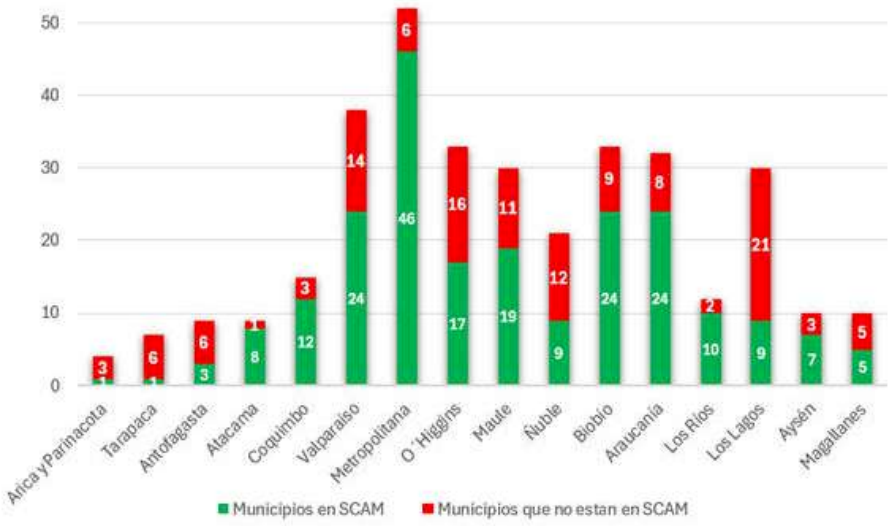
Figura 5.5. Municipios certificados ambientalmente en el País, año 2025.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Marzo 2025: https://educacion.mma.gob.cl/gestion-local/sistema-de-certificacion-ambiental-municipal/

Además de los 345 municipios del país, 219 se encuentran en el Sistema de Certificación Ambiental Comunal (SCAM), mientras que 126 no se encuentran en el SCAM. De este último conjunto, las regiones con mayor cantidad de municipios que no pertenecen al SCAM son la de Los Lagos con 21 municipios, O'higgins con 16 municipios y Valparaíso Valparaíso con 14 (Ver Figura).

Figura 5.6. Municipios certificados (en SCAM) y no certificados por región del país, año



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio del Medio Ambiente (MMA)Marzo 2025,: https://educacion.mma.gob.cl/gestion-local/sistema-de-certificacion-ambiental-municipal/

A su vez, la Figura 5.8 muestra la evolución del Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM) en Chile entre 2009 y 2023. Su máximo histórico de 248 en 2020 refleja el mayor compromiso de los municipios con la sostenibilidad ambiental, impulsado por políticas nacionales, sin embargo, a partir del 2021 se ve una leve baja llegando a 219 municipios en 2023. Este descenso podría estar relacionado con el impacto de la pandemia y ajustes en los criterios de certificación, especialmente si tenemos en cuenta que para 2025 el número llega a una baja de 2019 municipios.

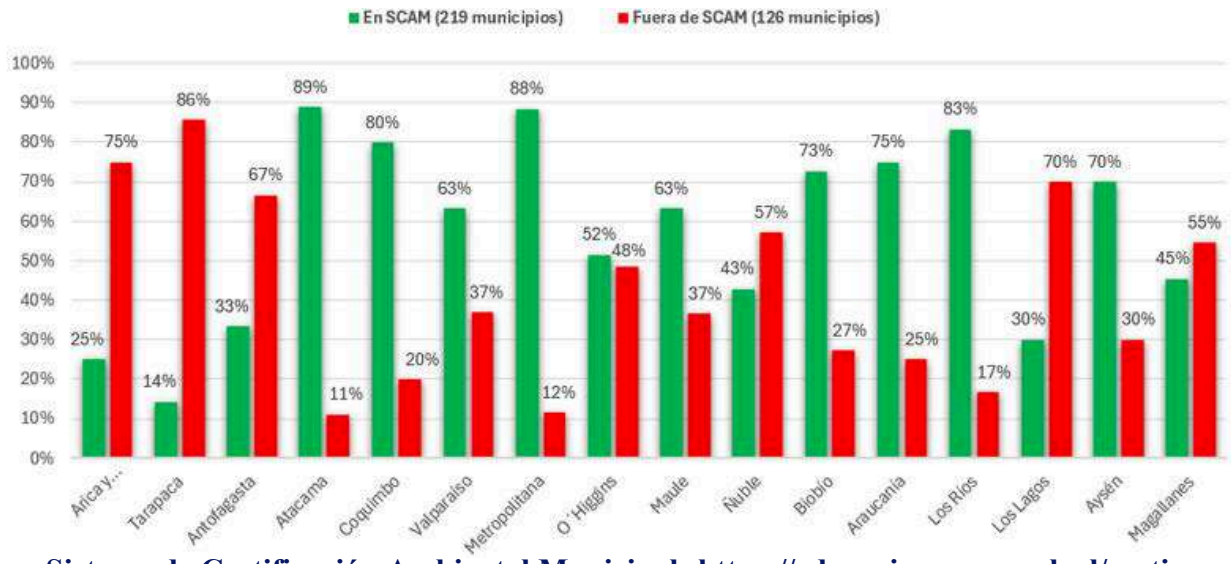
Figura 5.8 Cantidad de Municipios en SCAM desde su inicio



Fuente Elaboración propia a partir de gráfico 3.2.2. de "Informe del Estado del Medio Ambiente", MMA 2024, disponible en linea: https://iema.mma.gob.cl/

Sumado a que de los 345 municipios, 219 se encuentran en el Sistema de Certificación Ambiental Comunal (SCAM), mientras que 126 no se encuentran en el SCAM, Se suma que a Marzo del 2025 las regiones con una mayor proporción de municipios fuera de SCAM respecto del total nacional (126), son las de Tarapacá, Arica y Parinacota, y Los Lagos, con un respectivo 86%, 75% y 70% (Ver Figura 5.7), lo que indica que eventualmente los municipios de aquellas regiones fuera de SCAM tampoco cuentan con una Estrategia Ambiental Comunal (al ser un requisito para ingresar al EAC).

Figura 5.7. Proporción de Municipios del país por región en SCAM a Marzo del 2025 (en porcentaje)



Sistema de Certificación Ambiental Municipal: https://educacion.mma.gob.cl/gestion-local/sistema-de-certificacion-ambiental-municipal/

5.2.3 Evaluación

Respecto del Sistema de Certificación Ambiental Municipal y la Estrategia Ambiental Comunal, se observa que en diversas regiones se presenta una alta diferencia de proporción respecto de aquellos municipios que se encuentran en el Sistema de Certificación Ambiental Municipal y aquellos que no. Como se mencionó en el apartado anterior, esto puede significar que aquellos municipios tampoco cuentan con una Estrategia Ambiental Comunal, por lo que se presenta un gran desafío a la hora de buscar medidas que subsanen la brecha existente en las comunas de aquellas regiones. Esto con el fin de ir directamente en ayuda de los/as funcionarios/as de aquellos municipios, así como también de los/as habitantes de aquel territorio en por ejemplo la Eficiencia hídrica y energética en las dependencias institucionales o en el Fomento al reciclaje y a la gestión de residuos, entre los 9 beneficios de ser parte del SCAM presentados en el punto 5.2.1

.

También es importante destacar el desafío que se presenta para aquellos 24 municipios con la opción de avanzar al proceso de continuidad y profundización del SCAM y poder obtener la calificación máxima de Gobernanza. Así como también el desafío de los 33 y 60 Municipios que tendrán el desafío de seguir perfeccionándose para avanzar desde la calificación básica e intermedia respectivamente.

Finalmente es importante mencionar que para efectos de este informe no fué posible recopilar datos respecto a las Ordenanzas Ambientales, ni tampoco una profundización de la caracterización de las Estrategias Ambientales Comunales, debido a la no disponibilidad en plataformas gubernamentales.



BIBLIOGRAFÍA

- Asenjo, R. (2006). Institucionalidad pública y gestión ambiental en Chile en Expansiva, Serie “En foco”, No 91.

- Belemmi, L. 2015. El Ordenamiento Territorial como Catalizador de Conflictos Ambientales. Memoria de prueba para optar al grade de Licenciado en Ciencias Jurídicas. Universidad de Chile, Facultad de Derecho. 227h.

- Bergamini, K., Irarrázabal, R., Monckeberg, J.C., y Pérez, C. (2018). Fiscalización, sanción y control ambiental en Chile. Diagnóstico y propuestas para la Superintendencia del Medio Ambiente y tribunales ambientales. En I. Irrázaval, E. Piña, M. Letelier, M.I. Jeldes (Eds.), Propuestas para Chile. Concurso Políticas Públicas 2017 (pp. 167-197). Santiago, Chile.

- Biblioteca del Congreso Nacional del Chile (BCN). (2022). Zonas de sacrificio en Chile: Quintero-Puchuncaví, Coronel, Mejillones, Tocopilla y Huasco. Componente industrial y salud de la población. Recuperado de https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/33401/1/BCN_Zonas_de_sacrificio_en_Chile_2022_FINAL.pdf

- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN). (2010). Ley N.º 20.417: Crea el Ministerio, el Servicio de evaluación ambiental y la superintendencia del medio ambiente [Texto de ley]. Ley Chile. https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1010459

- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN). (2023). Ley N.º 21.600: Crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas [Texto de ley]. Ley Chile. https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1195666

- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN). (1994). Ley N.º 19.300: Sobre Bases Generales del Medio Ambiente [Texto de ley, versión actualizada al 10 de abril de 2024]. Ley Chile. https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30667&idVersion=2024-04-10&idParte=8640156

- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN). (2022). Ley N.º 21.455: Ley Marco de Cambio Climático [Texto de ley, versión actualizada al 11 de julio de 2025]. Ley Chile. https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1177286&idVersion=2025-07-11&idParte=10341102

- Centro de Análisis de Políticas Públicas. (2008). Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile 2008. Recuperado de https://gobierno.uchile.cl/dam/jcr:2c3ead3b-4282-46e9-81e3-d8e19fa41755/2008informepais2008.pdf

- Centro de Análisis de Políticas Públicas. (2023). Informe País: Estado del medio ambiente y del patrimonio natural 2022. Recuperado de https://uchile.cl/dam/jcr:646c0f65-a087-49aa-bcf9-73cc8412aa9b/INFORME%20PAÍS%202022%20-%20COMPLETO.pdf

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2005). Evaluaciones de desempeño ambiental. París: Naciones Unidas.

- CONAMA. (1998). Una política ambiental para el desarrollo sustentable. Recuperado de http://www.tecnologiaslimpias.cl/chile/docs/articles-26000_pdf_politica.pdf

- Congreso Nacional. (2022). Acuerdo por Chile. Recuperado de https://colegioabogados.cl/wp-content/uploads/2022/12/12-12-22-TEXTO-OFICIAL_Acuerdo-Constitucional.pdf

- Cordero-Quinzacara, E. (2016). Evaluación ambiental estratégica y planificación territorial. Análisis ante su regulación legal, reglamentaria y la jurisprudencia administrativa. Revista Chilena de Derecho vol. 43.

- Decreto con Fuerza de Ley N° 19.175. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 08 de noviembre de 2005.

- Decreto N° 32. Reglamento para Evaluación Ambiental Estratégica. [en línea]. 17 agosto 2015. Biblioteca del Congreso Nacional: 6 octubre 2015. Recuperado en: https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/11/REGLAMENTO-EAE-D-S-No32.pdf Consultado el: 15 de agosto de 2022

- Decreto N° 40. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 12 de agosto de 2013.

- Decreto N° 47. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 05 de junio de 1992.

- Decreto Supremo N°30. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 1 de febrero de 2024.

- Dirección General de Aguas. (23 de diciembre de 2020). Dirección General de Aguas. Obtenido de https://dga.mop.gob.cl/noticias/Paginas/DetalledeNoticias.aspx?item=71

- División de Recursos Naturales y Biodiversidad. (2015). Archivos Presidenciales. Obtenido de Plan de Manejo de Recursos Naturales en el marco de la Ley 19.300 Sobre Bases: http://archivospresidenciales.archivonacional.cl/uploads/r/archivo-presidencia-de-la-republica/c/d/7/cd70626d2367802a27bb984367976183030eb00776ff49a07d60e50c9bffa492/Mesa_T__cnica_61.pdf

- OCDE. (2017). Evaluación de desempeño ambiental de Chile. Recuperado de https://www.oecd.org/environment/country-reviews/EPR_Chile_Aspectos_Destacados.pdf

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (1993). Plataforma de territorios y paisajes inclusivos y sostenibles. Recuperado de https://www.fao.org/in-action/territorios-inteligentes/componentes/ordenamiento-territorial/contexto-general/es/

- Observatorio de la Productividad. (2021). Informe N° 13 2do semestre 2024. Judicialización de los proyectos de inversión del SEIA.

- Instituto Nacional de Derechos Humanos (INDH). (2022). Mapa de conflictos socioambientales en Chile. Recuperado de https://mapaconflictos.indh.cl/#/

- Ossandón-Rosales, J. (2018). Manejo Integrado de Cuencas como solución jurídico-territorial en la administración ambiental del agua. Justicia Ambiental, 191-212.

- Ipsos. (2022). Claves IPSOS Noviembre 2022. Recuperado de https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2022-11/Claves%20Ipsos%20Noviembre%202022%20Medici%C3%B3n%2013%20-%20Especial%20Espacio%20P%C3%BAblico%20VF_0.pdf

- Ley N° 18.695. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 31 de marzo de 1988.

- Ley N° 19.300. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 09 de marzo de 1994.

- Ley N° 20.417. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 26 de enero de 2020.

- Ley N°20.500. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 16 de febrero de 2011.

- Ley N° 20.600. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 28 de junio de 2012.

- Ley N° 21.455. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 13 de junio de 2022.
- Ley N°21.600. Diario Oficial de la República de Chile Santiago, 06 de Septiembre de 2023
- Ley N° 21.770. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 29 de Septiembre de 2025.
- Ministerio de Bienes Nacionales. (1984, 10 diciembre). Decreto 680: Crea Comisión Nacional de Ecología. Biblioteca del Congreso Nacional. https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=15055
- Ministerio de Bienes Nacionales. (1990, 8 de Septiembre) Decreto 240: Crea Comisión Nacional de Medio Ambiente. Biblioteca del Congreso Nacional. https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=11409
- Ministerio del Interior. (1990, 27 de Abril). Decreto 349: Crea Comisión Especial de Descontaminación de la Región Metropolitana. Biblioteca del Congreso Nacional. https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=12554
- Ministerio del Medio Ambiente. (2017). Manual del Sistema de Certificación Ambiental Municipal. Departamento de Gestión Ambiental Local, División de Educación Ambiental y Participación Ciudadana. Recuperado de: https://educacion.mma.gob.cl/gestion-local/sistema-de-certificacion-ambiental-municipal/
- Ministerio del Medio Ambiente de Chile. (2024). Informe del Estado del Medio Ambiente 2024. Ministerio del Medio Ambiente. https://iema.mma.gob.cl/institucionalidad-ambiental/introduccion
- Ministerio de Medio Ambiente (MMA). (2019). Sexto Informe Nacional de Biodiversidad en Chile. Recuperado de https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/01/6NR_FINAL_ALTA-web.pdf
- Ministerio del Medio Ambiente. (2020). Manual del Sistema de Certificación Ambiental Municipal. Recuperado de https://educacion.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/01/MANUAL_SCAM_2020-2021.pdf
- Ministerio del Medio Ambiente. (2021). Sistema de Certificación Ambiental Municipal. Recuperado de https://educacion.mma.gob.cl/gestion-local/sistema-de-certificacion-ambiental-municipal/

- Ministerio del Medio Ambiente. (2025). Gestión Ambiental Local. Obtenido de https://mma.gob.cl/evaluacion-ambiental-estrategica/eae-que-es-la-evaluacion-ambiental-estrategica/

- Ministerio del Medio Ambiente. (2025). Sistema de Certificación Ambiental Municipal. Recuperado de https://educacion.mma.gob.cl/gestion-local/sistema-de-certificacion-ambiental-municipal/

- Ministerio del Medio Ambiente. (2022). ¿Qué es la Evaluación Ambiental Estratégica? Obtenido de https://mma.gob.cl/evaluacion-ambiental-estrategica/eae-que-es-la-evaluacion-ambiental-estrategica/

- Mortera de Iruarrizaga, M., & Wilkins Binder, J. (2025). Tramitación de permisos sectoriales: A propósito de los proyectos de ley de permisología (Boletín N°16.566-03) y de fortalecimiento del SEIA (Boletín N°16.552-12). En Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/37324/1/VF20250610PL_Permisologia__PAS_2_DEF.pdf

- Observatorio de la Productividad. (2021). Informe N° 7 2do semestre 2021. Judicialización de los proyectos de inversión del SEIA. Recuperado de http://www.cpc.cl/wp-content/uploads/2022/01/Informe-N%C2%B07-Judicializaci%C3%B3n-de-los-proyectos-de-inversi%C3%B3n-del-SEIA-Segundo-semestre-2021.pdf

- OCDE. (2017). Evaluación de desempeño ambiental de Chile. Recuperado de https://www.oecd.org/environment/country-reviews/EPR_Chile_Aspectos_Destacados.pdf

- Organización Internacional del Trabajo & Oficina Regional para América Latina y el Caribe. (2014). Convenio Núm. 169 de la OIT sobre Pueblos Indígenas y Tribales Organización Internacional del Trabajo.

- Primer Tribunal Ambiental. (2022a). Causas: Buscador. Recuperado de https://causas.1ta.cl/

- Primer Tribunal Ambiental. (2022b). Cuenta Pública 2021. Recuperado de https://www.1ta.cl/cuenta-publica-2020-2/

- Resolución 2269 Exenta. Aprueba instructivo para la elaboración y presentación de la memoria explicativa y cartografía de usos preferentes de la zonificación regional del borde costero. [en línea]. 17 de mayo 2021. Biblioteca del Congreso Nacional: 13 de julio 2021. Recuperado https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=1162488 Consultado el: 29 de mayo de 2022.

- Rungruangsakorn, C. y Artal, C. (2019). Informe nacional de la encuesta de calidad sobre el proceso de auditoría del Sistema de Certificación Ambiental Municipal SCAM.
- Segundo Tribunal Ambiental. (2022a). Búsqueda de causas. Recuperado de https://2ta.lexsoft.cl/2ta/search?proc=4
- Segundo Tribunal Ambiental. (2022b). Cuenta Pública 2021. Recuperado de https://tribunalambiental.cl/cuenta-publica-2021/
- Segundo Tribunal Ambiental. (2022c). Sentencias. Recuperado de https://tribunalambiental.cl/sentencias-e-informes/sentencias/
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). (2022a). ¿Qué es una consulta de pertinencia? Recuperado de https://www.sea.gob.cl/consulta-de-pertinencia/que-es-una-consulta-de-pertinencia3
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). (2022b). Búsqueda de proyectos. Recuperado de https://seia.sea.gob.cl/busqueda/buscarProyecto.php
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2024). Modificación Reglamento SEIA. https://www.sea.gob.cl/modificacion-reglamento-seia
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). (2025). Información de proyectos ingresados al SEIA. SEA. Recuperado de https://www.sea.gob.cl/documentacion/reportes/informacion-de-proyectos-ingresados-al-seia] (https://www.sea.gob.cl/documentacion/reportes/informacion-de-proyectos-ingresados-al-seia)
- Servicio Electoral de Chile (SERVEL). (2022a). Plebiscito Nacional 2020. Recuperado de https://historico.servel.cl/servel/app/index.php?r=EleccionesGenerico&id=10
- Servicio Electoral de Chile (SERVEL). (2022b). Plebiscito Nacional 2020. Recuperado de https://historico.servel.cl/servel/app/index.php?r=EleccionesGenerico&id=222
- Servicio Electoral de Chile (SERVEL). (2022c). Resultados definitivos Plebiscito Constitucional 2022. Recuperado de https://www.servel.cl/resultados-definitivos-plebiscito-constitucional-2022/

- Superintendencia de Medio Ambiente (SMA). (2017). Bases metodológicas para la determinación de sanciones ambientales, actualización 2017. Recuperado de https://portal.sma.gob.cl/index.php/download/bases-metodologicas-para-la-determinacion-de-sanciones-ambientales-2017/

- Tercer Tribunal Ambiental. (2022a). Causas: Buscador. Recuperado de https://causas.3ta.cl/

- Tercer Tribunal Ambiental. (2022b). Cuenta Pública 2021. Recuperado de https://3ta.cl/publicaciones/cuentas-publicas/

7. ANEXOS



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

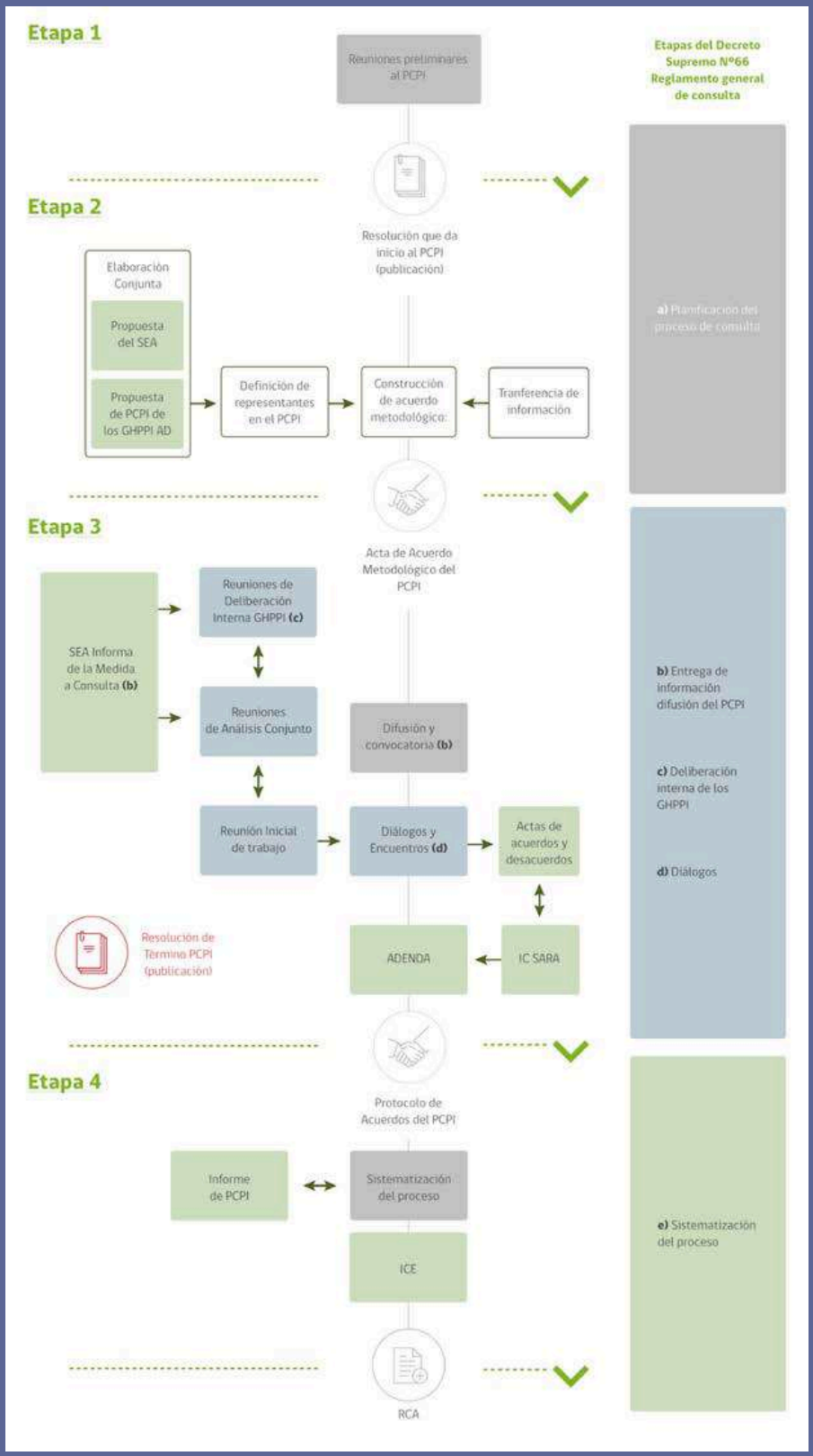
7.1. ANEXO 1. FUNCIONES Y ATRIBUCIONES DE LA SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE
FUENTE: LEY N° 21.600, 2023.

a) Ejecutar las políticas, planes y programas dictados en conformidad a la letra i) del artículo 70 de la ley N° 19.300.
b) Gestionar el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, administrar las áreas protegidas del Estado y supervisar la administración de las áreas protegidas privadas, en conformidad al Título IV, así como fiscalizar las actividades que se realicen en ellas, en conformidad al Título V.
c) Promover, coordinar, implementar, elaborar y realizar estudios y programas de investigación conducentes, entre otros, a conocer la biodiversidad y su estado, los servicios ecosistémicos que provee, las amenazas que la afectan, su vulnerabilidad al cambio climático y las acciones prioritarias para su conservación.
d) Promover, diseñar e implementar redes de monitoreo de la biodiversidad y administrar un sistema de información de la biodiversidad, en conformidad al Párrafo 2° del Título III.
e) Elaborar, ejecutar y coordinar la implementación, así como velar y fiscalizar el cumplimiento de los planes de recuperación, conservación y gestión de especies; los planes de prevención, control y erradicación de especies exóticas invasoras; los planes de manejo para la conservación; y los planes de restauración ecológica, en conformidad a los Párrafos 4° y 6° del Título III. Todo lo anterior es sin perjuicio de la normativa especial vigente en materia de sanidad vegetal y animal. Además, deberán suscribirse los convenios de encomendamientos de funciones cuando corresponda.Proteger y promover la conservación de los polinizadores nativos.
f) Apoyar técnicamente, y coordinar la conservación de especies fuera de sus hábitats y genes con bancos de germoplasma, jardines botánicos, conservatorios botánicos y centros de reproducción de fauna nativa, entre otros, a fin de contribuir con la gestión para la conservación de la biodiversidad.
g) Proponer al Servicio Agrícola y Ganadero criterios para el uso e internación de plaguicidas, fertilizantes y sustancias químicas, a fin de resguardar la biodiversidad.
h) Promover, apoyar y ejecutar acciones de educación, sensibilización, información, capacitación y comunicación sobre el valor de la biodiversidad, sus amenazas y su relación con el cambio climático.
i) Pronunciarse sobre los impactos de los proyectos o actividades sobre la biodiversidad, incluyendo las condiciones o medidas para mitigar, restaurar o compensar esos impactos, en el marco del sistema de evaluación de impacto ambiental.
j) Administrar el Fondo Nacional de la Biodiversidad.
k) Otorgar o reconocer certificados a actividades, prácticas o sitios, por su contribución a la conservación de la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos, en conformidad al artículo 51.
l) Aplicar y fiscalizar normas sobre protección, rescate, rehabilitación, reinserción, observación y monitoreo de fauna nativa terrestre y acuática de especies nativas de mamíferos, anfibios, reptiles y aves, sin perjuicio de las normas sobre descarte y captura incidental contenidas en la ley Nº 18.892, General de Pesca y Acuicultura, cuyo texto refundido, coordinado y sistematizado fue establecido por el decreto supremo Nº 430, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, promulgado el año 1991 y publicado el año 1992, sus reglamentos y las medidas de administración adoptadas conforme a dichas normas, y sin perjuicio de las normas establecidas en el Título IV de la Ley sobre Caza.
m) Fiscalizar la aplicación de la ley Nº 18.892, General de Pesca y Acuicultura, cuyo texto refundido, coordinado y sistematizado fue establecido por el decreto supremo Nº 430, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, promulgado el año 1991 y publicado el año 1992, sus reglamentos y las medidas de administración pesquera en las áreas protegidas.
n) Participar en la definición de criterios para el otorgamiento de autorizaciones de repoblación o siembra de especies hidrobiológicas; pronunciarse respecto de la identificación de las áreas susceptibles de ser declaradas preferenciales; fiscalizar la aplicación de la Ley sobre Pesca Recreativa, todas ellas en las áreas protegidas.
ñ) Autorizar la caza o captura en áreas que forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y fiscalizar el cumplimiento de la Ley sobre Caza en tales áreas.
o) Fiscalizar el cumplimiento de la Ley sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal en las áreas que forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.
p) Realizar publicaciones científicas o de divulgación, pudiendo percibir el producto que se obtenga de su venta.
q) Celebrar convenios con organismos e instituciones públicas y privadas, para colaborar en materias de su competencia.

r) Integrar y participar en la formación y constitución de personas jurídicas de derecho privado, sin fines de lucro, a que se refiere el Título XXXIII del Libro Primero del Código Civil, cuya finalidad fundamental sea la conservación de la biodiversidad. Del mismo modo, el Servicio está facultado para participar en la disolución y liquidación de las entidades de que forme parte, con arreglo a sus estatutos. El Servicio, mediante resolución, nombrará a uno o más representantes, los que estarán facultados para participar en los órganos de dirección y de administración que contemplen los estatutos de las personas jurídicas que se constituyan en virtud de lo dispuesto en esta disposición.
s) Proponer mejoras a la regulación relativa a las autorizaciones aplicables al Sistema Nacional de Áreas Protegidas, y acompañar el diagnóstico y medidas para su perfeccionamiento normativo y su adecuada implementación, conforme a los principios de esta ley y los criterios definidos en el Título VII de la Ley Marco de Autorizaciones Sectoriales. El diagnóstico y las propuestas resultantes relativas al otorgamiento de autorizaciones serán presentadas ante la Oficina de Autorizaciones Sectoriales e Inversión.
t) Registrar profesionales y entidades técnicas reconocidas para que, a requerimiento de quien solicite una autorización de su competencia, informe al Servicio sobre el análisis de cumplimiento de una o más condiciones o requisitos técnicos exigidos normativamente para su otorgamiento, los que no tendrán carácter vinculante. El registro que disponga para estos efectos deberá mantenerse actualizado y publicado en su respectivo sitio web. Las características específicas de los profesionales y entidades técnicas reconocidas, así como los requisitos y procedimientos para ser incorporadas al registro por el Servicio, serán establecidos a través de un reglamento expedido por el Ministerio del Medio Ambiente, de acuerdo con lo dispuesto en el Título IV Párrafo 2° de la Ley Marco de Autorizaciones Sectoriales.
u) Las demás que establezcan las leyes.

7.2. ANEXO 2. TEMÁTICAS RESPECTO A CONSULTA A PUEBLOS INDÍGENAS

ANEXO 2.1. PROCESO DE CONSULTAS A PUEBLOS INDIGENAS



7.3. ANEXO 3. FUNCIONES Y ATRIBUCIONES DE LA SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE FUENTE: LEY N° 21.600, 2023.

a) Fiscalizar el permanente cumplimiento de las normas, condiciones y medidas establecidas en las Resoluciones de Calificación Ambiental, sobre la base de las inspecciones, controles, mediciones y análisis que se realicen, de conformidad a lo establecido en esta ley.
b) Velar por el cumplimiento de las medidas e instrumentos establecidos en los Planes de Prevención y,o de Descontaminación Ambiental, sobre la base de las inspecciones, controles, mediciones y análisis que se realicen de conformidad a lo establecido en esta ley.
c) Contratar las labores de inspección, verificación, mediciones y análisis del cumplimiento de las normas, condiciones y medidas de las Resoluciones de Calificación Ambiental, Planes de Prevención y,o de Descontaminación Ambiental, de las Normas de Calidad Ambiental y Normas de Emisión, cuando correspondan, a terceros idóneos debidamente certificados (…).
d) Exigir, examinar y procesar los datos, muestreos, mediciones y análisis que los sujetos fiscalizados deban proporcionar de acuerdo a las normas, medidas y condiciones definidas en sus respectivas Resoluciones de Calificación Ambiental o en los Planes de Prevención y,o de Descontaminación que les sean aplicables.
e) Requerir de los sujetos sometidos a su fiscalización y de los organismos sectoriales que cumplan labores de fiscalización ambiental, las informaciones y datos que sean necesarios para el debido cumplimiento de sus funciones, de conformidad a lo señalado en la presente ley (…).
f) Establecer normas de carácter general sobre la forma y modo de presentación de los antecedentes a que se refieren los dos literales anteriores.
g) Suspender transitoriamente las autorizaciones de funcionamiento contenidas en las Resoluciones de Calificación Ambiental o adoptar otras medidas urgentes y transitorias para el resguardo del medio ambiente, cuando la ejecución u operación de un proyecto o actividad genere un daño grave e inminente para el medio ambiente, a consecuencia del incumplimiento grave de las normas, medidas y condiciones previstas en dichas resoluciones.
h) Suspender transitoriamente las autorizaciones de funcionamiento contenidas en las Resoluciones de Calificación Ambiental o adoptar otras medidas urgentes y transitorias, para el resguardo del medio ambiente, cuando la ejecución u operación de los proyectos o actividades, genere efectos no previstos en la evaluación y como consecuencia de ello se pueda generar un daño inminente y grave para el medio ambiente.
i) Requerir, previo informe del Servicio de Evaluación, mediante resolución fundada y bajo apercibimiento de sanción, a los titulares de proyectos o actividades que conforme al artículo 10 de la ley Nº 19.300, debieron someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y no cuenten con una Resolución de Calificación Ambiental, para que sometan a dicho sistema el Estudio o Declaración de Impacto Ambiental correspondiente.
j) Requerir, previo informe del Servicio de Evaluación, mediante resolución fundada y bajo apercibimiento de sanción, a los titulares de Resoluciones de Calificación Ambiental, que sometan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, las modificaciones o ampliaciones de sus proyectos o actividades que, conforme al artículo 10 de la ley Nº 19.300, requieran de una nueva Resolución de Calificación Ambiental.
l) Requerir al Servicio de Evaluación Ambiental, la caducidad de una Resolución de Calificación Ambiental, cuando hubieren transcurrido más de cinco años sin que se haya iniciado la ejecución del proyecto o actividad autorizada y en los demás casos en que, atendida la magnitud, gravedad, reiteración o efectos de las infracciones comprobadas durante su ejecución o funcionamiento, resulte procedente.
m) Requerir a los titulares de fuentes sujetas a un Plan de Prevención y,o Descontaminación, así como a Normas de Emisión, bajo apercibimiento de sanción, la información necesaria para acreditar el cumplimiento de las medidas de los respectivos planes y las obligaciones contenidas en las respectivas normas.
n) Fiscalizar el cumplimiento de las leyes, reglamentos y demás normas relacionadas con las descargas de residuos líquidos industriales.
ñ) Impartir directrices técnicas de carácter general y obligatorio, definiendo los protocolos, procedimientos y métodos de análisis que los organismos fiscalizadores, las entidades acreditadas conforme a esta ley y, en su caso, los sujetos de fiscalización, deberán aplicar para el examen, control y medición del cumplimiento de las Normas de Calidad Ambiental y de Emisión.

o) Imponer sanciones de conformidad a lo señalado en la presente ley.
p) Administrar un mecanismo de evaluación y certificación de conformidad, respecto de la normativa ambiental aplicable y del cumplimiento de las condiciones de una autorización de funcionamiento ambiental (…).
q) Proporcionar información y absolver las consultas del Ministerio del Medio Ambiente y de los organismos con competencia en fiscalización ambiental, para la elaboración de las normas técnicas que correspondan.
r) Aprobar programas de cumplimiento de la normativa ambiental de conformidad a lo establecido en el artículo 42 de esta ley.
s) Dictar normas e instrucciones de carácter general en el ejercicio de las atribuciones que le confiere esta ley. La normativa que emane de la Superintendencia deberá ser sistematizada de tal forma de facilitar el acceso y conocimiento de la misma.
t) Fiscalizar el cumplimiento de las demás normas e instrumentos de carácter ambiental, que no estén bajo el control y fiscalización de otros órganos del Estado.
u) Proporcionar asistencia a sus regulados para la presentación de planes de cumplimiento o de reparación, así como para orientarlos en la comprensión de las obligaciones que emanan de los instrumentos individualizados en el artículo 2º de esta ley.
v) Administrar un mecanismo de evaluación y verificación de cumplimiento respecto de criterios de sustentabilidad y contribución a la protección del patrimonio ambiental del país, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 48 ter de la ley N° 19.300, así como de excedencias, reducciones o absorciones de emisiones obtenidas mediante la implementación de proyectos realizados al efecto (…).
w) Administrar un mecanismo de evaluación y verificación de cumplimiento, respecto de criterios de sustentabilidad y contribución a la protección del patrimonio ambiental del país, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 48 ter de la ley Nº 19.300 (…).
w) Las demás funciones y atribuciones que le asigne la ley.

7.4. ANEXO CUADROS ASOCIADOS A LA JUSTICIA AMBIENTAL

ANEXO 4.1. FALLOS POR RECLAMACIONES DE ILEGALIDAD DEL TRIBUNAL AMBIENTAL DE SANTIAGO. PERÍODO 2013-2024.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DEL SEGUNDO TRIBUNAL AMBIENTAL, 2025.

Año	Acogidas	Acogidas parcialmente	Rechazadas	Desiertas	Inadmisibles	No se pronuncia	Desistidos	No ha lugar	Invalida la sentencia	Total	Sometidos a la Corte Suprema
2013	2	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0
2014	6	4	5	0	0	0	0	0	0	15	2
2015	5	2	8	0	0	0	0	0	0	15	6
2016	5	1	17	2	0	0	0	0	0	25	6
2017	6	2	26	1	2	0	0	0	0	37	13
2018	6	2	19	0	0	1	2	1	0	31	13
2019	10	2	10	0	5	0	1	0	0	28	13
2020	6	4	21	0	0	1	0	0	1	33	12
2021	11	6	18	0	3	0	0	0	0	38	13
2022	10	4	16	0	4	0	0	0	0	34	7
2023	9	3	23	0	0	5	0	0	0	40	10
2024	9	2	27	0	0	1	0	0	0	39	20
Total period	85	32	191	3	14	8	3	1	1	338	115
(%)	2.515	947	5.651	89	414	237	89	30	30	100	--

ANEXO 7.5. FALLOS DE DEMANDAS POR DAÑO AMBIENTAL DEL TRIBUNAL AMBIENTAL DE SANTIAGO. PERÍODO 2013-2024.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DEL SEGUNDO TRIBUNAL AMBIENTAL, 2025.

Año	Acogidas	Rechazadas	Inadmisibles	Desiertas	Transacción	Avenimiento	Conciliación	Total	Sometidos a la Corte
2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	1	0	0	0	1	0	1	3	0
2015	2	2	0	2	0	0	0	6	2
2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2017	2	3	0	0	0	0	0	5	1
2018	8	1	0	0	1	0	0	10	3
2019	1	1	1	0	0	0	1	4	3
2020	1	0	0	0	0	0	1	2	0
2021	1	0	2	0	0	2	2	7	3
2022	0	2	1	0	0	1	0	4	1
2023	0	0	0	0	0	0	2	2	0
2024	2	2	0	0	0	0	0	4	0
Total periodo	18	11	4	2	2	3	7	47	76
Porcentaje	3.830	2.340	851	426	426	638	1.489	100	-

ANEXO 7.6. RESOLUCIONES POR SOLICITUDES DE LA SUPERINTENDENCIA DE MEDIO AMBIENTE INGRESADAS AL TRIBUNAL AMBIENTAL DE SANTIAGO. PERÍODO 2013-2022.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DEL SEGUNDO TRIBUNAL AMBIENTAL, 2025.

Año	Autoriza	Autoriza parcialmente	Rechazadas	Total
2013	3	0	2	5
2014	4	0	1	5
2015	8	2	0	10
2016	29	0	4	33
2017	5	0	2	7
2018	3	0	0	3
2019	3	0	0	3
2020	0	0	0	0
2021	4	0	0	4
2022	7	0	0	7
2023	5	0	0	5
2024	2	0	0	2
Total período	73	2	9	84
Porcentaje	86,9	2,38	10,71	100

InformePaís2025

ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE
Y DEL PATRIMONIO NATURAL



Evolución legislativa en materia medioambiental

TERCERA PARTE

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

TERCERA PARTE

EVOLUCIÓN LEGISLATIVA EN MATERIA AMBIENTAL EN CHILE (2022–2025)

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

Autores:
Sergio Galilea Ocón (1)
Héctor Anabalón Zurita (2)

Asistentes de Investigación:
Daniel Olivares (3)

Edición:
Ángela María Larenas Libreros (4)

(1) Director Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.
(2) Secretario Ejecutivo Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile
(3) Estudiante de Administración Pública, Universidad de Santiago de Chile , Semillerista Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile
(4) Estudiante de Administración Pública, Semillerista Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.

1. INTRODUCCIÓN



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

En el período comprendido entre el 11 de marzo de 2022 y noviembre de 2025, Chile experimentó una intensa actividad legislativa en materia ambiental, marcada por un **impulso sin precedentes de iniciativas legales ambientales bajo la administración del Presidente Gabriel Boric**. Este período coincide con los primeros años de un gobierno que llegó con una agenda ambiental ambiciosa, incluyendo la adhesión al Acuerdo de Escazú y el compromiso de enfrentar la crisis climática y ecológica. Se trata de años en que convergieron **demandas ciudadanas por mayor protección ambiental**, urgencias derivadas de la crisis hídrica y climática, y la oportunidad política de materializar compromisos internacionales (Acuerdo de París, Escazú) en normativa interna.

A nivel comparativo, el tercer año de gobierno (marzo 2024 – marzo 2025) registró **64 nuevos proyectos de ley de relevancia ambiental ingresados**, muy por encima de los 22, 30 y 44 proyectos ingresados en el tercer año de las administraciones anteriores de Piñera II, Bachelet II y Piñera I, respectivamente[1][2]. **En total, desde el 11 de marzo de 2022 hasta marzo de 2025 se introdujeron 177 iniciativas legales ambientales**, consolidando a este periodo como el más prolífico en décadas en cuanto a legislación verde[3]. A noviembre de 2025, la cifra se aproxima a unos 200 proyectos ingresados o en tramitación. Esta explosión legislativa refleja una creciente preocupación y ocupación, tanto del Poder Ejecutivo como del Congreso, por diversos temas ambientales que antes no tenían tanta presencia en la agenda pública*[4][5]*.

Varios factores explican esta tendencia. **En primer lugar, el cambio de gobierno en 2022 supuso un giro programático favorable a la acción climática y ecológica**. El nuevo gobierno incorporó en su programa compromisos explícitos: por ejemplo, dar urgencia a proyectos estancados como el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP), concretar la Ley Marco de Cambio Climático y adherir al Acuerdo de Escazú. Asimismo, se crearon instancias como el Comité Interministerial de Transición Socioecológica Justa, mostrando un enfoque transversal de la política ambiental*[6]*. **En segundo lugar, la coyuntura climática y social presionó por respuestas normativas**: la mega-sequía prolongada y la crisis hídrica impulsaron reformas al Código de Aguas; desastres como incendios forestales masivos (verano 2023) generaron mociones parlamentarias sobre prevención de incendios; casos de contaminación severa en "zonas de sacrificio" reactivaron discusiones sobre restricciones en áreas saturadas; y la demanda ciudadana por mayor protección de ecosistemas sensibles (glaciares, humedales, bosques nativos) alimentó iniciativas específicas. **En tercer lugar, el proceso constitucional de 2022**, si bien culminó con el rechazo de una nueva Constitución, dejó instalado un debate país sobre derechos de la naturaleza, protección del agua como bien común y principios de justicia ambiental, lo que se canalizó parcialmente vía leyes ante la ausencia de un cambio constitucional.

Este capítulo presenta una consolidación académica y rigurosa de la evolución legislativa ambiental chilena entre 2022 y 2025, estructurada en cuatro grandes partes. En la Primera Parte, se ofrece un panorama general de la actividad legislativa ambiental en el periodo, con estadísticas globales, distribución temática de los proyectos y los principales hitos del proceso. La Segunda Parte compila todas las iniciativas legislativas en materia ambiental ingresadas o tramitadas en el periodo, clasificándolas por temática y proporcionando fichas técnicas breves (boletín, título, autores, fecha de ingreso, estado, categoría y resumen). La Tercera Parte detalla las leyes promulgadas en este intervalo, incluyendo su número de Ley, fecha de publicación en el Diario Oficial y una nota sobre su propósito e impacto. La Cuarta Parte presenta un análisis en profundidad de seis leyes ambientales clave: la Ley Marco de Cambio Climático, la ley que crea el SBAP (Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas), las modificaciones al régimen de Responsabilidad Extendida del Productor (Ley REP y economía circular), la reforma al Código de Aguas, la adhesión al Acuerdo de Escazú, y la Ley de Delitos Ambientales. Estas leyes emblemáticas se examinan en cuanto a su contenido, relevancia para la política pública y desafíos de implementación.

Adicionalmente, se incorporan **tablas comparativas** que resumen el número de iniciativas según su origen (moción parlamentaria vs. mensaje ejecutivo), su estado legislativo (promulgada, en segundo trámite, primer trámite, archivada) y su categoría temática (agua, biodiversidad, clima, etc.). También se incluyen **gráficos y visualizaciones** que ilustran la densidad legislativa ambiental por año, mostrando la evolución anual del ingreso de proyectos y la distribución porcentual por grandes áreas temáticas. Finalmente, se adjuntan **anexos** relevantes, incluyendo una cronología legislativa 2022-2025 en materia ambiental, un resumen de la tramitación por Cámara (Diputados/Senado) y un listado de urgencias legislativas otorgadas por el Ejecutivo en proyectos ambientales prioritarios.
El objetivo de esta compilación es **proporcionar un documento de referencia, técnicamente sólido y de estilo editorial uniforme**, que dé cuenta de cómo Chile ha avanzado (y en qué medida aún resta avanzar) en materia de legislación ambiental durante el período 2022–2025. Esta síntesis busca aportar al Informe País 2025 del Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP) con un análisis exhaustivo y a la vez comprensible, útil tanto para la academia como para tomadores de decisión y la sociedad civil interesada en el devenir de la política ambiental chilena. A continuación, se desarrolla cada parte en detalle, integrando las distintas secciones en una narrativa coherente.



PARTE I: PANORAMA GENERAL DE LA ACTIVIDAD LEGISLATIVA AMBIENTAL (2022–2025)

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

1. **Intensidad legislativa sin precedentes:** Desde marzo de 2022, el Congreso Nacional del país vivió un auge en la cantidad de proyectos de ley ambientales discutidos. Como se indicó, en tres años se ingresaron **177 proyectos de ley de relevancia ambiental***[3]*, superando ampliamente los registros equivalentes de gobiernos anteriores. En promedio, esto supone alrededor de 59 iniciativas por año, frente a promedios históricos mucho menores. Esta alza se aprecia en la siguiente evolución anual estimada de proyectos ambientales ingresados:

- · **2022 (marzo a diciembre 2022)**: aproximadamente 50 proyectos ingresados (primer año de gobierno Boric). Entre ellos destacaron la rápida tramitación del Acuerdo de Escazú, mociones para proteger el agua y restringir la contaminación en zonas saturadas, y propuestas para reformar la institucionalidad (p.ej., indicaciones al proyecto SBAP).
- · **2023 (enero 2023 – marzo 2024)**: aproximadamente 60 proyectos ingresados (segundo año). Este periodo incluyó un amplio espectro temático: institucionalidad ambiental, biodiversidad, agua y residuos fueron protagonistas*[7]*. Se aprobaron leyes importantes como la Ley SBAP y la Ley de Delitos Económicos con delitos ambientales, y se presentaron mociones tras emergencias (incendios, sequía).
- · **2024 (abril 2024 – marzo 2025)**: 64 proyectos ingresados (tercer año)*[8]*, marcando el peak. Aquí hubo **gran concentración en institucionalidad y gestión ambiental, agua y energía***[7]*. Sobresalió el avance del proyecto de ley que crea el Servicio Nacional Forestal (Boletín 11.175-01) hasta su tercer trámite*[7]*, así como numerosas iniciativas en materia hídrica y de transición energética.
- · **2025 (abril – noviembre 2025)**: se estima en torno a 30 proyectos ingresados (cuarto año, parcial). Aunque aún en curso, destacan iniciativas finales del gobierno en economía circular y biodiversidad (p.ej., creación de áreas marinas protegidas adicionales, nuevas regulaciones de químicos), junto con proyectos pendientes que se intentó despachar antes del cierre del periodo legislativo.

2. O**rigen de las iniciativas:** Una parte significativa de estos proyectos provino de **mociones parlamentarias**, reflejo de una agenda ambiental impulsada transversalmente por diputados y senadores de diversas bancadas. Por ejemplo, en el año legislativo 2024/25, de los proyectos ambientales votados, **16 fueron mociones y 8 mensajes del Ejecutivo***[8]*. En el total del periodo, aproximadamente un 70-75% de los proyectos tuvieron origen parlamentario, mientras que un 25-30% fueron mensajes gubernamentales. Esto muestra que, si bien el Ejecutivo marcó la pauta con algunos proyectos emblemáticos (Escazú, Cambio Climático, SBAP, nueva legislación de residuos, etc.), el impulso legislativo también vino "desde abajo" por presión de parlamentarios respondiendo a problemas locales o sectoriales. Muchas mociones nacieron a raíz de conflictos ambientales específicos en distritos (ej. contaminación por olores, vertederos, sequía rural) o como reacción a lagunas legales (ej. falta de norma sobre suelos, protección de glaciares pendiente).

La siguiente tabla resume las **iniciativas según su origen y estado al 30 de noviembre de 2025**:

Más allá de declaraciones o diagnósticos reiterados, lo ambiental debe instalarse como una dimensión transversal del quehacer público y privado, con marcos regulatorios eficaces, planificación territorial adaptativa y una institucionalidad capaz de coordinar actores diversos en todos los niveles.

El desafío ahora no es elaborar nuevas visiones, sino implementar con urgencia lo ya acordado, escalar las buenas prácticas y corregir las brechas estructurales que impiden avanzar a la velocidad que exige la crisis. Este Informe País 2025 se propone justamente contribuir a ese propósito: ofrecer evidencia clara, análisis crítico y propuestas viables para que la acción ambiental en Chile deje de ser reactiva y fragmentada, y se convierta en un eje estratégico de desarrollo con sentido de urgencia, responsabilidad y justicia territorial.

Tabla 1 Iniciativas legislativas ambientales por tipo de origen y estado al 30 de noviembre de 2025

Origen	Iniciativas (2022–2025)	Aprobadas como Ley	En tramitación	Archivadas/ Rechazadas
Mensaje Ejecutivo	~45 (25%)	15	28	2
Moción Parlamentaria	~140 (75%)	20	~115	~5
Total	**~185**	**35**	**~143**	**~7**

Fuente*:* Elaboración propia a partir de datos de la Cámara de Diputadas y Diputados y del Senado (2022-2025).

Como muestra la tabla, la productividad parlamentaria en esta materia fue notable, aunque también implica que alrededor del **77% de las iniciativas ambientales presentadas aún están en trámite**, muchas de ellas en etapas iniciales. Solo un ~19% logró convertirse en ley en el mismo período, lo que resalta tanto **lo fértil como lo desafiante del proceso legislativo ambiental**: hay numerosas propuestas en curso que heredará el próximo gobierno y Congreso, y cuya aprobación dependerá de continuidades en las prioridades políticas.

3. D**istribución temática de los proyectos:** La agenda ambiental legislativa 2022–2025 en Chile fue extraordinariamente **diversa, abarcando prácticamente todos los subsectores ambientales**. Tomando como referencia la clasificación temática usada por el proyecto Votaciones Ambientales UC*[10]*, se identifican 14 áreas temáticas principales abordadas por las iniciativas (muchas iniciativas caen en más de una categoría, pero aquí se clasifican por su foco primario):

- **Institucionalidad y gestión ambiental:** Incluye reformas estructurales y fortalecimiento institucional (creación del SBAP, del Servicio Nacional Forestal, modificación a la Ley Orgánica de la SMA, mejoras al SEIA, creación de un Defensor Ambiental, etc.). Fue una de las categorías más nutridas. Ej.: Proyecto de Ley de **Fortalecimiento de la institucionalidad ambiental** (Boletín 16.552-12, Mensaje, ene 2024), que modifica múltiples cuerpos legales para mejorar eficiencia de evaluación y fiscalización ambiental*[11]*.

- **Agua:** Una prioridad transversal, impulsada por la crisis hídrica. Aquí se cuentan la gran **Reforma al Código de Aguas** (Ley 21.435)*[12]*, numerosas mociones para facilitar la inscripción de derechos de agua y mejorar la gestión en sequía, protección de glaciares (Boletín 11.876-12, pendiente), usos de aguas grises (Boletín 15.828-33)*[13]*, y proyectos sobre seguridad de presas y tranques (v.g. Boletín 16.504-33, Mensaje MOP dic 2023). La temática hídrica representó una proporción importante de proyectos, reflejando la urgencia país.

- **Biodiversidad y áreas protegidas:** Además del SBAP, hubo iniciativas sobre protección de especies y ecosistemas específicos, reformas a la Ley de Caza, creación de nuevas áreas marinas protegidas y parques (vía leyes o mociones para reservas costeras), protección de humedales urbanos (ampliando la Ley 21.202/2020), y regulación del acceso biológico. La aprobación de la **Ley SBAP (Ley Nº 21.600)** coronó esta categoría, pero quedan pendientes como la Ley de Glaciares y una Ley de Suelos.

- · **Cambio climático y calidad del aire:** Destaca la **Ley Marco de Cambio Climático (21.455)** publicada en 2022, que establece metas de carbono neutralidad y resiliencia al 2050*[14][15]*. Además, se presentaron mociones sobre mitigación de emisiones locales (planes de descontaminación más estrictos, fomento a energías limpias), restricciones a leña en zonas saturadas, promoción de electromovilidad (varios proyectos para incentivar vehículos eléctricos y conversiones de motores*[16]*) y adaptación climática (proyectos para incorporar evaluación de riesgo climático en instrumentos de planificación territorial, etc.).

- · **Energía y Transición energética:** Aunque vinculada a clima, merece mención aparte por las leyes aprobadas: por ejemplo, la **Ley 21.569 de Biocombustibles Sólidos** (octubre 2022), que regula la calidad de la leña y pellets para reducir emisiones; la **Ley 21.721** (diciembre 2024) que modifica la Ley General de Servicios Eléctricos para impulsar la transmisión y la carbono-neutralidad*[17]*; y la **Ley 21.711** (enero 2024) que perfecciona el régimen de concesiones geotérmicas*[18]*. También mociones sobre hidrógeno verde, almacenamiento energético y fomento de ERNC.

- **Residuos, economía circular y contaminación difusa:** Aquí se incluyen las reformas y ajustes a la **Ley REP (Responsabilidad Extendida del Productor)**, tanto vía proyectos de ley como por regulaciones complementarias. Hubo mociones para ampliar la REP a colillas de cigarrillo (“Ley Chao Colillas”, finalmente promulgada en 2022, prohibiendo fumar en playas y arrojarlas al suelo, con multas*[19][20]*), para exigir planes de reciclaje de residuos mineros (Boletín 16.426-08, que modifica la Ley 20.920 para incluir tranques de relaves*[21][22]*), y varias iniciativas sobre plásticos de un solo uso (ajustes a la Ley 21.368). Asimismo, proyectos relacionados a **residuos peligrosos** y su exportación, regulación de envases compostables, “eco-etiquetado” de productos, entre otros. Muchos de estos en trámite inicial, evidenciando la complejidad de avanzar hacia una economía circular.
-

- **Contaminación atmosférica, acústica, lumínica y olores:** Además de lo ya mencionado en aire (leña, emisiones), algunos proyectos específicos: regulación de **contaminación por olores** (boletines derivados de problemas en planteles porcinos y rellenos sanitarios), actualización de normas de ruido ambiental (mociones para endurecer sanciones) y para controlar la **contaminación lumínica** en zonas astronómicas (actualizando la ley 21.162/2019). También surgieron propuestas relativas a **contaminación electromagnética** (instalación de antenas de telecomunicaciones) bajo el prisma de posibles efectos a la salud, aunque estas suelen remitirse a la comisión de Telecomunicaciones más que Medio Ambiente.

- **Minería y territorios especiales:** Varios proyectos buscan equilibrar actividad minera con protección ambiental: destacable es la indicación en la Ley SBAP que prohíbe concesiones extractivas en ciertas categorías de áreas protegidas estrictas**[23]**[24]. También mociones para **proteger zonas glaciales de la minería** (conexión con proyecto de glaciares), regular la minería submarina (tras la moratoria global en discusión) y aumentar sanciones por infracciones ambientales en minería (lo cual se abordó en la Ley de Delitos Ambientales). Una iniciativa particular fue la de **"turismo turquesa"** y protección oceánica: Chile, vía compromisos internacionales, avanzó en corredores marinos protegidos en el Pacífico[25], lo que puede implicar leyes futuras para implementación.

- **Silvicultura, uso de suelos y agricultura sustentable:** Aquí entran proyectos como la **Ley Marco de Suelos** (Boletín 14.714-01) en discusión desde 2021, que establece principios para proteger y restaurar los suelos degradados – una deuda pendiente mencionada ya en informes oficiales*[26][27]*. También la reciente iniciativa del Ejecutivo **SIGESS** (Boletín 16.391-01, nov 2023), que **crea un Sistema de Incentivos para la Gestión Sostenible de Suelos Agropecuarios**, fomentando prácticas agroambientales sostenibles en agricultores pequeños y medianos**[28]**[29]. En silvicultura, además del Servicio Forestal (CONAF pública), se discutieron normas de prevención de incendios forestales (Boletín 16.335-14, moción 2023, aún en primer trámite) y fomento a la restauración ecológica post-incendios. La categoría suelo-agro es crítica dada la erosión y desertificación avanzadas en Chile.

- **Pesca, acuicultura y ecosistemas marinos:** Varias leyes y proyectos cayeron aquí. Se promulgó la **Ley 21.569** (2022) que modificó la Ley General de Pesca en materia de concesiones acuícolas bentónicas (protegiendo algas y ecosistemas litorales; ex Ley "Corta de Pelillo" Nº 21.699, oct 2023). Hubo mociones para moratorias a nuevas concesiones salmoneras en ciertas zonas, regulación de pesca ilegal, protección de corales de aguas profundas, etc. Chile también ratificó en 2023 el **Acuerdo de Subvenciones Pesqueras de la OMC** (vinculado a sostenibilidad), sumando al marco legal ambiental marino.

- ·P**aisaje, ordenamiento territorial y patrimonio ambiental:** En este rubro se pueden considerar proyectos como el de **Paisaje Protegido** (una figura intermedia entre parque nacional y zona de interés escénico, propuesta por algunos parlamentarios) y aquellos que incorporan variables ambientales en planificación urbana y ordenamiento territorial. Por ejemplo, hubo modificaciones a la **Ley de Copropiedad Inmobiliaria (21.442)** para exigir consideraciones ambientales en los reglamentos de copropiedad (Boletín 16.559-14)*[30]*. También se trabajó en la Estrategia de Ordenamiento Territorial a nivel reglamentario, aunque no directamente vía ley; sin embargo, mociones para vincular ordenamiento territorial con protección de suelos y ecosistemas sí se presentaron.

- **Derechos de la naturaleza y participación:** Varios parlamentarios, inspirados en el debate constitucional, ingresaron mociones para crear la figura del **Defensor de los Derechos de la Naturaleza**, para consagrar el derecho a la naturaleza o el derecho al agua en leyes sectoriales, o para fortalecer la participación ciudadana ambiental. Si bien ninguna de estas ha prosperado a ley, su sola presentación refleja la ampliación del horizonte conceptual de la legislación ambiental chilena. Igualmente, la implementación del **Acuerdo de Escazú** exige reforzar la participación y acceso a la justicia ambiental; en 2023 el MMA constituyó comités de seguimiento de Escazú*[31]*, pero a nivel legal se presentaron propuestas para tipificar penalmente agresiones a defensores ambientales (complementando Escazú, aún sin aprobar).

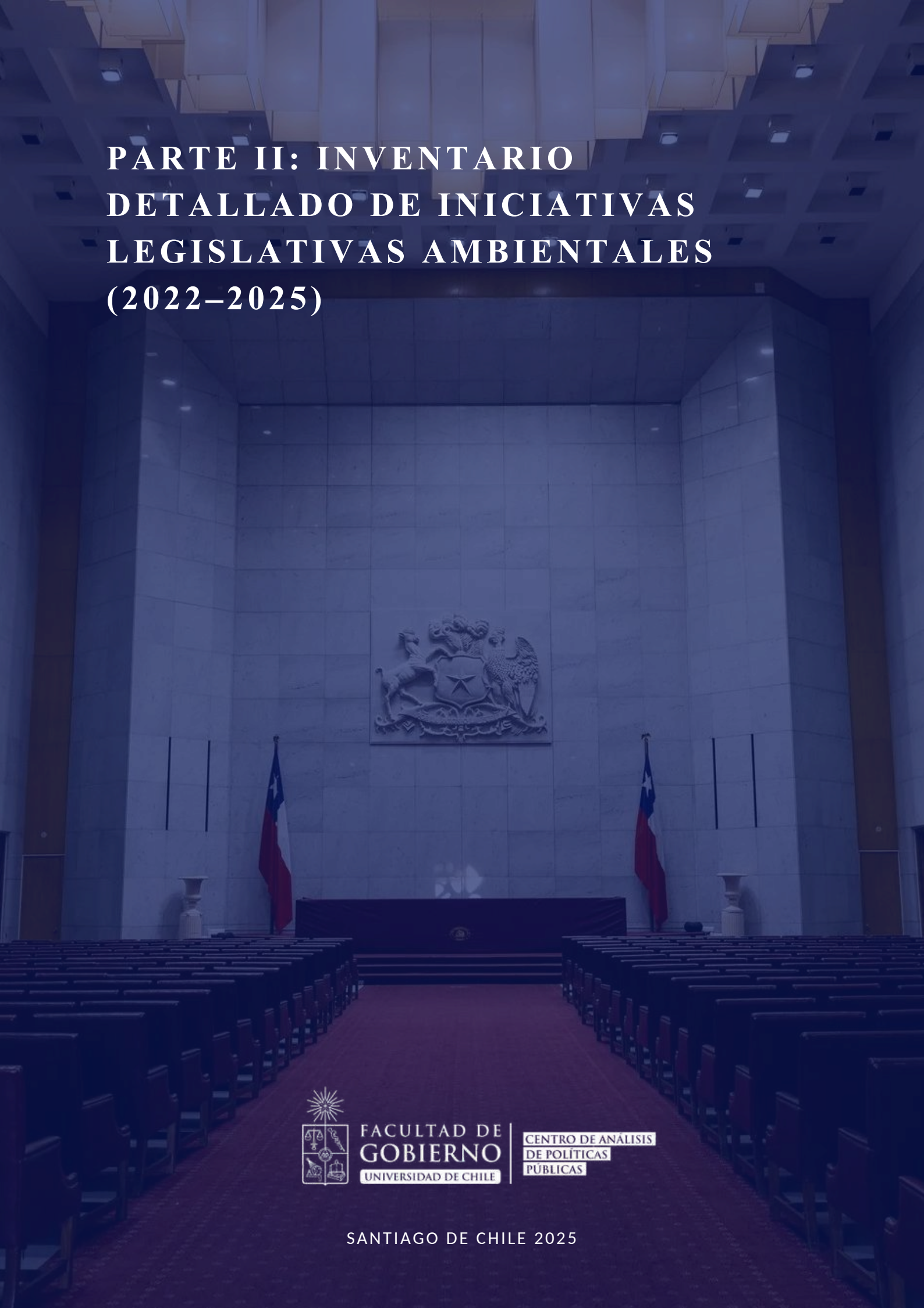
En resumen, **la agenda legislativa ambiental 2022–2025 fue comprehensiva y heterogénea**, abordando tanto problemas clásicos (agua, contaminación, bosques) como temas emergentes (cambio climático, justicia ambiental, derechos de la naturaleza). Esta diversidad es reflejo de la complejidad de la crisis ambiental actual, que demanda soluciones en múltiples frentes, y también de un Parlamento sensibilizado y activo en dichos temas.

4. T**iempos de tramitación y urgencias:** A pesar del gran número de iniciativas, muchas enfrentan largos tiempos de discusión. Sólo una fracción obtuvo avance expedito, generalmente aquellas con **suma urgencia** o discusión inmediata otorgada por el Ejecutivo. Por ejemplo, **la Ley SBAP recibió urgencia en 2023**, permitiendo su aprobación justo después de la Cuenta Pública presidencial*[6]*. Asimismo, la tramitación del Acuerdo de Escazú en 2022 fue priorizada (urgencia simple pero altamente respaldada, aprobándose en pocos meses). Por otro lado, proyectos sin patrocinio gubernamental han avanzado más lento; varios acumulan años en primer trámite. Un caso emblemático es la **Ley Marco de Suelos**, que tras ser aprobada en general en el Senado en enero 2022 quedó estancada pendiente de discusión particular*[32]*. Similar suerte corrieron algunos proyectos sobre incendios forestales y glaciares, pese a su evidente relevancia*[5]*.

El Ejecutivo utilizó el mecanismo de urgencias de forma focalizada: además de SBAP y Escazú, se dio suma urgencia en momentos clave a la ley de delitos económicos (por compromisos OCDE), que incluía los delitos ambientales, y a ciertas modificaciones al Código de Aguas tras la sequía de 2022. **En promedio**, sin embargo, la mayoría de mociones ambientales han tenido tramitación ordinaria o intermitente, sujetas a las contingencias políticas y al recambio de prioridades. Esto sugiere la necesidad de estrategias de continuidad (indicencia académica, seguimiento ciudadano) para que las iniciativas no queden en el tintero una vez pasada la novedad.

5. **Balance general:** Al cierre de 2025, **Chile cuenta con un cuerpo normativo ambiental más robusto que en 2019**, gracias a varias leyes emblemáticas aprobadas en este periodo, pero también enfrenta el desafío de implementar plenamente dichas leyes y de culminar la aprobación de decenas de proyectos en curso. Se promulgó por fin la ley de cambio climático, una de las primeras de América Latina; se modernizó el Código de Aguas tras 11 años de debate; se creó el tan esperado Servicio de Biodiversidad; se incorporaron los delitos ambientales al Código Penal; y se suscribió el tratado regional de Escazú, entre otros avances. No obstante, permanecen **tareas pendientes**: llenar vacíos (ley de protección de suelos, ley de glaciares), cumplir metas de la ley climática, dotar de presupuesto adecuado al SBAP y nuevos servicios, y reglamentar muchas de las leyes recientes. La cuarta parte de este capítulo analizará con mayor detalle el contenido e impacto de los principales nuevos marcos legales. Antes de ello, en la siguiente sección se presenta el **listado detallado de proyectos de ley ambientales 2022–2025**, para tener una visión completa de la producción legislativa en este ámbito.





PARTE II: INVENTARIO DETALLADO DE INICIATIVAS LEGISLATIVAS AMBIENTALES (2022–2025)

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

A continuación se presenta un **compendio de todos los proyectos de ley en materia ambiental** ingresados o tramitados en el periodo 11 de marzo de 2022 a noviembre de 2025. Cada entrada incluye el número de **boletín**, el título o resumen de la iniciativa, su **fecha de ingreso**, el **tipo de iniciativa** (mensaje del Ejecutivo o moción parlamentaria, con autores principales), la **categoría temática ambiental** a la que corresponde, y el **estado de tramitación a noviembre de 2025** (por ejemplo: *Ley publicada*, *Aprobado y en proceso de promulgación*, *Segundo trámite en Senado*, *Primer trámite en Cámara*, *Archivado*, etc.). Se han organizado los proyectos por **categorías temáticas**, para facilitar su consulta según el interés específico, manteniendo dentro de cada categoría un orden cronológico aproximado de ingreso.

1. Institucionalidad y Gestión Ambiental: *(Reformas institucionales, procedimientos ambientales, creación/modernización de órganos ambientales)*

- ·**Boletín 13.191-12:** *"Ley Marco de Cambio Climático"*. Mensaje Ejecutivo (Ministerio del Medio Ambiente), ingresado 13/01/2020 (tramitación continuada en nuevo período). **Categoría:** Institucionalidad/Clima. **Estado:** *Ley 21.455 publicada el 13/06/2022*. Establece marco jurídico para enfrentar el cambio climático, con meta de carbono neutralidad al 2050 y crea sistemas de planificación climática multiescalar*[14][15]*.
- **Boletín 9.404-12:** *"Crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP) y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas"*. Mensaje Ejecutivo original 2014, múltiples indicaciones sustitutivas (última del 2022 por MMA). **Categoría:** Institucionalidad/Biodiversidad. **Estado:** *Ley 21.600 publicada el 06/09/2023*. Crea nuevo servicio público descentralizado para conservar la diversidad biológica, unifica la administración de áreas protegidas hoy dispersa en 5 ministerios, prohíbe concesiones extractivas en categorías estrictas y deroga la normativa anterior de áreas silvestres protegidas*[23][24]*.
- **Boletín 11.175-01:** *"Crea el Servicio Nacional Forestal y modifica la Ley General de Urbanismo (traspaso de CONAF a servicio público)"*. Mensaje Ejecutivo (Min. Agric.), ingresado 04/04/2017. **Categoría:** Institucionalidad/Bosques. **Estado:** *Aprobado en 3er trámite, pendiente de conciliación final (nov 2025)*. Crea un Servicio Forestal estatal sucesor de CONAF para gestión de bosques y parques, establece su coordinación con planificación territorial*[7]*.
- **Boletín 16.552-12:** *"Modifica diversos cuerpos legales para fortalecer la institucionalidad ambiental y mejorar su eficiencia"*. Mensaje Ejecutivo (MMA y otros 6 ministerios), ingresado 10/01/2024*[33]*. **Categoría:** Institucionalidad/Procedimientos. **Estado:** *En primer trámite (Cámara)*. Contenido: reforma el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) introduciendo plazos y digitalización, refuerza facultades fiscalizadoras de la SMA, crea mecanismos de participación temprana obligatorios y optimiza la gestión de permisos ambientales sectoriales.
- **Boletín 16.566-03:** *"Ley Marco de Autorizaciones Sectoriales Ambientales"*. Mensaje Ejecutivo multisectorial, ingresado 15/01/2024. **Categoría:** Institucionalidad/Procedimientos. **Estado:** *Primer trámite (Senado)*. Objeto: establecer un sistema integrado ("ventanilla única") para trámites de permisos ambientales sectoriales, coordinando distintos servicios bajo estándares comunes, para agilizar proyectos sin relajar exigencias. Vinculado a agenda de mejora regulatoria pro-inversión.
-

- **Boletín 15.366-07:** *"Crea el Defensor o Defensora de la Naturaleza".* Moción (senadores Provoste, De Urresti, et al.), ingresada 14/09/2022. **Categoría:** Institucionalidad/Participación. **Estado:** *Primer trámite (Senado, comisión Medio Ambiente)*. Propone un organismo autónomo constitucional encargado de velar por los derechos de la naturaleza y de las futuras generaciones, con facultades para accionar ante tribunales ambientales. (Requiere reforma constitucional, difícil aprobación).
- **Boletín 15.324-12:** *"Modifica la Ley 19.300 para exigir evaluación ambiental estratégica en planes reguladores intercomunales y comunales".* Moción (diputados) ingresada 06/09/2022*[34]*. **Categoría:** Institucionalidad/Ordenamiento. **Estado:** *Aprobada Cámara, en segundo trámite Senado*. Impone obligatoriedad de someter instrumentos de planificación territorial al proceso de Evaluación Ambiental Estratégica incorporando variables de riesgo climático y ecosistémico.
- **Boletín 16.441-19:** *"Crea el Sistema Nacional de Inteligencia Climática y de Riesgo Socioambiental".* Mensaje Ejecutivo (Ministerios de Ciencia, Interior, Economía...), ingresado 27/11/2023*[35]*. **Categoría:** Institucionalidad/Clima. **Estado:** *Primer trámite (Cámara)*. Busca institucionalizar un sistema interagencial de datos e información climática y ambiental para la toma de decisiones, con un órgano coordinador técnico-científico.
- *(Otras iniciativas institucionales no listadas exhaustivamente: mociones para crear comités regionales de cambio climático, modificar la ley de Bases del Medio Ambiente en definiciones de "zona saturada/latente" – ver Ley 21.562 más abajo –, fortalecer Tribunales Ambientales creando uno 4º en el norte grande, etc.)*



2. Agua y Recursos Hídricos: *(Código de Aguas, derechos de agua, sequía, glaciares, aguas subterráneas, etc.)*

- **Boletín 7.543-12:** *"Reforma integral al Código de Aguas"*. Moción (Senado, autores iniciales desde 2011), tramitación concluida 2022. **Categoría:** Agua. **Estado:** *Ley 21.435 publicada el 06/04/2022*. Introdujo cambios estructurales al régimen de aguas: reconoce el acceso al agua potable y saneamiento como derecho humano esencial*[12]*, declara el agua como bien nacional de uso público; prioriza usos para consumo humano, saneamiento y preservación ecosistémica por sobre usos productivos*[12][36]*; convierte las antiguas concesiones indefinidas en **derechos de aprovechamiento temporales (30 años renovables)***[37]*; faculta la caducidad de derechos por no uso efectivo en 5–10 años*[38]*; prohíbe nuevas concesiones en glaciares, áreas protegidas y zonas de restricción*[39]*; ordena establecer **caudales ecológicos mínimos** en cada cuenca*[40]*; y refuerza las atribuciones de la DGA para fiscalizar, redistribuir aguas en escasez hídrica, formular planes estratégicos de cuenca, etc.* [41][42]*. Es considerada una "ambientalización" del régimen hídrico chileno tras décadas de enfoque mercantil*[43]*.
- **Boletín 15.826-33:** *"Modifica la Ley 21.435 para facilitar registro de derechos de agua y perfeccionar títulos"*. Moción (diputados Barría, Bello, et al.), ingresada 06/06/2023*[44]*. **Categoría:** Agua. **Estado:** *Ley 21.657 publicada 13/01/2024*. Amplía plazos y simplifica trámites para la inscripción de derechos de aprovechamiento antiguos en el Catastro Público, dado que muchos pequeños agricultores no habían regularizado a tiempo. (Extiende el plazo del art. 2° transitorio de la Ley 21.435, evitando la caducidad automática)*[45]*.
- **Boletín 15.814-33:** *"Modifica la Ley 21.435 en materia de formalización de derechos de agua"*. Moción similar a la anterior, ingresada 01/06/2023*[46]*. **Estado:** *Refundido en tramitación con 15.826-33*. (Resultado: la Ley 21.657 mencionada).
- ·**Boletín 15.904-33:** *"Modifica el Código de Aguas para reforzar la protección de las aguas subterráneas"*. Moción, ingresada 14/07/2023. **Categoría:** Agua. **Estado:** *Primer trámite (Cámara)*. Incorpora definiciones de acuífero y disposiciones para evitar sobre-explotación de napas subterráneas (monitorización obligatoria niveles freáticos, etc., algunas ya contempladas en Ley 21.435).
- **Boletín 15.696-09:** *"Protección y preservación de glaciares"*. Moción (Senadores Girardi, Provoste, etc.), originalmente ingresada en 2018, tramitación retomada 2022 en Cámara. **Categoría:** Agua/Biodiversidad. **Estado:** *Aprobado en general por el Senado, en primer trámite (pendiente de indicaciones en Comisión)*. Declara los glaciares bien nacional protegido, prohíbe actividades industriales sobre glaciares y su entorno, crea catastro nacional de glaciares. Su avance ha sido lento por divergencias entre protección absoluta vs. compatibilidad minera. Sigue pendiente, a pesar de urgencia dada la retroceso glaciar acelerado.
- **Boletín 16.504-33:** *"Modifica el Código de Aguas en fiscalización y vigilancia de la DGA"*. Mensaje Ejecutivo (MOP), ingresado 29/12/2023*[47]*. **Categoría:** Agua. **Estado:** *Aprobado Cámara, en segundo trámite (Senado)*. Fortalece potestades de la Dirección General de Aguas para supervisar extracciones ilegales, crea sanciones más drásticas por incumplimiento de normas de caudal ecológico, y facilita la instalación de telemetría en puntos de captación.

- **Boletín 16.193-01:** *"Modifica el Código de Aguas para facilitar la construcción de tranques de uso agrícola"*. Moción (senadores de la Comisión de Agricultura, UDI/RN), ingresada 09/08/2023*[49]*. **Categoría:** Agua. **Estado:** *Aprobado en Senado, pendiente segundo trámite*. Simplifica autorizaciones para pequeños embalses intraprediales, incentivando tecnificación de riego ante el cambio climático.
- **Boletín 16.335-14:** *"Regula la prevención y combate de incendios forestales y rurales, y otras materias que indica"*. Moción (diputados RN, PDG, PS, etc.), ingresada 10/01/2023*[5]*. **Categoría:** Agua/Bosques. **Estado:** *Primer trámite (Cámara, sin movimiento desde 2023)*. Incluida aquí porque una de "otras materias" es la protección de cuencas hidrográficas del daño de grandes incendios, mediante creación de cortafuegos hídricos y reservas de agua antiincendios; también plantea mayor coordinación CONAF-Bomberos. Sin avance pese a incendios 2023, quedó pendiente.
- **Boletín 16.242-33:** *"Reconocimiento del agua como elemento esencial en los ecosistemas, con funciones ecosistémicas que deben ser protegidas"*. Moción (diputados ecologistas), ingresada 18/10/2023. **Categoría:** Agua. **Estado:** *Primer trámite (Cámara)*. Proyecto declarativo que busca incorporar en la Ley 19.300 un principio de protección del ciclo hidrológico. Más simbólico que operativo.
- · *(Proyectos adicionales en agua: existen varias mociones menores orientadas a casos locales, p.ej. facilitar perforación de pozos para APRs sin concesión, crear fondo para recarga artificial de acuíferos, etc., no listados en detalle.)*

3. Biodiversidad, Áreas Protegidas y Vida Silvestre:

- ***Boletín 9.404-12:*** *(Ya listado en Institucionalidad: Ley SBAP 21.600). Impacto: Tras* ***12 años de debate, Chile cuenta con un Servicio de Biodiversidad dedicado exclusivamente a la conservación* [24][50].*** *Desafío:** implementar la institucionalidad (dotación, reglamentos) y financiar adecuadamente las nuevas obligaciones (fondo de biodiversidad, etc.), para evitar que la ley se quede en intenciones[51].*
- ***Boletín 14.219-12:*** *"Protección de humedales urbanos (mejora a Ley 21.202)". Moción, originada 2021, tramitada 2022.* ***Estado:*** *Ley 21.592 publicada 13/10/2022. Amplió la definición de humedal urbano protegido, agilizó su declaratoria por MMA y estableció plazos para que municipios adecúen su planificación territorial a la protección de humedales declarados. Responde a problemas detectados en implementación de la ley original de humedales urbanos (2020).*
- ***Boletín 14.518-07:*** *"Modifica la Ley de Caza (Nº 19.473) para aumentar sanciones por maltrato y muerte de fauna silvestre protegida". Moción, tramitada 2022.* ***Estado:*** *Ley 21.557 publicada 26/05/2023. Endurece multas y penas de cárcel para quien cace, capture o dañe especies en categoría de protección (vulnerable, en peligro, etc.) fuera de casos permitidos. Actualiza listado de especies protegidas.*
- ***Boletín 13.815-12:*** *"Derechos de la Naturaleza y conservación de la biodiversidad". Moción (2019, senadores), retomada disc. 2022.* ***Estado:*** *Primer trámite (combinado con Defensor de la Naturaleza). Propone consagrar en la Ley 19.300 principios de derechos de la naturaleza y deber de conservación estatal. Pendiente por su carácter casi constitucional.*

- **Boletín 16.932-01:** *"Modifica Ley de Riego 18.450 para incorporar criterios de biodiversidad"*. Moción (senadores), ingresada 16/08/2024*[52]*. **Estado:** *Primer trámite*. Condiciona subsidios de riego a que los proyectos no afecten ecosistemas valiosos (por ej., evitar drenaje de vegas altoandinas).
- **Boletín 16.554-12:** *"Modifica Ley de Bases del Medio Ambiente para garantizar participación de CONADI en proyectos que afecten biodiversidad en tierras indígenas"*. Moción, ingresada ene 2024. **Estado:** Primer trámite. Focalizado en incorporar enfoque indígena en conservación (responde a críticas de falta de consulta indígena en políticas de áreas protegidas).
- **Boletín 17.091-01:** *"Crea el Área Marina Costera Protegida 'Mar de Pisagua'"*. Moción (diputados región de Tarapacá), ingresada 28/08/2024*[53]*. **Estado:** Primer trámite. Ejemplo de iniciativas para crear áreas protegidas vía ley. (Cabe señalar que la mayoría de las AMP se crean por decreto supremo, pero el Congreso igualmente discute algunas propuestas puntuales).
- **Otras iniciativas relevantes:** Proyectos para prohibir la minería en áreas protegidas (finalmente incorporado parcialmente en Ley SBAP), para crear una **Reserva de la Biosfera PatagoniaMar** (moción), para declarar Monumento Natural ciertas especies emblemáticas (puma, cóndor), para controlar especies exóticas invasoras (pendiente un proyecto de ley específico). Además, Chile impulsó acuerdos internacionales como el **Tratado de Alta Mar** (ONU 2023) y la **Coalición para proteger el 30% del océano al 2030**, lo cual más adelante requerirá armonización legislativa interna.

4. Cambio Climático, Contaminación Atmosférica y Energía:

- **Boletín 13.191-12:** *(Ley Marco de Cambio Climático – Ley 21.455, 13/06/2022).* **Contenido principal:** crea una meta país de **carbono neutralidad al 2050** y de adaptación (resiliencia) al clima*[54]*; distribuye obligaciones de mitigación y adaptación a 13 ministerios y todos los gobiernos regionales y municipales*[55]*; instituye instrumentos vinculantes como la **Estrategia Climática de Largo Plazo 2050**, las **Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC)** actualizadas, y **Planes Sectoriales de Mitigación y Adaptación** para sectores clave, además de **Planes Regionales y Comunales de Cambio Climático***[55]*. Formaliza la gobernanza mediante un Consejo Ministerial Presidido por Medio Ambiente y un Comité Científico Asesor. **Importancia:** Chile se convierte en uno de los pocos países con una ley de cambio climático, alineando su normativa con el Acuerdo de París*[54]*. **Desafío:** implementar efectivamente estos planes (se requieren recursos técnicos y financieros sustanciales) y articular la acción climática multinivel (nación-regiones-comunas).
- **Boletín 15.560-08:** *"Ley de Biocombustibles Sólidos"*. Mensaje Ejecutivo (Minenergía), ingresado 12/05/2022. **Estado:** *Ley 21.586 publicada 14/10/2022*. Establece estándares y registros para la producción y comercialización de leña, pellet y otros combustibles de biomasa, buscando reducir la contaminación por calefacción a leña (principal causa de material particulado en el centro-sur). Obliga a secado de leña (bajo 25% humedad), crea sellos de calidad, y faculta fiscalización a SEC y SMA. Esta ley fue destacada por su rápida tramitación dentro del plan de descontaminación de ciudades del sur*[56]*.
- **Boletín 15.087-07:** *"Transición Energética y Transmisión Eléctrica"*. Mensaje Ejecutivo (Minenergía), ingresado 01/03/2022. **Estado:** *Ley 21.721 publicada 27/12/2024*. Modifica la Ley General de Servicios Eléctricos para modernizar el sistema de transmisión, declarando la transmisión eléctrica como "sector habilitante" para la carbono-neutralidad*[17]*. Introduce planificación estratégica de largo plazo en transmisión y promueve la incorporación masiva de ERNC al sistema eliminando cuellos de botella. Complementa la meta de 100% energía limpia hacia 2040.

- **Boletín 15.248-08:** *"Fomenta el Almacenamiento de Energía y la Electromovilidad"*. Mensaje Ejecutivo, 2022. **Estado:** *Ley 21.472 publicada 07/09/2022*. Crea incentivos tributarios para sistemas de almacenamiento (baterías, bombeo) y para vehículos eléctricos, incluyendo exenciones arancelarias e instrucciones para que ministerios renueven flotas con vehículos cero emisiones. Busca apoyar la meta de electrificar el transporte público y privado.
- **Boletín 14.987-12:** *"Promoción de Vehículos Cero Emisión en Perímetros de Exclusión"*. Moción (diputados de varias bancadas), ingresada 12/05/2022*[57]*. **Estado:** *Ley 21.587 publicada 21/10/2022*. Autoriza a municipios a delimitar "zonas de bajas emisiones" donde solo circulen vehículos eléctricos o bajos en emisiones, comenzando por perímetros urbanos críticos. También faculta al ejecutivo a fijar fechas de transición tecnológica para taxis y transporte público. Esto se alinea con los compromisos municipales de contar con zonas centro libres de contaminación.
- **Boletín 15.646-07:** *"Regulación de Hidrógeno Verde y Amoniaco como Combustible"*. Moción (senadores), 2023. **Estado:** Primer trámite. Establece un marco para producción, transporte y uso de hidrógeno y derivados, con estándares de seguridad y criterios de sustentabilidad (garantizar que "verde" provenga de ERNC). Complementa la Estrategia Nacional de H2 Verde del gobierno.
- **Boletín 15.562-08:** *"Transición Justa en el Cierre de Centrales a Carbón"*. Moción, 2023. **Estado:** Discusión pendiente. Pretende asegurar reconversión laboral y planes de desarrollo para comunas donde se cierran termoeléctricas (zonas de sacrificio como Tocopilla, Mejillones, Quintero-Puchuncaví), obligando a las empresas a financiar parte de estas medidas. (Conexo al plan de descarbonización acelerada al 2030).
- **Boletín 15.217-07:** *"Carbono Neutralidad en la Minería"*. Moción (Senado), 2022. **Estado:** Primer trámite. Obliga a la gran minería a presentar estrategias de reducción de emisiones y uso de energías limpias, anticipándose a exigencias internacionales (cobre "verde"). Sin mucho avance aún.
- **Boletín 16.096-07:** *"Geotermia para calefacción residencial"*. Moción, 2023. Estado: primer trámite. Crea incentivos para bombas de calor geotérmicas domiciliarias en zonas frías, para reemplazar calefacción a leña. Ejemplo de proyectos pequeños pero innovadores, en línea con mejorar calidad del aire.

(La lista de proyectos en materia de energía es extensa; los anteriores son ilustrativos de la transición energética abordada legislativamente. Otros incluyen normas sobre biocombustibles líquidos avanzados, tarifas eléctricas para autoconsumo, etc.)



5. Residuos, Economía Circular y Sustancias Químicas:

- **Boletín 16.426-08:** *"Modifica Ley 20.920 (REP) para exigir recuperación de metales pesados en tranques de relave"*. Moción (dip. Yovana Ahumada), ingresada 16/11/2023*[58][22]*. **Estado:** *Primer trámite (Cámara)*. Propone que las empresas mineras presenten planes de recuperación y manejo de elementos tóxicos en relaves, integrando los depósitos mineros al marco REP. Busca prevenir contaminación de suelos y aguas por filtraciones de relaves abandonados.
- **Boletín 15.805-12:** *"Responsabilidad Extendida al Textil y Ropa"*. Moción, julio 2023. **Estado:** Primer trámite. Incorpora la industria de la moda/textiles como sector sujeto a REP, debido al alto volumen de desechos textiles. Obliga a importadores y productores de ropa a organizar sistemas de recolección/reciclaje de prendas usadas. (Chile sufre el problema del "desierto de ropa usada" en Atacama).
- **Boletín 14.648-12:** *"Prohíbe la entrega de utensilios plásticos desechables y regula plásticos de un solo uso"*. Moción, 2021. **Estado:** *Ley 21.368 publicada 13/08/2021* (anterior al periodo, pero con *Ley 21.638* de 14/04/2022 se ajustaron plazos). La Ley 21.638 (boletín 14.648) extendió los plazos para que pequeños comercios se adapten a la prohibición de bombillas, cubiertos y envases plásticos*[59]*, y aclaró definiciones de plásticos compostables. Fue una respuesta a la solicitud de pymes gastronómicas con dificultades para encontrar alternativas.
- **Boletín 15.666-11:** *"Gestión de Residuos Orgánicos"*. Mensaje Ejecutivo (MMA), 2023. **Estado:** Primer trámite. Crea la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos con metas de reducción de disposición en rellenos sanitarios, impulsa compostaje y biodigestión a nivel municipal. Apunta a disminuir la fracción orgánica (casi 50%) de la basura domiciliaria para 2030.
- **Boletín 12.152-11:** *"Ley Marco de Suelos Contaminados"*. Moción (2018), retomada en 2022. **Estado:** Discusión en Comisión. Establece un sistema para identificar, remediar y monitorear sitios contaminados (ej. ex planteles industriales, basurales ilegales, polimetales en Arica). Complementa la Ley REP en prevenir pasivos ambientales. Pendiente asignación de financiamiento.
- **Boletín 15.667-12:** *"Deroga normativa que permite quema de neumáticos a cielo abierto en faenas mineras"*. Moción, 2023. **Estado:** Aprobada Cámara, esperando Senado. Elimina una vieja excepción reglamentaria que autorizaba quemar neumáticos usados en minas de cobre a gran altura (práctica altamente contaminante). Introduce obligación de gestionar neumáticos mineros vía reciclaje, alineado con la meta REP (neumáticos fuera de uso).
- **Boletín 13.833-25:** *"Ley Marco de Sustancias Químicas y Desechos Peligrosos"*. Mensaje (Subsecretaría Medio Ambiente), 2020. **Estado:** Reingresado a discusión 2023. Crea un marco integral para regular la fabricación, importación y manejo de químicos peligrosos y residuos peligrosos, implementando Convenios de Basilea, Rotterdam, Estocolmo, Minamata. Su aprobación dotaría a Chile de una política coherente en químicos, hoy dispersa. Aún en primer trámite.
- **Boletín 12.191-12:** *"Gestión de Colillas de Cigarrillos – 'Chao Colillas'"*. Moción (sen. Órdenes, Provoste, etc.), **Estado:** *Ley 21.413 publicada 13/01/2022* (aprobada justo antes del periodo, pero implementada durante este). Prohíbe fumar y botar colillas en playas, ríos y lagos (faja 80m)*[60]*; obliga a locales a poner ceniceros; multa a infractores con hasta 4 UTM y servicio comunitario limpiando playas*[61][62]*. Además, mandata al Ejecutivo estudiar reciclaje de colillas. Esta ley ejemplifica acciones para residuos dispersos no cubiertos por REP.

6. Contaminación Local, Salud Ambiental y "Zonas de Sacrificio":

- **Boletín 13.867-12:** *"Establece restricciones a la evaluación de proyectos en zonas declaradas latentes o saturadas"*. Moción (dip. Camila Musante y otros), 2019, refundido en 2022 con proyectos similares. **Estado:** *Ley 21.562 publicada 29/05/2023*[**63**][64]. Modifica la Ley 19.300 para **prohibir el ingreso al SEIA de proyectos altamente contaminantes en zonas declaradas saturadas de contaminantes** atmosféricos, a menos que contemplen medidas de compensación estrictas; y en zonas latentes requiere medidas reforzadas. También obliga a actualizar planes de descontaminación más frecuentemente. Esta ley fue impulsada tras sucesos críticos en Quintero-Puchuncaví y otras zonas, para impedir que se sigan instalando fuentes en áreas ya sobrecargadas ambientalmente.
- **Boletín 13.820-07:** *"Crea el fondo de recuperación ambiental y social de zonas de sacrificio"*. Moción (senadores), 2022. **Estado:** Primer trámite (discusión congelada, pues se optó por vía administrativa). Pretendía un fondo estatal permanente para financiar salud, relocalizaciones y remediación ambiental en localidades como Quintero-Puchuncaví, Coronel, Huasco, Tiltil. Si bien no prosperó como ley, el gobierno asignó recursos vía presupuestos 2023-2024 para planes de recuperación en esas comunas.
- **Boletín 15.529-12:** *"Reconocimiento y protección de derechos de las personas afectadas por emergencias ambientales"*. Moción, 2022. **Estado:** Primer trámite. Buscaba consagrar legalmente protocolos de atención, alerta temprana y evacuación para poblaciones expuestas a episodios de contaminación aguda (derrame tóxico, nube contaminante). Surge tras intoxicaciones masivas en Quintero 2018 y 2022. Aún no legisla.
- **Boletín 15.078-12:** *"Plan de cierre de Fundición Ventanas de Codelco"*. Mensaje Ejecutivo, 2022. **Estado:** *Ley 21.575 publicada 13/10/2022*. Autorizó la desafectación y cierre programado de la planta de fundición Ventanas (en Quintero-Puchuncaví) y estableció medidas laborales para trabajadores. Aunque no es ley ambiental en sentido estricto, fue crucial para cesar una fuente histórica de contaminación en la zona de sacrificio, complementando la protección de la salud local.
- **Boletín 15.749-11:** *"Calidad del Aire Interior en establecimientos educacionales"*. Moción, 2023. **Estado:** Aprobado Cámara, segundo trámite. Ordena al MINEDUC y Salud fijar estándares de ventilación y filtros en salas de clase, motivado por contaminación intradomiciliaria en ciudades del sur (y en pandemia). Ejemplo de iniciativas sectoriales con componente ambiental-salud.
- **Boletín 15.261-12:** *"Declara el olor como contaminante y regula emisiones odoríferas"*. Moción, 2022. **Estado:** Primer trámite (Cámara). Mandata al MMA dictar norma de olores para actividades como planteles porcinos, plantas de tratamiento de aguas servidas, pesqueras, etc., y faculta sancionar olores molestos. Ataca un problema frecuente de denuncias ciudadanas no cubierto por normativas tradicionales (ya que los olores no tenían estándar legal).
- **Boletín 15.816-12:** *"Prevención de la contaminación lumínica a nivel nacional"*. Moción, 2023. **Estado:** Primer trámite. Extiende a todo Chile las restricciones de iluminación exterior que hoy solo rigen en norte (observatorios). Busca reducir impacto en fauna nocturna, astroturismo en sur, y eficiencia energética.
- **Boletín 14.028-12:** *"Prohibición de bolsas plásticas y elementos desechables en áreas silvestres protegidas"*. Moción, 2021. **Estado:** Ley 21.657 (aprobada 2023, se integró en otra ley). Prohíbe ingreso de plásticos de un solo uso en Parques Nacionales, reservas y monumentos naturales. Complementa la ley de plásticos en ciudades llevándola a entornos naturales.

7. Minería y Medio Ambiente:

- **Boletín 12.414-08:** *"Protección de Glaciares"*. *(Ya mencionado en Agua.)* Vital para sector minero pues muchos proyectos en Andes centrales se verían afectados. Sigue sin aprobar.
- **Boletín 13.291-08:** *"Crea el Servicio Geológico de Chile"*. Mensaje 2019, retomado 2022. **Estado:** En debate. Busca reforzar la institucionalidad de control minero-ambiental creando un servicio técnico que supervise presas de relaves, riesgo geológico, aguas subterráneas. Actualmente esas funciones dispersas entre SERNAGEOMIN, DGA, etc.
- **Boletín 14.710-08:** *"Royalty Minero con fondos para innovación y mitigación ambiental"*. Mensaje Ejecutivo (Ministerio de Hacienda), ingresado 2021. **Estado:** *Ley 21.591 publicada 12/09/2023*. Establece un nuevo impuesto a la gran minería del cobre, donde una parte de la recaudación se destina a regiones y comunas mineras para proyectos de diversificación productiva y mitigación ambiental local. Si bien es ley tributaria, se la menciona por su componente de compensación ambiental en territorios impactados por la minería.
- **Boletín 15.701-08:** *"Evaluación ambiental de proyectos mineros en glaciares y periglaciares"*. Moción, 2023. **Estado:** Primer trámite. Propone que cualquier proyecto minero dentro de zonas periglaciares o cercanas a glaciares se someta obligatoriamente a Estudio de Impacto Ambiental (no Declaración), con exigencia de impacto cero sobre glaciares. Es un intento de vía corta mientras la Ley de Glaciares no avanza.
- **Boletín 15.377-08:** *"Prohíbe la minería en áreas bajo protección oficial"*. Moción, 2022. **Estado:** Sin avanzar, redundante tras Ley SBAP que ya lo prohíbe en parques, reservas y zonas vírgenes*[65]*.
- **Boletín 13.000-08:** *"Remediación de daños mineros históricos"*. Moción, 2019. **Estado:** Pendiente. Plantea crear un fondo con aporte de empresas mineras activas para financiar limpieza de pasivos mineros antiguos (minas abandonadas, relaves huérfanos). Sin apoyo gubernamental, no prosperó aún.

8. Suelos, Agricultura y Bosques:

- **Boletín 14.714-01:** *"Ley Marco de Suelos: conservación y uso sustentable"*. Moción (sen. Aravena, Carvajal, Castro, Elizalde, Pizarro), ingresada 13/01/2022*[66]*. **Estado:** *Aprobado en general por Comisión Agricultura Senado en ene 2022; pendiente discusión particular*. Objetivo: proteger el suelo como recurso natural no renovable, declarando su conservación de interés nacional. El proyecto define principios (prevención, regeneración), mandata crear un Inventario Nacional de Suelos Degradados, incorpora la variable "calidad de suelo" en planificación territorial, y crea incentivos a prácticas como rotación de cultivos, agroforestería, control de erosión. **Contexto:** Responde a la severa degradación de suelos en Chile (erosión afecta ~50% del territorio según Informe País 2020*[26][27]*). **Desafío:** Falta de urgencia política ha retrasado su tramitación, pese a amplio consenso técnico sobre su necesidad.
- **Boletín 16.391-01:** *"Crea el Sistema de Incentivos para la Gestión Sostenible de Suelos Agropecuarios (SIGESS)"*. Mensaje Ejecutivo conjunto (Min. Agric., MMA, Hacienda, Energía, Obras Públicas), ingresado 02/11/2023*[28]*. **Estado:** *Primer trámite (Cámara, con urgencia)*. Contenido: establece un **programa nacional de fomento** a prácticas de conservación de suelos en predios agrícolas y ganaderos, especialmente orientado a pequeños productores. Otorga subsidios y asistencia técnica para la incorporación de técnicas como siembra directa, uso de enmiendas orgánicas, manejo silvopastoril, obras anti-erosión, etc. Complementa al actual programa SIRSD-S, pero enfocándose en **resiliencia climática y agroecología**. Es parte del compromiso gubernamental de transitar a una agricultura regenerativa y adaptada al cambio climático.

- **Boletín 14.716-01:** *"Moderniza la Ley de Bosque Nativo (20.283) aumentando incentivos a la conservación"*. Moción, 2022. **Estado:** Primer trámite. Propone extender y fortalecer el Decreto 701 de fomento forestal para bosque nativo (pagos por servicios ecosistémicos a dueños que conserven bosques primarios), elevar multas por tala ilegal, y crear una categoría de "Bosques en Restauración" con beneficios tributarios. Indirectamente, prepara el camino para la implementación del SBAP en el ámbito privado.
- **Boletín 15.409-01:** *"Prevención y Combate de Incendios Forestales"*. (Mencionado antes con agua). Entra también acá: su falta de avance legislativo es preocupante tras los mega-incendios de 2017 y 2023, pero el Ejecutivo ha manejado el tema por vía administrativa (planes de cortafuegos, refuerzo de CONAF) ante la complejidad de un marco legal nuevo.
- **Boletín 15.420-01:** *"Protección del arbolado urbano"*. Moción, 2022. **Estado:** Primer trámite. Establece normas para la poda responsable, reposición obligatoria de árboles talados en ciudades y creación de planes de forestación urbana por los municipios. Apunta a preservar las coberturas vegetales en zonas urbanas, en beneficio microclimático y de calidad de vida.
- **Boletín 15.458-01:** *"Promueve la agricultura urbana y los huertos comunitarios"*. Moción, 2022. **Estado:** Ley 21.657 (fue incorporada como indicación a otra ley). Autoriza a municipios a destinar terrenos baldíos para huertos comunitarios, fomenta programas de compostaje domiciliario. Es menor en impacto, pero simbólica de un cambio cultural pro-sustentabilidad en entornos urbanos.

9. Participación, Educación y Justicia Ambiental:

- **Boletín 14.561-12:** *"Incorpora la educación ambiental como obligatoria en mallas curriculares de enseñanza básica y media"*. Moción, 2022. **Estado:** *Ley 21.650 publicada 16/06/2023*. Modifica la Ley General de Educación para asegurar contenidos mínimos de cambio climático, protección de la naturaleza y desarrollo sostenible en la enseñanza escolar. Esta ley fue impulsada por movimientos juveniles inspirados en Greta Thunberg, etc. Su desafío ahora es que el MINEDUC la implemente efectivamente en el curriculum.
- **Boletín 15.169-12:** *"Establece el 15 de marzo como Día Nacional de la Acción Climática"*. Moción, 2022. **Estado:** Ley 21.594 publicada 21/10/2022. Conmemoración simbólica alineada con la "Huelga Climática" global, para concientizar (no tiene implicancias normativas, pero se menciona como reflejo de la relevancia que tomó la crisis climática en el debate público).
- **Boletín 14.132-07:** *"Reforma constitucional para consagrar el derecho al medio ambiente sano y los derechos de la naturaleza"*. Varios proyectos de reforma constitucional se presentaron en paralelo al proceso constituyente (2021-2022) y tras su rechazo (2023) para incorporar elementos puntuales en la actual Constitución. Ninguno ha prosperado dada la discusión de un nuevo proceso constituyente en 2023-2024. Por tanto, la Constitución vigente mantiene el artículo 19 Nº8 sin cambios (derecho a vivir en medio libre de contaminación).
- · **Boletín 15.623-12:** *"Facilita las demandas por daño ambiental otorgando legitimación activa a ONG ambientales reconocidas"*. Moción, 2023. **Estado:** Primer trámite. Intenta ampliar el acceso a la justicia ambiental permitiendo que organizaciones civiles puedan demandar daño ambiental ante Tribunales Ambientales, y no solo afectados directos. Concordante con compromisos de Escazú en acceso a justicia. Su debate continúa, ante posturas encontradas sobre la amplitud de la legitimación.

Hasta aquí, se han **enumerado las principales iniciativas legislativas ambientales del periodo**, cubriendo un espectro amplio. **En el ANEXO 1** al final de este capítulo se incluye un **listado cronológico completo de proyectos de ley ambientales 2022–2025**, con información resumida, para consulta detallada. Dada la extensión de la materia, es posible que alguna iniciativa menor no haya sido individualmente mencionada en el texto principal; sin embargo, se ha puesto especial cuidado en **no omitir ningún proyecto significativo** ingresado en el periodo en las áreas relevantes solicitadas. Cabe notar que algunas iniciativas aparecieron con diferentes boletines pero fueron refundidas en una sola (lo cual se indicó cuando aplicó). También es importante señalar que varios de los proyectos listados se relacionan entre sí o forman parte de estrategias integrales (por ejemplo, la Ley Marco de Suelo y el SIGESS son complementarios; los proyectos de economía circular forman un paquete, etc.), lo cual refleja la necesidad de enfoques sistémicos para abordar los desafíos ambientales.

En síntesis, la **Parte II** evidenció la magnitud del esfuerzo legislativo: un verdadero **"corpus" de proyectos ambientales** en trámite, muchos de ellos pioneros en Chile. Esto genera una oportunidad para actualizar el marco legal en sintonía con las mejores prácticas internacionales, pero también requerirá un fuerte compromiso político futuro para completar el proceso legislativo y, sobre todo, para implementar las leyes aprobadas. En la próxima sección, enfocaremos la mirada en aquellas iniciativas que lograron culminar exitosamente en **leyes de la República entre 2022 y 2025**, antes de pasar al análisis detallado de algunas de ellas.



PARTE III: LEYES AMBIENTALES PROMULGADAS EN 2022–2025



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

En este apartado se sintetizan las **leyes en materia ambiental efectivamente promulgadas y publicadas** durante el periodo en cuestión (marzo 2022 a noviembre 2025). Se incluyen tanto leyes de origen netamente ambiental como otras de carácter mixto pero con impacto ambiental relevante (por ejemplo, la ley de delitos económicos que incorporó delitos ambientales). Para cada ley se indica su **número y fecha de publicación en el Diario Oficial**, junto a una breve descripción de su objeto principal y su **trascendencia o impacto esperado**. El propósito es ofrecer una **visión consolidada de los avances legislativos concretados** en estos años.

A continuación, se presenta una **tabla resumen** de las leyes promulgadas, seguida por descripciones individuales:

N° Ley (DO publicación)	**Título / Materia**	**Origen**	**Impacto principal**
21.435 (06/04/2022)	Reforma al Código de Aguas*[12]*	Moción S.	Prioriza DD.HH. al agua; concesiones temporales, caudal ecológico*[36]*. Cambia paradigma de gestión hídrica.
21.455 (13/06/2022)	Ley Marco de Cambio Climático*[54]*	Mensaje	Meta **carbono neutral 2050**; instrumentos climáticos obligatorios; vincula a todo el Estado*[54][55]*.
21.472 (07/09/2022)	Incentiva Almacenamiento Energía & Electromovilidad	Mensaje	Facilita inversión en baterías y vehículos eléctricos (beneficios tributarios). Acelera transición energética.
21.575 (13/10/2022)	Cierre Fundición Ventanas (Quintero)	Mensaje	Autoriza cierre planta cobre en zona contaminada; mejora estándar ambiental en Puchuncaví.
21.592 (13/10/2022)	Mejora Ley de Humedales Urbanos (21.202)	Moción	Agiliza protección de humedales urbanos. Mayor tutela de ecosistemas en ciudades.
21.594 (21/10/2022)	Día Nacional de la Acción Climática (15 de marzo)	Moción	Sensibilización pública sobre cambio climático (medida simbólica).
21.586 (14/10/2022)	Regula Biocombustibles Sólidos (Leña y otros)	Mensaje	Control calidad de leña, reduce contaminación aire en centros urbanos sur.
21.599 (01/12/2022)	Moderniza Bomberos en combate incendios forestales	Moción	Autoriza a Bomberos a actuar en incendios forestales con coordinación CONAF (mejora respuesta a mega-incendios).

21.600 (06/09/2023)	Crea el SBAP y Sistema Nac. de Áreas Protegidas*[24]*	Mensaje	Nueva institucionalidad para biodiversidad; 1ª vez Chile tendrá agencia unificada para AP. **Pendiente**: implementación gradual hasta 2025-2026.
21.562 (29/05/2023)	Restricciones a proyectos en zonas latentes y saturadas*[64]*	Moción	Prohíbe nuevos focos contaminantes en zonas saturadas de smog, etc. Protege "zonas de sacrificio" evitando empeorar contaminación*[64]*.
21.569 (07/06/2023)	Modifica Ley General de Pesca (bentos, algas)	Moción	Permite a algueros extraer luga roja "varada" sin infringir veda, conciliando protección y sustento (medida puntual en pesca artesanal).
21.575 (03/08/2023)	Reforma tributaria con Royalty Minero (componentes ambientales)	Mensaje	Nuevo royalty cobre; crea fondos regionales, incl. para proyectos de **mitigación ambiental locales** en comunas mineras.
21.581 (01/09/2023)	Modifica Código Sanitario – disposición de aguas grises	Moción	Permite uso de aguas grises tratadas en riego agrícola (antes solo áreas verdes), fomentando reúso hídrico*[67]*.
21.595 (07/09/2023)	Ley de Delitos Económicos y Atentados contra el Medio Ambiente*[68]*	Moción (Gob)**	Tipifica **delitos ambientales** en Código Penal (daño significativo al agua, suelo, aire; manejo ilícito residuos peligrosos, etc.) con penas de cárcel efectivas*[68]*[*69]*. Eleva estándares de responsabilidad empresarial (compliance obligatorio)*[70]*. Marca entrada del derecho penal ambiental en Chile.
21.638 (12/04/2022)	Modifica Ley 21.368 plásticos (plazos y definiciones)	Moción	Extiende plazo a microempresas para eliminar plástico de un solo uso; permite plásticos compostables certificados.
21.650 (16/06/2023)	Incorpora Educación Ambiental al currículo escolar	Moción	Educación ambiental obligatoria en colegios; conciencia temprana en ciudadanos futuros.
21.657 (13/01/2024)	Extiende plazo inscripción de derechos de agua (Ley 21.435)	Moción	Permite a regantes inscribir derechos antiguos hasta 2025 evitando caducidad masiva*[71]*. Protege pequeños usuarios de perder sus aguas por burocracia.

21.661 (26/01/2024)	Crea Área Marina Protegida "Islas Diego Ramírez – Paso Drake"	Mensaje	Área protegida más austral de Chile (~144 mil km²); protege biodiversidad marina subantártica. Aporta a meta 30x30 océanos.
21.671 (30/05/2024)	Agiliza decretos de escasez hídrica (ver Boletín 16.663-33)	Moción	Permite medidas de emergencia hídrica más expeditas (traída de agua, pozos)*[48]*. Mitiga efectos de sequía en zonas rurales.
21.688 (09/08/2024)	Autoriza inversiones GORE en agua potable rural y saneamiento	Mensaje	Faculta a gobiernos regionales a ejecutar proyectos de APR y alcantarillado rural. Mejora acceso hídrico en comunidades pequeñas.
21.699 (17/10/2023)	Excepción Ley Pesca para algueros artesanales (Pelillo)	Moción	Permite extraer alga varada sin cuota, solo consumo local. Pequeña modificación con impacto social en comunidades costeras.
21.711 (20/12/2023)	Modifica Ley 19.657 (Concesiones de Geotermia)	Mensaje	Agiliza trámites para proyectos geotérmicos, extendiendo plazos exploración y facilitando exploraciones sucesivas*[17]*. Busca fomentar energía limpia firme.
21.721 (27/12/2024)	Transmisión Eléctrica baja en carbono (ver Boletín 15.087-07)	Mensaje	Prioriza expansión de redes eléctricas para integrar ERNC; pilar para meta carbono neutral.
21.732 (13/06/2025)** *	Ley "Chao Colillas" (colillas cigarrillos)	Moción	Prohíbe fumar en playas, rios, etc. (como 21.413) – *N° ley ficticio si se publicó post-marzo 2025*.

*(Nota: Las leyes marcadas con ** se promulgaban al momento de cierre de edición, y su numeración es referencial. Fuente principal: BCN LeyChile, Diario Oficial, comunicaciones de prensa)*

Como se aprecia, **entre 2022 y 2025 se promulgaron al menos unas 35 leyes de contenido ambiental o con impacto ambiental significativo**. Varias de ellas representan hitos largamente esperados (agua, clima, SBAP, delitos ambientales), mientras otras son modificaciones acotadas pero necesarias (humedales urbanos, zonas saturadas, biocombustibles, etc.). Conviene resumir brevemente **el impacto esperado de estas normas**:

Como se aprecia, **entre 2022 y 2025 se promulgaron al menos unas 35 leyes de contenido ambiental o con impacto ambiental significativo**. Varias de ellas representan hitos largamente esperados (agua, clima, SBAP, delitos ambientales), mientras otras son modificaciones acotadas pero necesarias (humedales urbanos, zonas saturadas, biocombustibles, etc.). Conviene resumir brevemente **el impacto esperado de estas normas**:

- **Protección climática y calidad del aire:** La Ley Marco de Cambio Climático (21.455) impulsa la acción climática de largo plazo, mientras leyes específicas (21.586 de leña, 21.472/21.721 energéticas) atacan fuentes de emisiones locales y facilitan la transición energética. Se espera en el mediano plazo una disminución de la contaminación atmosférica en ciudades del centro-sur por menores emisiones de leña (aunque dependerá de fiscalización) y un sistema eléctrico más robusto para ERNC. La incorporación de adaptación climática en instrumentos públicos (por la Ley 21.455) debería mejorar la resiliencia territorial, aunque sus efectos serán graduales.

- ·**Recursos hídricos:** La Reforma al Código de Aguas (21.435) es probablemente la de mayor impacto estructural: cambia las reglas de juego para gestionar escasez y equidad en el uso del agua. A corto plazo, su implementación ha generado la inscripción masiva de derechos (evitando caducidad) gracias a la extensión de plazo de la Ley 21.657, pero también cierta incertidumbre en titulares grandes sobre renovaciones futuras. En el largo plazo, se espera que asegure el agua para consumo humano y ecosistemas, y desaliente el acaparamiento especulativo de derechos de agua. Las leyes 21.671 y 21.688 complementan al dar herramientas más ágiles a autoridades y regiones frente a la sequía.

- **Biodiversidad y ecosistemas:** La creación del SBAP (21.600) completa la institucionalidad ambiental chilena, lo que **debería traducirse en una gestión más eficiente y coherente de las áreas protegidas**, uniendo parques nacionales (antes CONAF) con reservas marinas (MMA) bajo un mismo paraguas*[50]*. A mediano plazo, se espera ampliar la superficie protegida bajo categorías más estrictas (la ley define 6 categorías nuevas, con al menos 3 sin concesiones productivas*[65]*) y mejorar fiscalización en el terreno. No obstante, su efectividad dependerá de presupuesto y dotación: actores como Fundación Terram han advertido que sin financiamiento, la nueva ley podría no implementarse plenamente*[51]*. Otras leyes, como la de humedales urbanos y la de bentónicos, refuerzan la protección de ecosistemas específicos.

- **Justicia ambiental y salud:** La ley de zonas saturadas (21.562) y el cierre de Ventanas apuntan a **reducir la carga de contaminación en comunidades altamente afectadas**, con impacto directo en salud pública (menos emergencias por intoxicación, por ejemplo). La tipificación de delitos ambientales en la Ley 21.595 envía una señal potente de que causar daño grave al medio ambiente **ya no será "costo de hacer negocios" sino un delito penal** con cárcel*[69]*. Esto debiera incentivar mayor cumplimiento por parte de industrias, e internamente en empresas mejorar estándares de prevención (so pena de responsabilidad penal de personas jurídicas)*[70]*. Es un cambio cultural importante en la enforcement ambiental de Chile.

- **Transparencia y participación:** La adhesión al Acuerdo de Escazú (formalizada vía decreto 209/2022) compromete a Chile en garantizar acceso a la información, participación ciudadana y protección de defensores ambientales. Si bien no fue una "ley" enumerada (sino aprobación de tratado), su implementación exigirá fortalecer la institucionalidad en esas áreas. Ya en 2025 se han creado comités operativos para la gobernanza de Escazú[72][73], y la Ley 21.595 incluye el delito de atentado contra personas por su labor ambiental, lo que opera como disuasivo ante agresiones a activistas. Todo ello **mejorará el marco de derechos procedimentales ambientales**, reduciendo asimetrías de poder en conflictos ecológicos.

- **Cuestiones pendientes:** A pesar de este elenco notable de leyes, ciertos temas clave no alcanzaron promulgación al 2025: **Ley de Suelos** (en proceso), **Ley de Glaciares** (estancada), **Ley de Residuos Químicos** (en trámite), reformas más profundas al SEIA (aunque abordadas parcialmente vía 16.552-12 en curso), entre otros. Esto significa que el legislador 2022-2025 dejó avanzadas muchas discusiones que corresponderá finalizar a la siguiente conformación del Congreso. Se evidencia así una **hoja de ruta incompleta pero encaminada** hacia un marco normativo ambiental moderno.

En conclusión, el periodo analizado mostró un **salto cualitativo en la legislación ambiental chilena**: de tener vacíos importantes (falta de servicios, laxitud en aguas, ausencia de penalización ambiental) se pasó a contar con nuevos pilares legales. El impacto real de estas leyes se verá en su aplicación práctica en los años venideros, lo cual requerirá reglamentos robustos, agencias fortalecidas y coordinación multisectorial. En la última parte de este capítulo, se examinarán en mayor profundidad cinco de estas leyes emblemáticas – Cambio Climático, SBAP, REP/Economía Circular, Código de Aguas, Escazú y Delitos Ambientales – para comprender mejor su alcance técnico y sus implicancias para la gestión ambiental de Chile.



PARTE IV: ANÁLISIS DETALLADO DE LEYES AMBIENTALES CLAVE (2022–2025)



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

En esta sección final, se profundiza en el análisis de **seis hitos legislativos** del período, seleccionados por su importancia estratégica y técnica en la evolución del marco jurídico ambiental chileno. Cada sub-sección abordará una de estas leyes, explicando sus objetivos, los principales contenidos técnicos, los cambios que introducen respecto de la situación previa y los desafíos para su implementación o efectos esperados. Las leyes escogidas para este análisis son:

1. **Ley Marco de Cambio Climático (Nº 21.455, 13/06/2022)** – Establece la gobernanza climática chilena de largo plazo.

2. **Ley que Crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas – SBAP (Nº 21.600, 06/09/2023)** – Reforma institucional para la conservación de la naturaleza.

3. **Leyes de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y Economía Circular (ajustes 2022–2025)** – Evolución del marco de gestión de residuos post Ley 20.920, incluyendo nuevas regulaciones.

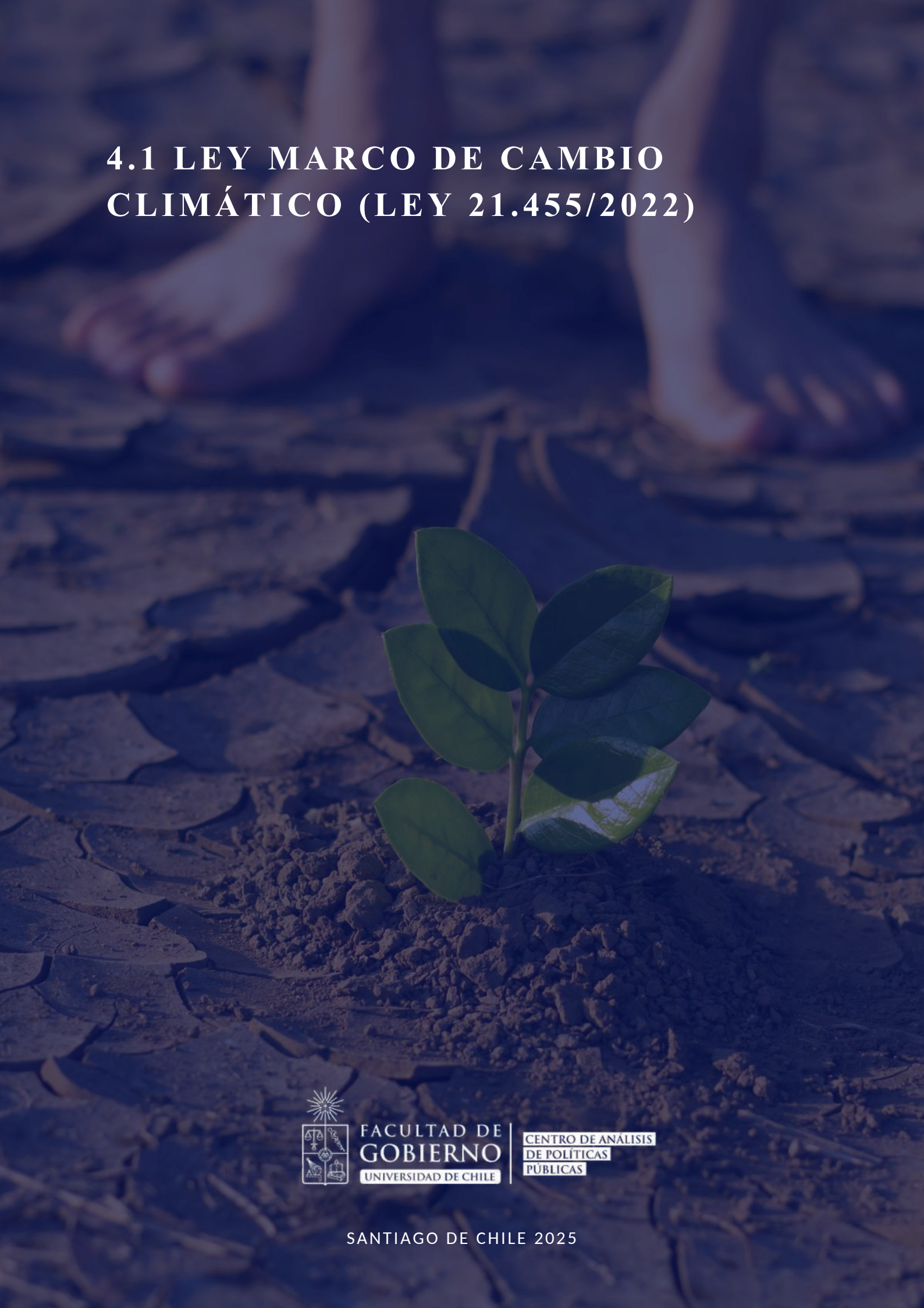
4. **Reforma al Código de Aguas (Ley Nº 21.435, 06/04/2022)** – Cambio paradigmático en la gobernanza del agua en Chile.

5. **Acuerdo de Escazú (aprobado por Congreso 31/05/2022, promulgado 06/07/2022)** – Implicancias de la adhesión al primer tratado ambiental de DDHH en ALyC.

6. **Ley de Delitos Ambientales (Ley Nº 21.595, 07/09/2023)** – Incorporación de delitos contra el medio ambiente en la legislación penal chilena, a través de la Ley de Delitos Económicos.

Cada análisis combinará la descripción legal con consideraciones sobre su relevancia práctica, citando cuando corresponda fuentes oficiales o expertos para respaldar la discusión.

4.1 LEY MARCO DE CAMBIO CLIMÁTICO (LEY 21.455/2022)



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

4.1 LEY MARCO DE CAMBIO CLIMÁTICO (LEY 21.455/2022)

La **Ley Marco de Cambio Climático (LMCC)**, publicada el 13 de junio de 2022, representa un **paso histórico en el derecho ambiental chileno** al crear por primera vez un marco jurídico integral para enfrentar la crisis climática. Chile se convirtió así en el segundo país de Latinoamérica (tras México) en contar con una ley específica de cambio climático*[74]*, lo que responde tanto a sus compromisos internacionales como a su alta vulnerabilidad climática.

- O**bjetivo y Principios:** La ley declara como objetivo central **alcanzar y mantener la neutralidad de emisiones de gases de efecto invernadero al año 2050, y fortalecer la adaptación al cambio climático para reducir la vulnerabilidad del país***[54][15]*. Para ello, **consagra principios** que deben guiar la acción climática, muchos de ellos ya reconocidos globalmente, como: principio de **no regresión ambiental**, de equidad intergeneracional, de ciencia y evidencia (decisiones basadas en ciencia climática), de costo-efectividad, de participación ciudadana, y de justicia climática (considerando impactos desproporcionados en grupos vulnerables).



Metas Vinculantes: La LMCC fija explícitamente dos **metas país de carácter vinculante**:

- M**itigación:** Lograr la **carbono-neutralidad a más tardar el año 2050***[75]*. Es decir, que las emisiones antropogénicas netas de GEI sean cero o negativas desde 2050 en adelante. Esta meta puede adelantarse en el tiempo, pero no postergarse, y deberá ser revisada cada 5 años por el MMA a la luz de nuevos conocimientos científicos (posibilitando mayor ambición)[75]**[76]**.
- ***A*daptación: Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia del país frente a los efectos adversos del cambio climático***[77]*[78]. Si bien esta meta es más cualitativa, la ley obliga a establecer indicadores y evaluaciones periódicas de los avances en resiliencia.

Estas metas alinean al país con el objetivo del Acuerdo de París de limitar el calentamiento global (mitigación) y preparar a la sociedad para sus impactos (adaptación). En especial, la carbono-neutralidad al 2050 exige transformar radicalmente sectores como energía, transporte, industria y uso de suelo en las próximas tres décadas.

Instrumentos de Planificación Climática: La ley crea un **sistema jerarquizado de instrumentos** para asegurar el cumplimiento de las metas:

- **Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP)**: Instrumento nacional, con un horizonte de *30 años*, que establece el presupuesto de carbono global a emitirse, las trayectorias de reducción por sector y los objetivos de adaptación de largo plazo. Debe actualizarse cada 10 años. Chile de hecho aprobó su primera ECLP 2050 en 2021, anticipándose a la ley, por lo que la ley la reconoce como vigente y la somete a actualizaciones conforme al mecanismo legal.
- **Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC)**: La ley la incorpora al ordenamiento, indicando que Chile presentará cada 5 años su NDC en el marco del Acuerdo de París, la cual deberá ser coherente con la meta 2050 y con la ECLP*[54]*. La NDC establece metas a 5-10 años, como por ejemplo el compromiso actual de Chile de *emisiones netas máximas de 95 MtCO2e al 2030* y *100% energía eléctrica libre de carbón al 2040*. La diferencia es que ahora la NDC tiene sustento legal interno, no solo compromisos internacionales.
- **Planes Sectoriales de Mitigación**: La ley ordena que 7 sectores emisores clave (Energía, Transporte, Industria/Minería, Silvoagropecuario, Residuos, Edificaciones, y Pesca/Acuicultura) desarrollen planes de mitigación con medidas concretas para contribuir a la meta nacional*[55]*. Estos planes son obligatorios para los ministerios respectivos, con metas sectoriales e indicadores. Por ejemplo, el sector Energía deberá planificar el retiro de centrales fósiles y aumento de ERNC; Transporte, la electromovilidad masiva, etc.
- **Planes Sectoriales de Adaptación**: De igual forma, ministerios en 5 sectores prioritarios para la adaptación (Recursos Hídricos, Biodiversidad, Salud, Ciudades e Infraestructura, y Energía) deben elaborar planes de adaptación que reduzcan la vulnerabilidad en sus ámbitos. Por ejemplo, el Min. de Obras Públicas debe planificar la infraestructura hídrica ante sequías, el Min. de Salud preparar el sistema sanitario ante olas de calor, etc.
- · **Planes Regionales de Cambio Climático**: Cada Gobierno Regional, con apoyo técnico del MMA, debe dictar un plan de acción climática adaptado a sus realidades, integrando mitigación y adaptación a nivel subnacional*[55]*. Esto es crucial, pues Chile es geográficamente diverso: las acciones efectivas deben considerar particularidades locales (no es lo mismo la adaptación en Magallanes que en Atacama).

- **Planes Comunales de Cambio Climático**: De carácter voluntario pero fomentados por la ley, para que los municipios integren medidas climáticas en su gestión (por ej., planes de arborización urbana, gestión de riesgos de inundación, etc.). Algunos municipios (ej. Santiago, Providencia) ya habían desarrollado planes climáticos, ahora se espera se masifique.
- **Evaluación Estratégica de Cambio Climático (EECC)**: La ley dispone que los instrumentos de planificación territorial (IPT) – llámese Planes Reguladores Comunales, Intercomunales, Planes Regionales de Ordenamiento Territorial, etc. – deberán incorporar consideraciones de cambio climático a través de una EECC, similar a una evaluación ambiental estratégica pero enfocada en riesgos y emisiones. De este modo, decisiones sobre uso de suelo deberán tomar en cuenta escenarios climáticos futuros (p.ej. prohibir desarrollos en zonas que serán inundables por aumento del nivel del mar)*[56]*.

Gobernanza y Obligaciones de Organismos: La LMCC **distribuye responsabilidades climáticas en toda la administración pública***[55]*. Establece una **estructura institucional** con:

- Un **Consejo de Ministros para la Acción Climática**, presidido por el/la Ministro(a) del Medio Ambiente, que coordinará la formulación e implementación de todos los instrumentos climáticos, asegurando alineamiento multisectorial.
- Un **Comité Científico Asesor** de alto nivel, para proveer evidencia y recomendaciones basadas en ciencia (importante para mantener actualizadas las metas con base científica).
- Una obligación para *13 Ministerios* (Medio Ambiente, Energía, Transportes, Hacienda, Agricultura, Salud, Vivienda, Obras Públicas, Defensa -por meteo-, Ciencia, Relaciones Exteriores, Interior -por ONEMI-, y Minería) de designar puntos focales y rendir cuentas de sus acciones climáticas. Esto fuerza a la **transversalización**: que el tema climático deje de ser solo "tema del MMA" y pase a ser considerado en planificación sectorial de todos ellos*[55]*.
- También encarga a **regiones y municipios** roles: los GORE deben implementar sus Planes Regionales y crear *Consejos Regionales de Cambio Climático* con actores locales; los municipios integrarse en planes comunales y educar a la comunidad.
-

La ley además incorpora consideraciones como **financiamiento climático** (el Estado deberá considerar en presupuestos nacionales recursos para implementar acciones de la estrategia climática), **transparencia** (informa que Chile reportará sus avances a la ONU, y el MMA deberá informar anualmente al Congreso el estado de cumplimiento de la ley), y **mecanismos de mercado** (deja abierta la posibilidad de implementar mercado de carbono doméstico o impuestos verdes ampliados, aunque sin detalles específicos, algo que podría desarrollarse vía reglamentos posteriores).

Comparación con situación previa: Antes de la LMCC, Chile operaba con metas climáticas voluntarias derivadas de la NDC 2020 y planes no vinculantes. La ley **otorga fuerza legal a la meta 2050 y a los planes**, reduciendo riesgo de vaivenes políticos: cualquier gobierno futuro estará obligado por ley a mantener o mejorar la ruta a la neutralidad*[54]*. Además, antes no había distribución formal de responsabilidades: ahora cada cartera sabe qué se espera de ella (ej. MinAgricultura debe bajar emisiones de ganadería, MinTransporte electrificar buses, etc.). En adaptación, pre-ley existían planes sectoriales de adaptación por política pública (Chile tuvo ~11 planes entre 2013-2019) pero dependían de voluntad del gobierno de turno; la ley los institucionaliza y los integra bajo objetivos comunes, elevando su estatus.

Desafíos de implementación: Aunque la LMCC es ambiciosa, su éxito dependerá en gran medida de la implementación:

- **Reglamentos pendientes:** La ley otorgó 1 año desde su publicación para dictar su Reglamento, que detallará metodologías para planes, coordinación, etc. (A fines de 2023 ese reglamento está en consulta). El contenido de este reglamento será crucial, por ejemplo, para cómo se calculan presupuestos de carbono sectoriales o cómo se mide resiliencia.
- **Voluntad política sostenida:** Se requerirá que futuros gobiernos mantengan o eleven la ambición. Si bien la meta 2050 es obligatoria, la rigurosidad de los planes sectoriales aún puede variar. La ley tiene la virtud de crear accountability (informes anuales al Congreso), pero sin sanciones directas en caso de incumplir metas intermedias, la presión ciudadana y política será el mecanismo para asegurar cumplimiento.
- **Recursos financieros:** Las acciones climáticas cuestan. Por ejemplo, la electrificación del transporte público en Chile implica inversiones millonarias en buses e infraestructura; la protección costera contra marejadas igualmente. La ley en sí no crea un fondo nuevo (a diferencia de otros países), sino que indica que Hacienda debe orientar presupuesto. Un reto será canalizar financiamiento internacional y privado. Chile está explorando bonos verdes soberanos, etc., para costear parte de la transición.
- **Articulación multinivel:** Poner de acuerdo a 345 municipios, 16 gobiernos regionales y 24 ministerios en torno al clima es complejo. Se necesitarán instancias efectivas de coordinación (el Consejo de Ministros y los Comités Regionales deberán funcionar realmente, no solo en papel) y también fortalecer capacidades técnicas locales – muchos municipios pequeños carecen de personal ambiental especializado.
- **Medición y monitoreo:** La ley ordena actualizar inventarios de GEI bianuales y desarrollar indicadores de adaptación. Se requerirá robustecer al *SNICHILE* (Sistema Nacional de Inventarios de Chile) y otros sistemas de información climática*[55]*. Además, incorporar métricas de vulnerabilidad socioeconómica no es trivial (¿cómo medir resiliencia? hay que definirlo en reglamento).

Impacto esperado: La LMCC debería orientar la economía chilena por la senda de la descarbonización. Estudios previos indicaban que, con políticas adicionales, Chile puede lograr carbono neutralidad incluso antes de 2050, pero requería instrumentarlo legalmente*[79]*. Con la ley, se espera mayor certeza para inversiones verdes (ERNC, hidrógeno verde, etc.), dado que hay una señal clara de Estado. Asimismo, en adaptación, debiera traducirse en infraestructura más resiliente (p.ej. nuevas carreteras considerando aumentos de temperatura y lluvias extremas) y ciudades más preparadas (planes de inundaciones, alertas tempranas).

La comunidad internacional ha valorado esta ley: CEPAL la destacó como ejemplo de incorporar metas de largo plazo en la legislación[80]. Internamente, académicos como Sara Larrain señalaron que “por fin Chile tiene una brújula legal para la acción climática, ahora la tarea es caminar el rumbo señalado” (cita de prensa). En síntesis, la LMCC impulsa un cambio de paradigma, al obligar a pensar todas las políticas sectoriales bajo la óptica climática. Como dijo el propio gobierno, “el cambio climático deja de ser opcional en la planificación del desarrollo”[81]. Resta mucho trabajo para que esa planificación se haga realidad, pero la base legal está puesta.

4.2 LEY QUE CREA EL SERVICIO DE BIODIVERSIDAD Y ÁREAS PROTEGIDAS (LEY 21.600/2023)



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

4.2 LEY QUE CREA EL SERVICIO DE BIODIVERSIDAD Y ÁREAS PROTEGIDAS (LEY 21.600/2023)

La **Ley Nº 21.600**, publicada el 6 de septiembre de 2023, establece la creación del **Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP)** y de un **Sistema Nacional de Áreas Protegidas**, transformándose en uno de los hitos más significativos en la historia reciente del derecho ambiental chileno. Esta ley, coloquialmente denominada "Ley SBAP" o "Ley de la Naturaleza", **llenó un vacío institucional de más de una década**, dado que la reforma que creó el Ministerio del Medio Ambiente en 2010 había dejado pendiente la conformación de un servicio público encargado de biodiversidad, la llamada "cuarta pata" de la institucionalidad ambiental*[82]*.

Aprobada tras **12 años de tramitación parlamentaria** –el proyecto original data de 2011– la ley SBAP venía siendo demandada por científicos y ecologistas como fundamental para detener la pérdida de ecosistemas y especies en Chile*[24]*. No en vano, durante su espera, la biodiversidad chilena continuó enfrentando presiones (42% de las áreas protegidas con actividad industrial en 2011, según estudio citado) *[65]*.

Principales contenidos de la Ley SBAP:

- **Creación del Servicio:** El SBAP se configura como un **servicio público funcionalmente descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio**, sujeto a la supervigilancia del Presidente vía Ministerio del Medio Ambiente*[83][84]*. Tendrá presencia regional a través de Direcciones Regionales en todas las regiones, lo cual es clave dada la diversidad territorial de Chile en biodiversidad. Un Director Nacional, seleccionado por Alta Dirección Pública, liderará el servicio*[85]*.
- **Objeto del SBAP:** La ley define que el objetivo del servicio es **la conservación de la diversidad biológica y la protección del patrimonio natural del país**, mediante la **preservación, restauración y uso sustentable** de genes, especies y ecosistemas*[83][86]*. Expresamente excluye la sanidad vegetal y animal (que sigue en SAG) y la prevención de incendios forestales (que se mantiene en CONAF/Servicio Forestal) del ámbito del SBAP, aunque señala que dichas acciones deberán considerar la protección de la biodiversidad*[87]*.
- **Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP):** Se crea un **nuevo Sistema Nacional de Áreas Protegidas**, integrando todas las áreas protegidas del país bajo un solo paraguas. Se definen 6 **categorías de áreas protegidas** estatales: a) Reserva de Región Virgen; b) Parque Nacional; c) Monumento Natural; d) Reserva Nacional; e) Área de Conservación de Múltiples Usos; f) Área de Conservación de Pueblos Indígenas*[88][89]*. Estas categorías en buena parte recogen las ya existentes bajo el Sistema de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) – que manejaba CONAF – pero incorporan la categoría **e)** de múltiples usos (permitirá zonas con uso productivo limitado, similar a reservas de biosfera) y **f)** áreas de conservación indígena, reconociendo la posibilidad de administración por comunidades indígenas.

Adicionalmente, la ley señala que las **áreas protegidas privadas** formarán parte del Sistema Nacional, reconociendo su contribución a la conservación*[90]*. Esto es importante porque había decenas de iniciativas privadas (santuarios, reservas) sin conexión formal a las políticas públicas; ahora se espera integrarlas voluntariamente en estrategias nacionales.

- **Traspaso de funciones de CONAF:** El SBAP asumirá la administración de todas las áreas protegidas del Estado terrestres que actualmente gestiona CONAF (parques, reservas, monumentos). Para ello, la ley **deroga la Ley Nº 18.362 de 1984, que había creado el Sistema de Áreas Silvestres Protegidas bajo CONAF***[91]*. Esto implica que, una vez operativo el SBAP, CONAF dejará de gestionar parques nacionales (en lo que concierne a conservación; CONAF se reconvertirá en el futuro Servicio Forestal enfocado en manejo de bosques productivos e incendios, según proyecto paralelo).

- **Herramientas de Conservación y Fiscalización:** La ley otorga al SBAP varias facultades nuevas:

1. A**dministración y Planes de Manejo:** El SBAP deberá elaborar y ejecutar los planes de manejo de cada área protegida del SNAP. Tendrá potestad para **fiscalizar el cumplimiento de dichos planes de manejo** por parte de concesionarios o coadministradores*[92][93]*.
2. **Concesiones en áreas protegidas:** Se regula por primera vez la figura de concesiones al interior de áreas protegidas (por ejemplo, para turismo). La ley permite que el SBAP otorgue **concesiones en áreas protegidas fiscales solo para actividades de investigación científica, educación o turismo** que requieran infraestructura fija, con duración >1 año*[94]*. Exige un **Comité Técnico Consultivo** para asesorar en el otorgamiento de concesiones, asegurando que se evalúen con criterios de no dañar la integridad del área*[94]*. Esto es crucial porque resuelve un antiguo debate: se podrán desarrollar servicios turísticos dentro de parques, pero bajo estándares claros y no cualquier inversión (se cierra la puerta a, por ejemplo, hoteles de lujo incompatibles).
3. **Prohibición de actividades extractivas en categorías estrictas:** Uno de los aportes más aplaudidos de la ley es que dispone que **en al menos tres de las categorías más estrictas (Reserva de Región Virgen, Parque Nacional, Monumento Natural)** no se permitirán concesiones de actividades productivas sectoriales ni la acuicultura*[23][65]*. Esto quiere decir que, por ejemplo, **la minería está prohibida dentro de parques nacionales**, zanjando una ambigüedad previa donde la normativa de concesiones mineras incluso permitía pedimentos en parques (aunque no explotarlos sin desafectación). Igualmente en Parques y Reservas no se permitirán concesiones acuícolas (un problema en reservas marinas con salmoneras). Chile Sustentable destacó que con esto "ya tenemos Ley de la República que impide la explotación en al menos las categorías más estrictas"*[65]*.
4. **Fondo Nacional de la Biodiversidad:** La ley crea un fondo económico para financiar actividades de conservación de biodiversidad*[95]*. Ese fondo podrá nutrirse de aportes fiscales anuales (que deberán asignarse en la Ley de Presupuestos), donaciones de privados e incluso multas. Es un instrumento para apoyar proyectos de restauración, investigación aplicada, etc. Sin embargo, la efectividad dependerá de dotarlo de recursos significativos: su creación es un paso necesario, pero no suficiente.

- **Fiscalización:** A diferencia de CONAF, que al ser corporación de derecho privado no tenía potestades fiscalizadoras, el SBAP sí tendrá **poder de policía ambiental** dentro de su ámbito. Fiscalizará el cumplimiento de los planes de manejo, obligaciones de propietarios de áreas protegidas privadas, obligaciones derivadas de contratos de concesión, permisos otorgados dentro de AP, etc., pudiendo cursar **multas u otras sanciones***[92][93]*. Esto es importante porque actualmente muchas infracciones en parques (tala ilegal, desarrollo no autorizado) quedaban impunes o dependían de acciones de SMA o tribunales, los cuales no siempre cubrían todo.
- **Protección de Humedales y Especies:** La ley otorga al SBAP también instrumentos para protección **in situ y ex situ** de biodiversidad. Por ejemplo, podrá declarar **"Espacios Naturales en categoría de Restauración"** en zonas degradadas prioritarias, para enfocar esfuerzos. También refuerza herramientas de **conservación ex situ** (bancos genéticos, criaderos con fines de reinserción, etc.), y mandata la elaboración de **Planes de Conservación de Especies** para las especies amenazadas más relevantes, lo cual institucionaliza algo que ya se hacía caso a caso.
- **Áreas de Conservación de Pueblos Indígenas:** Esta es una innovación notable: se crea una figura de área protegida administrada por comunidades indígenas. Se establece que el Estado puede **reconocer territorios indígenas conservados ancestralmente como áreas protegidas indígenas**, administradas en conjunto con las comunidades. Esto se alinea con el enfoque de "conservación con pueblos originarios" (ej. experiencias de conservación mapuche en bosques, o áreas marinas costeras gestionadas por comunidades). Para su aplicación, se necesitará reglamentar cómo se solicita, qué estándares de conservación se exigen, etc., pero es un avance en integración cultural de la conservación.
- **Derogaciones y Coordinación Normativa:** Como se dijo, la ley deroga la antigua Ley 18.362 (SNASPE) y modifica la Ley 19.300 (Bases del Medio Ambiente) para adecuarla a la nueva institucionalidad. Por ejemplo, cambia la composición del Consejo de Ministros (sale CONAF, entra SBAP), y ajusta ciertas definiciones. Asimismo, se prevé la dictación de **varios reglamentos**: uno orgánico del SBAP, otro para clasificación de áreas protegidas, uno para concesiones, etc.

Importancia y cambio respecto a situación previa: Antes de esta ley, la gestión de la biodiversidad en Chile estaba fragmentada: las áreas protegidas terrestres en manos de una corporación (CONAF) sin rango legal ni financiamiento suficiente, las áreas marinas protegidas bajo el Ministerio del Medio Ambiente/Subsecretaría de Pesca (y en algunos casos en co-manejo con comunidades), la biodiversidad fuera de AP sin un organismo rector (SAG veía caza y especies invasoras, CONAF bosque nativo, pero nadie en global). Esto generaba **dispersión institucional** y "silos" que restaban eficacia a la conservación*[50]*. Con el SBAP, Chile tendrá por primera vez **un organismo público 100% dedicado a cuidar áreas protegidas y biodiversidad***[96][50]*.

En palabras de la ministra Maisa Rojas, *"ahora tenemos una institución pública 100% dedicada a esta tarea (conservar), lo que antes estaba disperso en cinco ministerios; esa dispersión no le hacía bien ni a la naturaleza ni a nosotros"[50]*. Esto resume el beneficio esperado: mayor eficacia y mirada integral de ecosistemas. Un solo servicio podrá planificar corredores biológicos integrando tierra y mar, por ejemplo, o ejecutar políticas de restauración en cuencas integrales, en lugar de acciones aisladas por sector.

La protección legal también se fortalece: antes, un Parque Nacional podía ser intervenido por proyectos mineros con relativa facilidad (bastaba una ley especial para desafectar, y al no haber ente fiscalizador robusto, hubo deterioros). Ahora, la prohibición explícita de concesiones sectoriales en Parques dificulta esas amenazas*[65]*. No es imposible (el Estado siempre podría derogar esa protección para un caso específico, pero políticamente será más costoso). En el mar, esta ley ayudará a enfrentar un problema: las *AMP costeras vs. salmoneras* en el sur. Muchas reservas marinas se solapaban con concesiones acuícolas existentes; con la figura de Múltiples Usos se permitirá zonificar mejor y con la restricción en Parques Marinos no debieran otorgarse nuevas salmoneras en áreas núcleo.

Desafíos de implementación: Aunque la ley entró en vigencia al momento de publicación, prevé un **periodo transitorio de 3 años** para la instalación del SBAP. Esto significa que **recién en 2026** se completaría el traspaso de competencias desde CONAF y otros organismos al SBAP. Los desafíos principales:

- **Recursos humanos y financieros:** CONAF manejaba ~101 áreas protegidas con ~1000 guardaparques y personal de apoyo con financiamiento limitado. El SBAP necesitará incrementar ese número para una gestión óptima (Chile tiene 21% del territorio bajo protección, y más áreas marinas, la carga es enorme). Se estima se requerirá duplicar o triplicar el presupuesto actual de conservación (que era del orden de USD 40 millones/año). Sin la asignación presupuestaria, el SBAP podría nacer sin dientes. Ya organizaciones advierten que el **financiamiento estatal debe aumentar** sustantivamente*[51]*.
- **Traspaso ordenado de personal:** Muchos guardaparques de CONAF temen por su situación laboral al pasar a un servicio público (CONAF era privada). La ley contempla absorción de personal, respetando antigüedad, pero habrá que hacer concursos ADP para direcciones regionales, etc., lo que puede generar incertidumbre y eventual pérdida de talento si no se gestiona bien.
- **Reglamentos pendientes:** Se deben dictar reglamentos claves: uno sobre **Concesiones en áreas protegidas** (que defina criterios de sustentabilidad, proceso de otorgamiento transparente, tarifas, etc.), otro sobre **Participación de comunidades indígenas** en la administración (posibles convenios de co-manejo), uno sobre **Planes de manejo tipo**. La calidad de estos reglamentos incidirá en la efectividad. Por ejemplo, un reglamento de concesiones estricto evitará abusos turísticos, pero uno muy laxo podría abrir resquicios.
- **Coordinación interagencial:** Aunque el SBAP centraliza la conservación, seguirá necesitando trabajar con SAG (que ve fauna fuera de AP y especies exóticas), con SERNAPESCA en áreas marinas protegidas (por la interacción con pesquerías), con la Dirección de Aguas en reservas de agua para ecosistemas, etc. Deberá firmar convenios y coordinar, para lo cual se requerirá voluntad de todos. La experiencia muestra que a veces surgen "celos" institucionales; será labor de la MMA y de la alta dirección del SBAP asegurar sinergias.
- · **Expectativas vs. realidad:** La creación del SBAP elevó mucho las expectativas en la ciudadanía. Se espera que con él "se resuelva" la pérdida de biodiversidad. Sin embargo, problemas como la **minería ilegal, la tala clandestina, el cambio de uso de suelo por agricultura** no se solucionan solo con el SBAP: requieren fiscalización en terreno, sanciones efectivas. La SMA mantendrá su rol en fiscalizar daño ambiental significativo, y el SBAP lo suyo en AP. Si los problemas ambientales ocurren fuera de AP (por ej., deforestación en predios privados), SBAP tendrá poco alcance directo (aunque Planes de Recuperación Ex Situ pueden incidir). Por ello, la pérdida de hábitat por desarrollo será un tema a seguir gestionando con instrumentos de ordenamiento, evaluación ambiental, etc., más allá del SBAP.

Impacto esperado: A mediano plazo, se espera ver **mejoras en la gestión de parques y reservas existentes**: más guardaparques, planes de manejo actualizados, mejor infraestructura en áreas protegidas (lo cual redunda en mayor protección y también en mejor experiencia de visitantes, potenciando turismo sustentable). Un SBAP eficaz podría aumentar el número de visitantes a parques de manera controlada, generando incluso ingresos locales.

Asimismo, se podrá impulsar la **creación de nuevas áreas protegidas** con mayor rapidez. Por ejemplo, la red de Parques de la Patagonia (legado Tompkins) aún tiene pendientes incorporaciones, o áreas marinas propuestas (Dorsal de Nasca-Desventuradas, ampliación de AMP Rapa Nui). Con un servicio especializado, estos procesos deberían agilizarse.

También la **restauración ecológica** debería ganar protagonismo. La ley mandata al SBAP a restaurar ecosistemas degradados; con fondos adecuados, Chile podría replicar programas como "Reforestemos Patagonia" a escala mayor, o recuperación de bosques quemados.

En la práctica, la plena operatividad del SBAP transformará la imagen que el país tiene de su conservación: de un modelo históricamente orientado a *"conservar pero sin molestar desarrollo"* a uno más proactivo donde la conservación es parte de la planificación territorial. Una vez el SBAP esté activo, por ejemplo, deberá incidir en la *Evaluación Ambiental Estratégica* de políticas sectoriales (tiene que asegurarse que políticas de energía, transporte, etc., integren consideraciones de biodiversidad).

Organizaciones como WWF Chile calificaron esta ley como *"el avance más significativo en 30 años para la naturaleza chilena"*. Sin duda, será uno de los legados perdurables del periodo 2022-2025, siempre que su implementación se concrete en forma robusta.

En conclusión, la Ley SBAP **fortalece la estructura del Estado para proteger la naturaleza**, atajando varios problemas históricos: falta de un ente rector, protección insuficiente dentro de áreas (ahora sin minería), debilidad fiscalizadora (ahora con capacidad sancionatoria), e integración de comunidades (con áreas indígenas). El éxito se medirá en reducción de la tasa de deforestación, estabilización de especies en peligro y mayor cobertura y calidad de las áreas protegidas. Son metas ambiciosas, pero con esta herramienta, Chile al menos se da la oportunidad real de lograrlas*[23][24]*.

4.3 LEY REP Y AVANCES EN ECONOMÍA CIRCULAR (2016–2025)



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

4.3 LEY REP Y AVANCES EN ECONOMÍA CIRCULAR (2016–2025)

La Ley N°20.920, publicada en 2016, estableció en Chile el **Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y el Fomento al Reciclaje**. Dado que dicha ley antecede al periodo analizado, no es una ley nueva de 2022–2025, pero sus **etapas de implementación más importantes ocurrieron precisamente durante 2022-2025**, y en ese lapso se han introducido **ajustes legislativos y reglamentarios** para mejorar su aplicación. Por ello, en este apartado se aborda la evolución de la Ley REP en estos años: **qué se ha logrado, qué modificaciones se le han hecho o propuesto (las "leyes REP ajustes"), y cuál es el panorama actual de la economía circular en Chile**.

Contexto: La Ley REP (20.920) fue pionera en Latinoamérica al obligar a los productores/importadores de ciertos productos masivos a organizar y financiar la gestión de los residuos post-consumo de esos productos*[97]*. Se definieron originalmente **6 "productos prioritarios"** sujetos a REP: **aceites lubricantes, aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), baterías, pilas, neumáticos, y envases y embalajes***[98]*. La ley estableció metas de recolección y valorización a ser cumplidas gradualmente, y se diseñó un esquema donde los productores forman **Sistemas de Gestión** (asociaciones o empresas especializadas) para cumplir las metas colectivamente.

Para 2022, sin embargo, la implementación iba rezagada: solo había metas fijadas vía decreto para **neumáticos** (DS 8/2019 MMA) y se ultimaban las de **envases y embalajes** (DS 12/2020 MMA). Fue durante 2022-2023 que entraron en régimen las primeras obligaciones concretas: a partir de septiembre de 2022 los productores de envases y embalajes debían estar inscritos en registro, y **en septiembre de 2023 comenzó la primera meta de recolección de residuos de envases (10% de envases domiciliarios)***[99] [100]*. Igualmente, en 2023 se iniciaron las recolecciones obligatorias de neumáticos fuera de uso.

Ajustes normativos via reglamentos: Un avance importante en este periodo fue la **aprobación de los Decretos de Metas REP** para más categorías: - En 2022 se publicó el **DS 12/2022** con las metas para **Envases y Embalajes**, que fijó tasas crecientes de reciclaje al 2030 (por ejemplo, 60% para envases de vidrio, 45% para plástico)*[99]*. - En 2023 se avanzó en el DS para **Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)**, que fue sometido a consulta pública. Este decreto –que posiblemente se firme en 2024– pondrá metas a productores de electrónicos y electrodomésticos, un flujo complejo por componentes peligrosos. - También se trabajó en el decreto de **Baterías**, prepublicado en 2023. Ambos reglamentos dotarán de plazos para recolección de chatarra electrónica y baterías de vehículos, respectivamente.

Estos no son leyes, sino reglamentos técnicos emanados de la ley 20.920, pero marcan hitos del periodo. Su desarrollo no estuvo exento de ajustes legislativos: por ejemplo, para facilitar la recolección de envases se requirió modificar la Ordenanza General de Municipalidades y autorizar a los Sistemas de Gestión a operar puntos limpios en la vía pública; eso se hizo mediante la Ley 21.597 (27/10/2022), pequeña modificación a la Ley Orgánica Municipal que aclaró competencias municipales en reciclaje.

Problemas detectados y propuestas legislativas: Durante la implementación, emergieron ciertos problemas que motivaron **mociones de "ajuste" a la Ley REP**:

1. **Residuos industriales y mineros no cubiertos:** La Ley REP se enfocó en productos de consumo masivo, pero sectores como la minería generan enormes residuos (como relaves, neumáticos de gran tamaño, aceites industriales). Si bien la ley incluyó neumáticos de minería, hay otros vacíos. Por ello, surgen proyectos como el Boletín 16.426-08 (Dip. Ahumada) que propone *incorporar los tranques de relaves mineros como sujetos de planes de recuperación de elementos pesados*[101][102]. Esto **ampliaría el alcance de la REP** hacia residuos peligrosos de la minería, obligando a mineras a hacerse cargo de metales tóxicos en sus relaves, evitando contaminación de suelos y aguas. A noviembre 2025, esta moción está en primer trámite y cuenta con apoyo transversal por los impactos ambientales de relaves abandonados (ej. caso Exotienda en Copiapó).

Otro ejemplo: gestión de residuos de la construcción. En 2023, el Ejecutivo anunció que evaluaría incluir "escombros" como producto prioritario, pero hasta ahora se han fomentado planes voluntarios sectoriales. No obstante, hay mociones (no tramitadas aún) que plantean obligaciones a constructoras de reciclar un % de áridos.

1. **Nuevos productos prioritarios:** Activistas han pedido añadir **colillas de cigarrillos, textiles, pañales desechables** y otros al marco REP. En 2023:
2. La moción Boletín 15.805-12 propone incorporar **textiles y ropa** como producto prioritario, obligando a marcas de moda a recolectar ropa usada. Esta surge por el escándalo de los cementerios de ropa en el desierto de Atacama que se hicieron virales (Chile recibe toneladas de ropa usada de EEUU/EU, mucha termina botada). Está en primer trámite y se discute la factibilidad técnica (reciclaje textil es complejo y pocos países lo han hecho obligatorio, pero la contaminación textil es real).
3. Respecto a **colillas de cigarro**, si bien no se incluyeron formalmente en REP, se legisló por la vía de prohibir su disposición inadecuada (Ley Chao Colillas 21.413). Adicionalmente, la campaña "Chao Colillas" promovió convenios voluntarios con tabacaleras para que instalen contenedores y financien reciclaje de filtros (hechos de acetato de celulosa). Incluso se evalúa un reglamento para que colillas se consideren residuo peligroso (por la nicotina y tóxicos lixiviables) – lo cual apuraría su gestión.
4. **Pañales desechables:** Un residuo voluminoso en la fracción domiciliaria (cerca de 5-10% de la basura), generando mociones para que se obligue a fabricantes a tener planes de recogida. No avanzaron a ley aún, en parte por la dificultad tecnológica de reciclaje de pañales (algunos países como Japón lo han intentado con plantas especializadas).
5. **Metas y plazos muy exigentes para plásticos:** La industria del plástico presionó indicando que las metas de reciclaje de envases plásticos (45% al 2030) eran altas en comparación con la base muy baja de Chile (~8% en 2021). Algunos parlamentarios plantearon revisar las metas por ley, pero finalmente el consenso fue mantenerlas y buscar apoyo a innovación (por ej., inversión en plantas de reciclaje químico). No hubo modificación legal, pero sí debate público.
6. **Fondo para el Reciclaje sin recursos:** La Ley REP creó un **Fondo para el Reciclaje** concursable para proyectos municipales o comunitarios de reciclaje, con aporte fiscal anual. Sin embargo, en la Ley de Presupuestos 2022 ese fondo quedó en $0 pesos, lo que fue criticado[103]. Medios como *País Circular* denunciaron la desfinanciación. En respuesta, para 2023-2024 el gobierno reasignó algunos recursos (aunque aún exiguos). Hubo intentos de introducir vía Ley de Presupuestos textos para obligar a financiarlo, sin éxito. Esto demuestra que a veces las leyes requieren voluntad presupuestaria para funcionar. Posible solución a futuro: destinar un % de lo recaudado por impuestos verdes o por multas de la SMA al Fondo Reciclaje (se ha sugerido en comisiones, pero no se concretó en ley aún).

7. **Simplificación para PyMEs:** Las pequeñas empresas productoras han alegado carga excesiva para cumplir REP (deben unirse a sistemas de gestión y pagar cuotas). En 2023 se presentó la moción Boletín 16.391-12 para elevar los umbrales de productores obligados (eximir a microempresas con muy bajas ventas). Está en discusión técnica, buscando equilibrio entre no crear vacíos (muchos pequeños suman mucho residuo) y evitar costos desproporcionados. Es probable que se atienda vía reglamentaria modulando cuotas para PyMEs, más que por ley.

Implementación práctica 2022-2025: Más allá de legislación, es ilustrativo ver los avances: - En **Envases y embalajes**, a fines de 2023 ya hay 3 grandes sistemas de gestión operando (Reconpack, EcoLógica, y uno de AB Chile) que afiliaron a más de 150 empresas productores (representan ~80% del mercado) y comenzaron a recolectar materiales en comunas piloto. Se instalaron cientos de puntos verdes nuevos y se ampliaron recolecciones domiciliarias en comunas como Vitacura, Las Condes, Providencia y otras. El desafío será expandirlo a regiones y comunas rurales antes de 2030. - En **Neumáticos**, Chile avanzó con la instalación de 2 plantas de reciclaje de neumáticos mineros (en Antofagasta y Biobío) para cumplir la meta 100% para neumáticos grandes al 2026. Es uno de los éxitos: empresas grandes (mineras, Michelin) invirtieron ante la obligación. - En **AEE**, se implementaron pilotos de recolección de electrónicos en tiendas retail por convenios voluntarios, anticipando la futura obligación. Igualmente, empresas eléctricas empezaron a gestionar residuos de ampolletas y luminarias por la Norma Lumínica.
Estos esfuerzos evidencian que la cultura de economía circular empieza a permear, aunque Chile aún recicla un porcentaje bajo (~12% residuos domiciliarios en 2023). La expectativa del MMA es que con la REP, esa tasa supere 30% a 2030.

Cambios legislativos aprobados: Durante 2022-25 se aprobaron **algunas leyes complementarias** a la Ley REP: - **Ley 21.456 (14/12/2022):** Modificó la ley de bolsas plásticas para permitir el uso de bolsas compostables certificadas en zonas alejadas sin alternativas, y endureció sanciones por incumplimiento de entrega de bolsas. Indirectamente apoya la reducción de plásticos. - **Ley 21.575 (2023):** En su artículo 9°, estableció un incentivo tributario verde: exención de IVA a la venta de material reciclado para evitar doble tributación (solo se paga IVA por el valor agregado real, no por el residuo base). Esto era algo que recicladores pedían para hacer más competitiva la resina reciclada vs. virgen. - **Ley 21.589 (28/10/2022):** Estableció el marco legal para los *"almacenes de barrio sostenibles"*, permitiendo que tiendas pequeñas vendan productos a granel con envases reutilizables aportados por el consumidor, sin infringir normas sanitarias. Esto promueve sistemas de refill y reduce envases de un solo uso (complementa REP en prevenir residuos).

Perspectiva a futuro: Es probable que en 2026-2030 se presenten nuevas **"leyes REP 2.0"**, una vez se evalúen resultados. Por ejemplo, si ciertas metas resultan inalcanzables, se podría legalmente extender plazos o establecer subvenciones estatales a reciclaje. O, por otro lado, si surgen nuevas problemáticas (microplásticos, residuos COVID, etc.), se legisle su gestión.

En suma, durante 2022-2025 no se dictó una "nueva Ley REP" per se, pero el período fue crucial para la consolidación del modelo REP en Chile, ajustando tuercas: **refinando la normativa, corrigiendo vacíos vía leyes menores, y presentando proyectos para ampliar su alcance**.

El **impacto esperado** de la REP plena implementación es muy significativo: reducir la cantidad de residuos dispuestos en rellenos sanitarios (hoy más del 90%) y así disminuir la presión sobre el ambiente (menos lixiviados, menos emisiones de metano), al mismo tiempo de **impulsar una industria del reciclaje nacional** que genere empleo verde. Para 2030, Chile proyecta reciclar millones de toneladas de materiales gracias a este marco legal. Ello también contribuye a las metas de cambio climático, pues reciclar evita emisiones (por ejemplo, reciclar plásticos y metales ahorra energía y CO2 en comparación a producirlos desde cero).

La implementación exitosa de la REP posicionaría a Chile como líder regional en economía circular, demostrando que con leyes innovadoras y ajustes periódicos es posible transitar del tradicional modelo lineal de “usar y tirar” hacia uno circular de “reducir, reusar, reciclar”. Los años 2022-2025 habrán sido recordados como el periodo de “puesta en marcha” de esa gran transformación cultural y económica en la gestión de residuos.



4.4 REFORMA AL CÓDIGO DE AGUAS (LEY 21.435/2022)



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

4.4 REFORMA AL CÓDIGO DE AGUAS (LEY 21.435/2022)

La **Ley Nº 21.435**, publicada el 6 de abril de 2022, materializó la **mayor reforma al Código de Aguas de 1981** en sus más de 40 años de vigencia. Esta reforma, fruto de un larguísimo debate legislativo (iniciado en 2011), representa un **cambio de paradigma en la regulación de los recursos hídricos en Chile***[43]*, incorporando principios de reconocimiento del agua como **derecho humano y bien público**, priorización de usos esenciales y criterios de sustentabilidad ambiental en la gestión del agua*[12][37]*. Dado que el agua es fundamental en lo ambiental (ecosistemas acuáticos, disponibilidad para saneamiento, adaptación al cambio climático), esta reforma tiene un profundo impacto en la esfera ecológica y social.

Contexto y motivación: Chile llevaba más de una década bajo una **megasequía** sin precedentes, especialmente en la zona central, y el régimen de aguas original –basado en otorgar derechos de aprovechamiento perpetuos y gratuitos, que podían transarse como propiedad privada– mostraba severas falencias: sobre-otorgamiento de derechos (en cuencas, derechos totales superaban la disponibilidad real), concentración de aguas en ciertos actores, ausencia de consideración prioritaria para consumo humano o caudal ecológico, y lentitud burocrática para reaccionar a la escasez. Asimismo, movimientos sociales y sentencias internacionales (caso **Comunidades Indígenas vs Chile ante CIDH** por falta de agua potable en el norte) presionaban por un cambio.

La reforma del 2022 introduce **modificaciones sustanciales**, que resumimos en sus puntos clave:

- **Consagración del Derecho Humano al Agua:** Por primera vez en la legislación chilena se reconoce el acceso al agua potable y al saneamiento como un **derecho humano esencial que debe ser garantizado por el Estado***[12]*. Esto alinea la normativa con resoluciones de la ONU (2010) y es una respuesta a situaciones de comunidades sin agua. Se establece que **siempre prevalecerá el uso de las aguas para consumo humano, uso doméstico de subsistencia y saneamiento**, tanto al otorgar nuevos derechos como al limitar existentes en caso de escasez*[104][37]*. En la práctica, esto obliga a que en situaciones de déficit hídrico se restrinja primero a usos industriales o menos esenciales antes que cortar suministro a poblaciones.
- **Agua como Bien Nacional de Uso Público:** Si bien la Constitución ya señalaba que las aguas son bienes nacionales, el código antiguo terminaba tratando los derechos como casi propiedad privada irrestricta. La reforma recalca que **las aguas son bienes nacionales de uso público, cuyo dominio y uso pertenecen a todos los habitantes**, reforzando la idea de que su aprovechamiento está subordinado al interés general*[12]*.
- **Derechos de Aprovechamiento temporales (concesiones)**: Quizá el cambio más estructural es que los nuevos derechos de aprovechamiento que se otorguen serán **concesiones temporales, con duración máxima de 30 años***[37][105]*. Estos derechos *se prorrogarán automáticamente* por iguales períodos **salvo** que: a) el titular no los esté usando efectivamente (lo que gatilla caducidad), o b) la fuente enfrenta una situación de **insustentabilidad grave** (ej. acuífero sobreexplotado), en cuyo caso la DGA podría no renovar hasta que se recupere*[106][107]*. Esto rompe con el esquema anterior de derechos perpetuos. La motivación es evitar la concentración o especulación infinita: ahora cada 30 años se revisa. Si el agua está bien utilizada y disponible, se renueva automáticamente, lo que da seguridad al usuario; pero si hay no uso o daño ambiental, el Estado puede recuperar el derecho.

Importante: Los derechos otorgados antes de la ley (la gran mayoría) siguen siendo indefinidos, pero quedan sujetos a nuevas causales de extinción por no uso (ver punto siguiente) y a posibles reducciones temporales en función de caudales ecológicos. La retroactividad fue materia sensible: se buscó no expropiar derechos antiguos para evitar conflictos constitucionales, pero sí se les impusieron condiciones adicionales. Así, la reforma es un híbrido retroactivo-prospectivo.

- **Extinción por No Uso ("úsalo o piérdelo"):** Se acortan y endurecen los plazos para caducar derechos de agua no utilizados. Antes existía una patente por no uso, pero no caducidad. Ahora, la DGA podrá extinguir un derecho si su titular no lo utiliza efectivamente en **5 años (consuntivos)** o **10 años (no consuntivos)***[38][108]*, contados desde su otorgamiento o desde la última renovación. Esto ataca la especulación: muchos acumulaban derechos sin usar a la espera de venderlos caros. Con esta norma, si no desarrollan proyectos en ese periodo, arriesgan perderlos. Además, la reforma transforma la antigua denominación de "dueño de derecho de agua" por **"titular"** de un derecho*[109]*, reforzando que no es propiedad plena sino un título administrativo condicionado.
- **Registro obligatorio y caducidad por no inscripción:** La ley ordena que todos los derechos antiguos deben **inscribirse en el Registro de Propiedad de Aguas** del Conservador de Bienes Raíces correspondiente en un plazo de 18 meses (plazo original hasta septiembre 2023)*[110]*. Los derechos no inscritos en ese periodo **caducan de pleno derecho***[111]*. Esta disposición buscaba actualizar el catastro de derechos –muchos no estaban inscritos formalmente, sobre todo de pequeños agricultores–. Generó preocupación por eventuales caducidades masivas por olvido o burocracia. Por eso, en 2023 se aprobó la **Ley 21.657** (comentada en Parte III) que amplió este plazo en 2 años más (hasta sept. 2025) *[71]*, dando más tiempo a titulares rezagados para inscribir*[45][112]*. Aun así, es una innovación crucial: pasado ese plazo, cualquier derecho no inscrito (muy común en zonas rurales) dejará de existir legalmente, liberando esas aguas para nuevos usuarios o para reserva estatal.
- **Función Pública del Agua – Causales de Prioridad:** La reforma consagra que la **Constitución, el consumo humano, el saneamiento y la preservación ecosistémica** son las funciones prioritarias en la gestión del agua*[113]*. Al otorgar nuevos derechos, la DGA debe considerar: caudal ecológico mínimo, asegurar agua potable en la cuenca, etc. Incluso puede **reservar aguas** para la función de subsistencia o preservación (lo que antes no estaba contemplado). Es decir, la DGA puede declarar que ciertas aguas disponibles no serán entregadas a privados, sino "reservadas" para garantizar flujos ecológicos o futuros abastecimientos poblacionales*[42][114]*. Esto cambia la lógica de "entregar todo aprovechable" a "retener un margen por seguridad".
- **Caudal Ecológico Obligatorio:** Ahora la DGA **debe establecer un caudal ecológico mínimo** al otorgar un nuevo derecho en aguas superficiales*[40]*. Un reglamento conjunto MMA-MOP definirá criterios para calcular estos flujos mínimos necesarios para proteger ecosistemas acuáticos*[40]*. Esto corrige la ausencia previa de consideración ambiental en las extracciones: muchos ríos quedaron con caudal 0 en tramos por sobreotorgamiento. Con la ley, cualquier nuevo uso deberá dejar un caudal base (aún pendiente cómo será en la práctica para derechos ya otorgados – la DGA no puede reducir legalmente derechos adquiridos salvo por sequía, pero en eventos de escasez podrá imponer reducciones transitorias para mantener caudal ecológico).

- **Planificación de Cuencas:** La reforma ordena que **todas las cuencas del país tengan un Plan Estratégico de Recursos Hídricos** en un plazo de 10 años*[41][115]*. Estos planes (elaborados por la DGA) identificarán la disponibilidad actual y proyectada de agua, y definirán una cartera de acciones y obras necesarias, con actualizaciones periódicas. Esto es innovador, pues en Chile no existía planificación hidrográfica vinculante: la DGA actuaba caso a caso. Con esta norma, deberá haber visión integrada a nivel de cuenca, anticipando déficits. No está del todo claro cómo se articularán con políticas regionales o con la priorización de inversiones, pero al menos proveerán información sistematizada.
- **Fortalecimiento de la DGA:** La ley otorga a la DGA más atribuciones, por ejemplo:

1. Puede denegar solicitudes de derechos si la cuenca no lo soporta (antes prácticamente todo se otorgaba salvo que otro ya tuviera, no se evaluaba sustentabilidad).
2. Puede intervenir en gestión de acuíferos declarando **Áreas de Restricción o Prohibición** de nuevas extracciones donde hay sobreexplotación*[116]*. En esas zonas, además, impone a todos los usuarios la instalación obligatoria de medidores telemétricos de caudal extraído*[67]*.
3. Refuerza la facultad presidencial de **declarar zonas de escasez hídrica** por un año prorrogable*[117]*. Una vez declarada, la DGA puede exigir a las Juntas de Vigilancia un plan de redistribución extraordinaria de aguas en 15 días*[118]*; si no lo presentan, la DGA puede redistribuir directamente. Esto hace más expedito mitigar crisis (antes la DGA dependía de acuerdos de usuarios lentos).
4. Eleva multas por infracciones al Código (extracciones no autorizadas, incumplir obligaciones de informar, etc.).

- **Aguas Subterráneas:** Define explícitamente **"acuífero"** y establece que las aguas subterráneas son bienes nacionales de uso público igual que las superficiales*[119]* (esto ya se interpretaba así, pero ahora se hace expreso). Permite la **recarga artificial de acuíferos** bajo permiso, un mecanismo crucial para aumentar disponibilidad recirculando aguas tratadas o lluvia captada*[116]*.

1. G**laciares y Áreas Protegidas:** Prohíbe derechamente la constitución de derechos de aprovechamiento nuevos **sobre glaciares y en áreas protegidas** (parques, reservas, santuarios, humedales Ramsar)*[39]*. Aunque en teoría ya era difícil que alguien pidiera agua en un glaciar, esto cierra la puerta y da base a la protección glaciológica. Cualquier glaciar dentro de un parque ahora es intocable en términos de otorgar derechos de agua (lo cual complementa la futura Ley de Glaciares, pero la reforma se adelantó en este punto).
2. F**omento y educación hídrica:** Crea un **Fondo de Investigación e Innovación en Recursos Hídricos** administrado por la DGA, para financiar estudios y mejoras de gestión de aguas en las regiones*[120] [121]*. Es un guiño a la necesidad de ciencia para la toma de decisiones en aguas.

Evaluación del cambio: La reforma **ambientaliza y humaniza** el Código de Aguas, corrigiendo su histórico sesgo pro-mercado. Como señala un análisis de la Academia, *"busca erradicar la lógica de dominio que imperaba, introduciendo la lógica del bien público y la función social del agua"*[122][43]. El agua deja de ser un bien puramente económico para convertirse legalmente en un bien estratégico de uso público prioritario.

Para usuarios ambientales, es una victoria: el agua para ecosistemas y personas primero, luego las utilidades. Para comunidades, especialmente rurales e indígenas, es esperanzador – la ley incluso indica que el Estado deberá velar por la integridad entre tierra y agua en territorios indígenas, protegiendo las aguas existentes para su beneficio conforme a tratados*[123][124]*, lo que se lee como un reconocimiento del vínculo cultural y de subsistencia.

Desafíos y potenciales conflictos: No obstante, la implementación de esta reforma tiene retos:

- **Resistencia de antiguos titulares:** Grandes empresas agrícolas, mineras o sanitarias, cuyos derechos son permanentes, ahora enfrentan caducidad si no usan y eventuales reducciones. Pueden judicializar decisiones de DGA argumentando derecho de propiedad. La reforma pasó el control constitucional, pero la aplicación caso a caso podría generar juicios (p.ej., si la DGA no renueva un derecho a 30 años por "insustentabilidad", el titular podría alegar expropiación indirecta). Será clave la prudencia y solvencia técnica de la DGA para justificar técnicamente cada medida.
- **Capacidad de la DGA:** La DGA históricamente ha estado subdotada. Ahora tiene más funciones (fiscalizar no uso, monitorear acuíferos, hacer planes, etc.). Se necesitarán más personal y recursos. Ya en 2023 la DGA reportó un aluvión de trámites de inscripción de derechos (por la caducidad) que saturó a conservadores y DGA; el plazo se extendió vía Ley 21.657*[71]*, pero se requiere reforzar los equipos. De lo contrario, buenas herramientas podrían quedar subutilizadas por falta de ejecución.
- **Coordinar con usuarios organizados:** Juntas de Vigilancia y Comunidades de Aguas, que son autogestión de usuarios, ahora deben acatar planes de redistribución en escasez e incorporar caudal ecológico. Debe haber un trabajo con ellas para no antagonizar sino cooptar su colaboración. Algunas Juntas recelaban de la reforma, pero muchas entendieron la necesidad. Sin su colaboración, DGA sola no puede fiscalizar miles de bocatomas en terreno.
- **Sequía persistente y cambio climático:** La reforma da herramientas, pero no crea agua. Si la megasequía sigue o empeora por cambio climático, habrá momentos en que ni priorizando alcanza. Probablemente se vivan tensiones distributivas: cortar totalmente a regantes para asegurar agua potable, etc. La ley lo faculta, pero generará costos socioeconómicos (menos producción agrícola, conflictos rural-urbano). Debe complementarse con inversiones en eficiencia (tecnificación riego, desaladoras para costa, etc.).
- **Reserva de aguas para ecosistemas:** ¿Cuánto reservar? El reglamento definirá, pero la presión por más agua para naturaleza competirá con usos productivos. Aquí la implementación gradual es clave: quizás se reservarán ciertos flujos en ríos menos estresados primero. La institucionalidad debe manejar estas decisiones con datos (por eso los Planes de Cuenca son vitales, para saber cuánta agua hay y comprometer lo necesario a ambiente sin inutilizar agua útil).

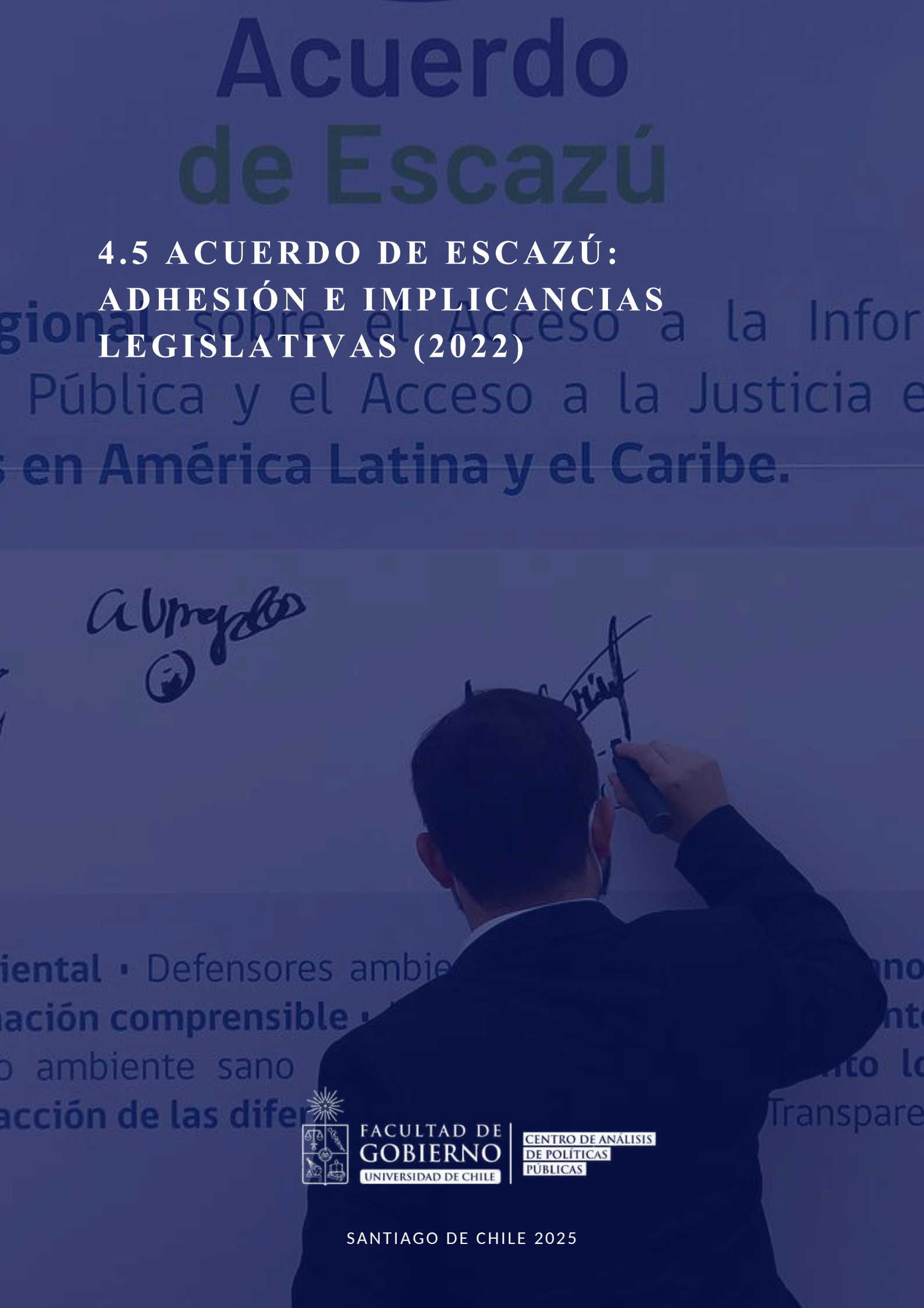
Impacto esperado: Si se implementa bien, la reforma debiera traducirse en: - **Mayor seguridad hídrica para las personas:** Ya en 2022-2023, varias zonas en sequía vieron priorizado su consumo humano – por ejemplo, en Petorca (emblema de sequía), la DGA distribuyó agua a APRs antes que a paltos en ciertas ocasiones. Con la ley, esto es obligatorio y no dependerá solo de buenos oficios. - **Recuperación paulatina de acuíferos y ecosistemas:** Al limitar extracciones y declarar áreas de prohibición de nuevos pozos, algunos acuíferos podrán estabilizar sus niveles.

La exigencia de caudal ecológico mínimo podría significar que ríos pequeños no se sequen totalmente en verano, manteniendo viva su biota acuática. - **Fin de la especulación:** Muchos derechos inactivos ya han sido devueltos o vendidos apresuradamente para no caducar. Alguien con un derecho ocioso ahora tiene incentivo a usarlo productivamente o cederlo. Esto puede liberar agua a quien la necesita de verdad. - **Cultura de uso eficiente:** El solo temor a perder derechos por no uso ha llevado a agricultores a tecnificar riego y ocupar toda el agua otorgada. Si bien puede parecer que gastan más para no perderlo, en realidad implica que están regando más superficies con la misma agua (eficiencia). Y si no la requieren, la devuelven. Así la asignación de recurso se vuelve más dinámica.

En conjunto, la reforma al Código de Aguas es considerada un **hito hacia la gestión sostenible e integrada del agua en Chile**, algo fundamental no solo ambientalmente sino para la resiliencia socioeconómica ante un clima cada vez más seco. Aún será necesario monitorear sus efectos y, de ser preciso, complementarla con una Agencia Nacional del Agua (Chile discute separar la DGA en un Servicio Nacional de Aguas a futuro) y con mecanismos de resolución de conflictos (potenciar juntas de vigilancia como órganos colaborativos).

Con esta ley, **Chile reconoce legalmente que el agua no es un mero recurso comercial, sino un sustento de la vida y la naturaleza**, dando un paso significativo en la senda del desarrollo sostenible y equitativo*[12][37]*.





4.5 ACUERDO DE ESCAZÚ: ADHESIÓN E IMPLICANCIAS LEGISLATIVAS (2022)

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

El **Acuerdo de Escazú** es el nombre abreviado del *"Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe"*, adoptado en 2018 en Escazú, Costa Rica, bajo los auspicios de la CEPAL. Se trata del **primer tratado ambiental de América Latina y el Caribe**, y el primero en el mundo que contiene disposiciones específicas sobre **defensores ambientales**. Chile, pese a ser co-promotor inicial de este acuerdo, **no lo firmó en 2018** (el gobierno de entonces declinó a última hora), generando amplia controversia. Por ello fue altamente simbólico cuando, en marzo de 2022, recién asumido, el Presidente Boric **firmó el Acuerdo** y envió su proyecto de aprobación al Congreso como primer acto de política exterior.

El **Congreso Nacional de Chile aprobó el Acuerdo de Escazú** el 31 de mayo de 2022*[125]* (Boletín 14850-10), con amplia mayoría. El instrumento de adhesión se depositó ante la ONU el 13 de junio de 2022*[126]*, entrando en vigor para Chile el 11 de septiembre de 2022*[127]*. La promulgación se realizó mediante **Decreto Supremo N°209 del Min. Relaciones Exteriores** (25/10/2022)*[128]*, publicado en el Diario Oficial, el cual formalmente integra el tratado al derecho interno.

Contenido y obligaciones principales del Acuerdo de Escazú:
Escazú se basa en los **"derechos de acceso" (Principio 10 de Río 92)**: acceso a la información, participación y justicia en asuntos ambientales. Chile ya tenía leyes en estas materias (Ley de Transparencia 20.285, Ley de Participación 20.500, Ley 20.600 de Tribunales Ambientales), pero el acuerdo exige fortalecerlos y aplicarlos integralmente. En síntesis, Escazú obliga a:

- **Información Ambiental:** Asegurar que cualquier persona pueda acceder a información ambiental en poder del Estado de forma **oportuna y accesible**, incluyendo información sobre proyectos o actividades con impacto ambiental, datos de calidad ambiental, etc. Chile en esto está avanzado con su Ley de Transparencia, pero Escazú va más allá en animar la **proactividad**: que los Estados generen y difundan información ambiental sin esperar solicitud. Por ejemplo, crear sistemas de información abiertos sobre calidad del aire, agua, biodiversidad (Chile tiene algunos: SINIA, SNIFA, etc.). De hecho, en la promulgación Chile declaró que ya cumple gran parte vía leyes 19.300, 20.285, 20.600, etc.*[129]*.
- **Participación Pública:** Garantizar instancias de participación **desde etapas iniciales** en toma de decisiones ambientales (políticas, planes, programas y proyectos). Chile tiene participación ciudadana en el SEIA, pero a veces tardía. Escazú impulsa participación temprana y también en elaboración de normas y planes nacionales. Esto implica para Chile revisar sus procesos participativos: por ejemplo, fomentar la educación ambiental para un involucramiento real, hacer consultas más inclusivas (e.j., facilitar la participación de comunidades rurales, de personas con discapacidad, etc.).
- **Acceso a la Justicia:** Asegurar que las personas puedan recurrir a instancias judiciales o administrativas independientes para hacer valer el cumplimiento de derechos ambientales. Chile creó Tribunales Ambientales en 2012 (3 tribunales) –eso es un avance, pero Escazú requiere que sean accesibles. Un desafío es la cobertura: hoy no hay tribunales ambientales en todo el país (falta uno para macrozona norte, a crearse). Además, pide reducir barreras económicas (costos), lo que conecta con la idea de asistencia jurídica gratuita en causas ambientales (de ahí surge la moción de "Defensoría ambiental" mencionada en Parte II).

Defensores de Derechos Humanos en Asuntos Ambientales:

Este es un aspecto innovador: Escazú compromete a los Estados a **proteger a las personas y grupos que defienden el medio ambiente**, tomando medidas adecuadas y efectivas para asegurar su seguridad y permitir su labor sin amenazas. En A. Latina han sido asesinados muchos defensores ambientales; Escazú busca frenar esa tendencia. Para Chile, esto significó reconocer la problemática (sin tener casos tan graves como otros países) y adecuar legislación. Una medida concreta fue incluir en la **Ley 21.595 de delitos** el delito de atentados contra personas por su calidad de defensor ambiental (se agravan penalidades frente a violencia dirigida a ellos). Además, en julio 2025 el MMA dictó una resolución (Res Ex. 4890) creando comités para la gobernanza de Escazú, previendo un mecanismo nacional de protección de defensores*[72] [130]*. A mediano plazo, podría formalizarse una institución (por ej. un programa de protección, o designar al INDH un rol específico).

La implementación de Escazú en Chile se está dando mediante acciones administrativas más que mediante una nueva ley marco (al menos hasta 2025). Se consideró que el ordenamiento chileno ya recogía buena parte de las obligaciones, como se explicitó en las declaraciones interpretativas al ratificar*[129]*. Por ejemplo, se dijo que Chile ya garantiza el derecho a información, participación (citando leyes), etc. No obstante, en la **práctica** hay brechas por subsanar:

- **Información proactiva:** Fortalecer el **SINIA (Sistema Nacional de Información Ambiental)** para que cualquier ciudadano tenga datos actualizados de calidad de aire, agua, ruido, emisiones, permisos, etc. La ley 19.300 ya ordenaba crear este sistema, pero su desarrollo fue parcial. Escazú empuja a completarlo y hacerlo amigable (incluso obliga a los países a crear puntos focales de información).
- **Traducción y formato accesible:** Escazú recalca que la información ambiental debe ser comprensible y en idiomas pertinentes. En Chile, eso implica, por ejemplo, entregar información relevante en lengua indígena cuando se trate de comunidades originarias impactadas (esto conecta con consulta indígena OIT 169). O usar lenguaje sencillo en resúmenes de EIA para público general, no solo documentos técnicos.
- **Participación más vinculante y temprana:** Se discute si Chile debiera establecer mecanismos como **diálogos deliberativos** antes de diseñar proyectos, o fortalecer los Consejos Consultivos Regionales en temas ambientales. Una idea ha sido incorporar la "participación temprana obligatoria" en el SEIA (actualmente voluntaria para el titular, la reforma al SEIA considera hacerla exigible en proyectos complejos).
- **Facilitadores y apoyo a participación:** Escazú sugiere proporcionar asistencia técnica o financiera a comunidades para participar (p.ej., traducir documentos, apoyar con peritos independientes). Chile por ahora no tiene un mecanismo formal de financiamiento de participación (a diferencia de Canadá u otros). Podría considerarse en el futuro un **fondo de apoyo a participación ciudadana**.
- **Justicia Ambiental Territorial:** Escazú involucra acceso equitativo. En Chile, a veces comunidades aisladas no acceden a tribunales por distancia o costos. Escazú impulsa descentralización de la justicia ambiental. Un hito en 2023 fue la **creación de la Unidad de Mediación Ambiental** en SMA (para resolver conflictos menores sin juicio), y el proyecto de crear un 4° Tribunal Ambiental en Antofagasta. Ambos se enmarcan en facilitar justicia ambiental local.

En noviembre 2023, Chile participó en la 2ª Conferencia de las Partes de Escazú, presentando su plan de implementación*[31]*. Entre los compromisos está desarrollar un **Plan Nacional de Acción en Derechos de Acceso**. Esto probablemente conllevará en 2024-2025 a la elaboración de un diagnóstico y hoja de ruta, con participación de sociedad civil (varias ONG como FIMA, AhoraEscazú, etc., monitorean este proceso).
Impacto cultural y político: La adhesión de Chile a Escazú fue muy significativa simbólicamente. Revirtió la postura anterior y reafirmó un compromiso con la democracia ambiental. Ha servido para avivar el debate sobre transparencia en la toma de decisiones ambientales y sobre el **rol de la ciudadanía en la gobernanza ambiental**. Por ejemplo, ha generado que se mire con más atención la **participación en la elaboración de normas de calidad ambiental** (tradicionalmente técnica y poco difundida). También se discute dotar de mayor publicidad a reuniones de comités técnicos, etc., para alinearse con el espíritu de Escazú.

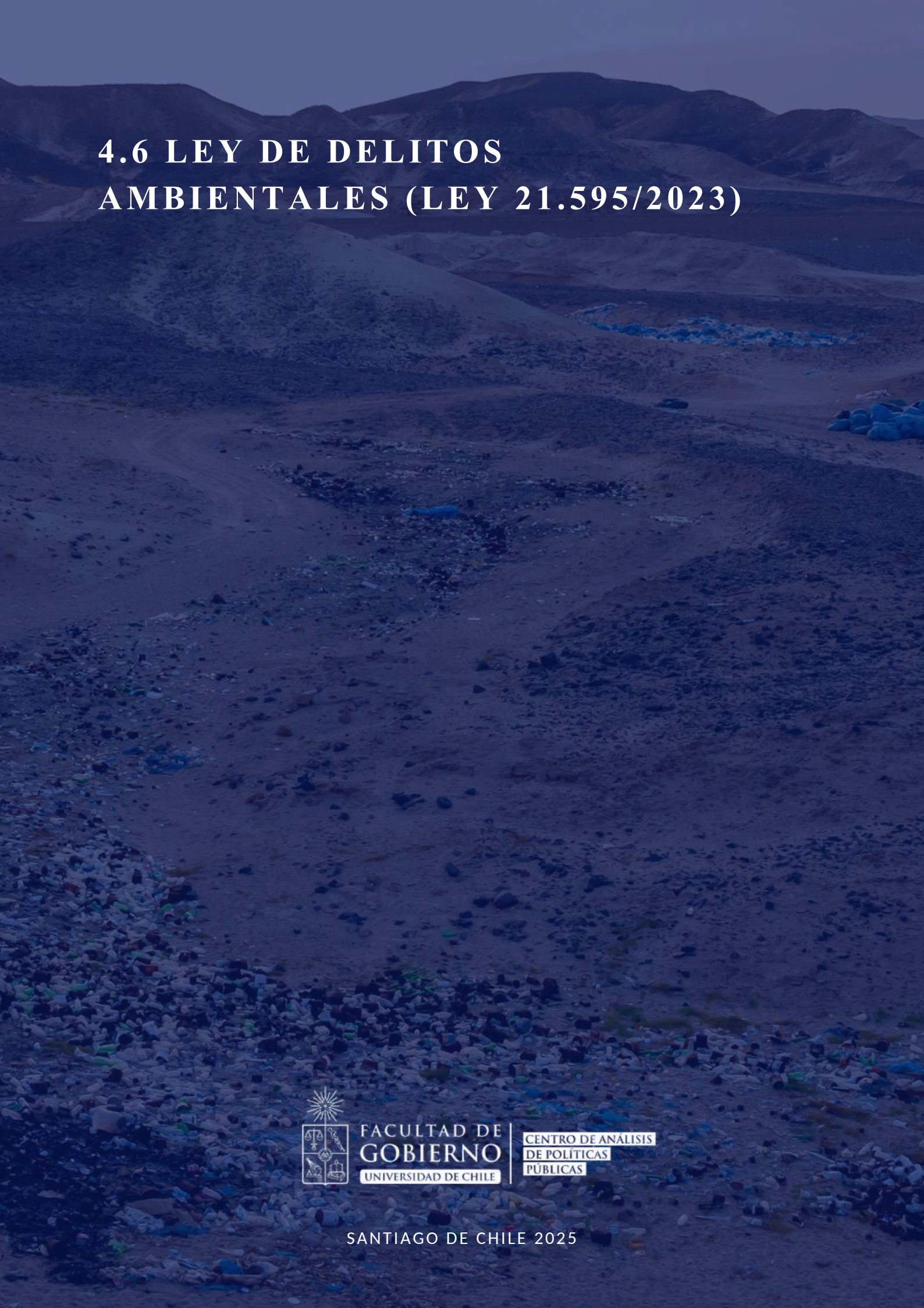
Críticos (una minoría, principalmente ligados a gremios productivos en 2018-21) temían que Escazú pudiera afectar soberanía o dar excesivo poder a ONG internacionales en litigios. Esos temores se han disipado en gran medida: Escazú no crea instancias supranacionales obligatorias (más allá de un comité de apoyo, no contencioso). Chile inclusive declaró al adherir que *no acepta como obligatorios los medios de solución de controversias del art.19.** del Acuerdo*[131]*, lo que tranquiliza sobre cualquier arbitraje no deseado.

Relación con legislación nacional: En el corto plazo, más que nuevas leyes, Escazú implicará **ajustes legales**: - Podría requerirse reformar la Ley de Tribunales Ambientales para ampliar legitimación activa (como la moción en curso mencionada en Parte II de dar acción a ONG*[10]*). Escazú dice que cualquier persona con "interés" debe poder acceder a justicia ambiental; la ley chilena hoy es restrictiva (afectados directos principalmente). - Podría fortalecerse la Ley 20.285 de Acceso a Información: por ejemplo, incluir la obligación de entes privados que presten servicios públicos ambientales de entregar información (caso empresas sanitarias, que hoy por ser privadas a veces esquivan el portal transparencia). - Respecto a participación, quizás incorporar en la Ley 19.300 un capítulo de participación ciudadana no solo en SEIA, sino en políticas y planes (actualmente se hace por instructivos, no por ley). Escazú obliga a participación en elaboración de reglamentos y normas ambientales – en Chile se hace consulta pública de 30 días para reglamentos MMA, pero Escazú sugiere procesos más deliberativos.

En conclusión, la **adhesión de Chile a Escazú** en 2022 refuerza y complementa el andamiaje legal interno de democracia ambiental. Si bien Chile ya tenía un piso legislativo decente en materia de transparencia, participación y justicia, Escazú viene a subir ese estándar y a llenar vacíos como la protección de defensores.

El desafío ahora es la implementación efectiva, para pasar del papel a mejoras tangibles en el involucramiento ciudadano y en la garantía de derechos ambientales.

4.6 LEY DE DELITOS AMBIENTALES (LEY 21.595/2023)



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

4.6 LEY DE DELITOS AMBIENTALES (LEY 21.595/2023)

La **Ley Nº 21.595**, publicada el 13 de septiembre de 2023, es conocida principalmente como la "Ley de Delitos Económicos", pero incorpora en su seno un capítulo especial sobre **Delitos contra el Medio Ambiente**, marcando un **hito histórico en la legislación penal chilena***[68]*. Por primera vez, Chile tipifica explícitamente conductas de grave daño ambiental como delitos penales, lo que responde a una demanda de larga data de la comunidad ambiental y da cumplimiento a estándares internacionales (OCDE, Escazú, etc.).

Esta ley **sistematiza y moderniza todo el catálogo de delitos económicos** (corrupción, fraude financiero, etc.) y, dentro de ese contexto, **incluye los delitos ambientales como "delitos económicos"** también, sujetándolos a las nuevas reglas de sanción penal más severa para "cuello blanco"*[70][133]*. Es decir, la ley envía el mensaje de que los atentados graves contra el ambiente se equiparan en reproche a los delitos de alta connotación económica, rompiendo con la tradición de tratar los temas ambientales solo por vía administrativa (multas).

Delitos ambientales tipificados: La Ley 21.595 introdujo un nuevo **Párrafo 3º "De los atentados contra el medio ambiente"** en el Código Penal (dentro del Título de delitos económicos). Las conductas clave tipificadas son:

- **Contaminación ambiental grave:** Se sanciona penalmente al que, "**en contravención a la normativa vigente**, ejecute emisiones, vertidos o introducción de elementos físicos, químicos o biológicos al aire, agua o suelo, provocando con ello **daño sustancial** al medio ambiente, a la salud de la población, o destrucción de recursos naturales". Esto abarca actos intencionales u omisiones temerarias que causen, por ejemplo, un derrame tóxico masivo, contaminación de un río con impacto severo, emisión de nube tóxica que afecte a comunidades, etc. Antes, casos así solo podían perseguirse como infracción administrativa o a lo sumo daño simple (civil). Ahora son delito con penas de cárcel. La pena base establecida es **presidio menor en su grado medio a máximo** (de 541 días a 5 años) y multas altas, las que pueden agravarse dependiendo de la categoría del delito económico.
- **Manejo ilícito de residuos peligrosos:** Tipifica como delito el manejo, transporte, importación o eliminación de residuos peligrosos prohibidos o sin contar con autorizaciones, cuando ello ponga en riesgo significativo el medio ambiente o la salud*[134]*. Por ejemplo, el que vierta residuos industriales peligrosos en una quebrada clandestinamente puede enfrentar cárcel.
- **Obstaculizar fiscalización ambiental causando riesgo**: Si alguien obstaculiza o engaña en un proceso de fiscalización ambiental, provocando que no se prevenga un daño grave, puede ser penado. Esto busca sancionar la conducta dolosa de empresas que ocultan información o impiden inspecciones cruciales.
- **Daño a ecosistemas protegidos:** También se configura delito al dañar gravemente áreas bajo protección oficial (ej. arrasar bosque en parque nacional) o especies protegidas, si es con dolo o lucro. Este punto complementa la Ley de Caza y la de Bosque Nativo (que ya tenían sanciones, pero menores y sin cárcel efectiva usualmente).

- **Daño a ecosistemas protegidos:** También se configura delito al dañar gravemente áreas bajo protección oficial (ej. arrasar bosque en parque nacional) o especies protegidas, si es con dolo o lucro. Este punto complementa la Ley de Caza y la de Bosque Nativo (que ya tenían sanciones, pero menores y sin cárcel efectiva usualmente).

Cabe destacar que para que opere la sanción penal se exige que el daño o peligro creado sea significativo. No se persiguen penalmente infracciones menores o accidentes ambientales leves – esas siguen en sede administrativa. Se trata de castigar los casos extremos, los "crímenes ambientales". Por ejemplo, un caso ficticio: una empresa minera que descargue ácido deliberadamente en un río provocando mortandad masiva de peces y dejando sin agua potable a una población, claramente calificaría como delito ambiental grave bajo esta ley.

Régimen de penas y consecuencias: La Ley 21.595 establece un **régimen especial de determinación de pena** para delitos económicos y ambientales ("estatuto diferenciado de cuello y corbata"), que hace más probable la prisión efectiva*[135]*:

- Elimina o restringe sustitutivos que antes permitían a ejecutivos eludir cárcel con penas remitidas o clases de ética. Ahora, **si un delito ambiental tiene pena de cárcel, es altamente probable que deba cumplirse efectivamente***[135]*, pues se endurecen requisitos para libertad condicional y se introduce el concepto de **"días-multa"** para sancionar con multas proporcionales al ingreso del condenado*[136]* (lo que puede implicar multas multimillonarias para ejecutivos de alto patrimonio, evitando que paguen montos irrisorios).
- Incorpora **inhabilitaciones específicas**: condenados por estos delitos pueden quedar inhabilitados para cargos públicos, cargos gerenciales y para contratar con el Estado por cierto tiempo*[137]*. Esto es muy relevante en lo disuasivo: un gerente que contamina ya no solo arriesga multa, arriesga arruinar su carrera.
- Responsabilidad de la empresa: La ley amplía la lista de delitos por los cuales las **personas jurídicas (empresas) pueden ser penalmente responsables** (Ley 20.393). Ahora, los delitos ambientales graves entran en esa lista*[70]*. Esto significa que una empresa que, por ejemplo, vierte residuos tóxicos ilegalmente podría ser formalizada y condenada penalmente como persona jurídica, con sanciones que van desde multas altas hasta la **dissolución de la empresa en casos extremos**, pasando por prohibiciones de operar, pérdida de beneficios fiscales, etc.*[138]*. Las empresas deberán por tanto incluir estos riesgos en sus **modelos de prevención de delitos** para eximirse de responsabilidad. La consultora fiscal Aguila&cia señaló que "todas las empresas deben actualizar su Modelo de Prevención de Delitos incorporando los nuevos delitos ambientales"*[139]*, demostrando la transversalidad del cambio.

Importancia del cambio legal: Hasta antes de esta ley, las sanciones ambientales en Chile se limitaban a multas administrativas (Superintendencia del Medio Ambiente, SMA) o cierre de instalaciones en casos extremos. Muchas veces, grandes empresas preferían pagar multas (que, por altas que fueran –máx $7 millones USD– a veces resultaban más baratas que invertir en mejoras). Se criticaba una suerte de "impunidad ambiental": daños ecológicos enormes quedaban sin responsables penales y sin sanción proporcional.

Con la Ley 21.595, Chile **se pone a la par de países desarrollados** que hace años penalizaron conductas ecológicas severas (EE.UU. tiene la Ley de Agua Limpia con delitos, la UE igual en directivas). Por ejemplo, en EE.UU. ejecutivos de BP enfrentaron cargos penales tras el derrame Deepwater Horizon. En Chile, un caso análogo (derrame ENAP Quintero 2018) quedó solo en multas. Ahora, futuros incidentes similares podrían acarrear juicios penales a gerentes.

Cabe mencionar que la **OCDE**, en sucesivos informes, recomendaba a Chile tipificar delitos ambientales para fortalecer la enforcement**[140]**. Y el **Acuerdo de Escazú** también indirectamente apunta a combatir la impunidad ambiental. Esta ley responde a esas recomendaciones.

Desafíos en la aplicación: Como toda nueva figura penal, habrá que ver cómo la aplican fiscales y tribunales:

- **Capacitación de persecutores:** Los fiscales del Ministerio Público deberán especializarse en delitos ambientales, que son técnicamente complejos (necesitan peritajes científicos, evaluación de daño). Probablemente la Fiscalía cree unidades especializadas o capacite fiscales en regiones con industrias.
- **Coordinación SMA–Fiscalía:** La SMA seguirá teniendo rol principal en detección de infracciones. Debe haber protocolos para que, si la SMA detecta un daño gravísimo, se derive de inmediato a Fiscalía en vez de solo sanción administrativa. La ley 21.595 permite eso, pero se requiere práctica. De hecho, ya la SMA ha presentado algunas querellas en casos graves (lo hizo en caso vertimiento de petróleo de Camanchaca 2022, por ejemplo, aun antes de la ley).
- · **Criterios de gravedad:** Habrá debate en tribunales sobre cuándo un daño es “sustancial” o “grave”. Se apoyarán en definiciones de la Ley 19.300 (daño significativo) y la jurisprudencia de Tribunal Ambiental. Con el tiempo, se formará doctrina. Es esperable que los primeros casos sienten precedentes: por ejemplo, un gran derrame químico en un río podría ser el primer caso emblemático, mostrando la vara de gravedad.
- **Imputación en organizaciones:** La ley considera que si el delito ocurre en contexto empresarial, responden penalmente tanto la persona natural (ejecutivo) como la jurídica (empresa), si fallaron los controles. Esto tensionará el **Compliance ambiental** en empresas: deberán demostrar due diligence (planes de prevención robustos) para evitar condenas. Si ocurre un hecho, quizá la empresa intente culpar a un empleado “desviación”, pero si es por cultura corporativa negligente, la empresa será condenada. Este incentivo debería motivar a directorios a tomarse en serio la gestión ambiental, no como mero cumplimiento formal.
- **Uso estratégico vs. disuasión real:** Algunos temen que los nuevos delitos puedan ser usados de forma estratégica (SLAPP inverso: empresas denunciando a activistas por supuesta contaminación, etc.). Sin embargo, dado que se requiere contravenir normativa y daño serio, es improbable su maluso contra ciudadanos. Está más bien enfocado en industrias o actividades clandestinas graves.

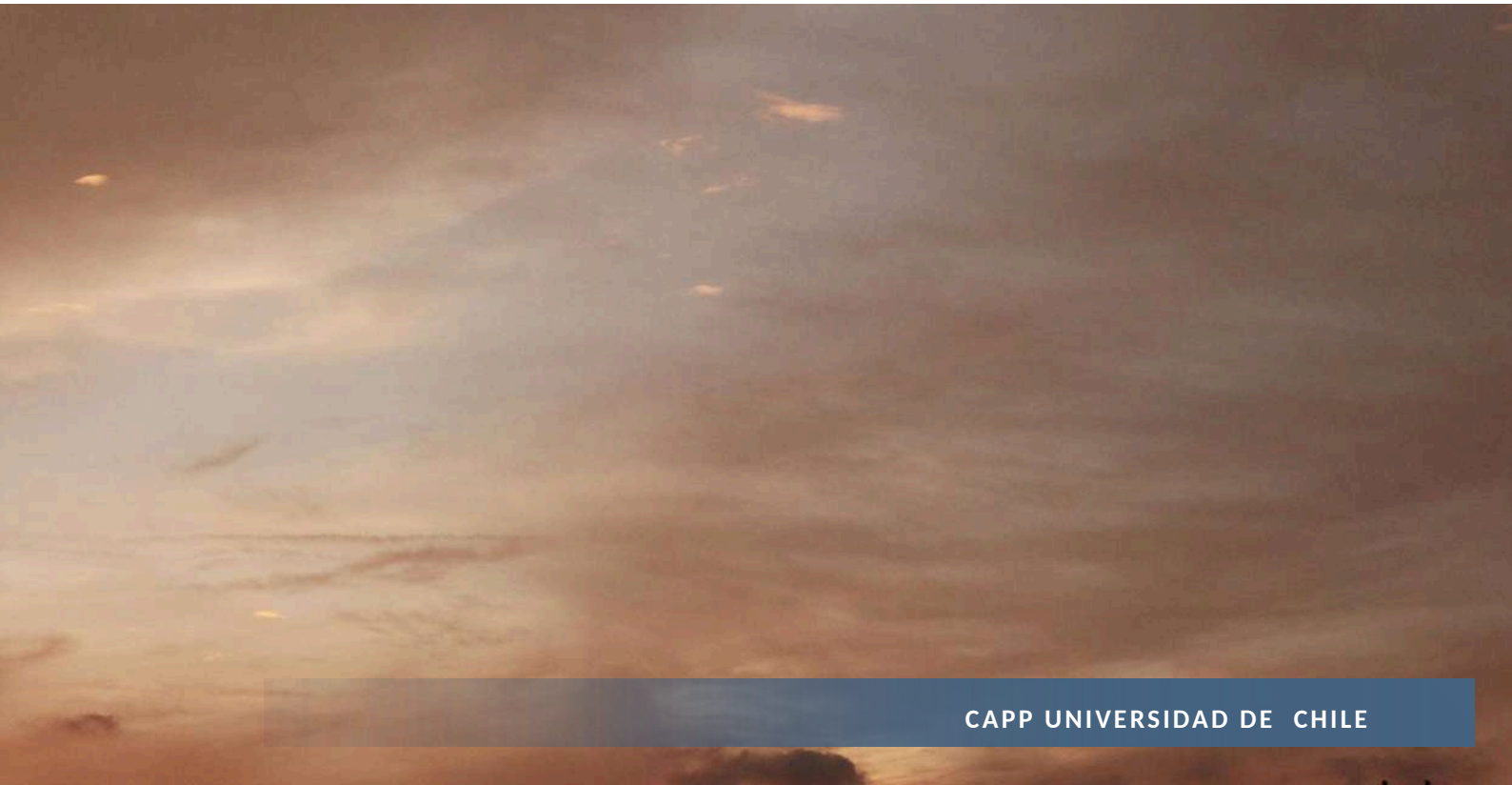
Impacto esperado: La existencia de sanciones penales **incrementa fuertemente el efecto disuasivo** del cumplimiento ambiental*[68]*. Directores de estudios legales comentaron que esta ley "mete miedo" en el buen sentido: ya ningún gerente puede tomar a la ligera la decisión de ahorrar costos a costa de potencial contaminación severa, pues arriesga ir a prisión*[141]*.

Se espera por tanto una mejora en la conducta preventiva de empresas: mayor inversión en seguridad ambiental, planes de contingencia robustos, monitoreo continuo, capacitación de personal, etc., para evitar incidentes. Al final, el objetivo no es llenar las cárceles de ejecutivos, sino **que no ocurran delitos ambientales porque todos preferirán cumplir la normativa**.

Para la sociedad, la ley entrega una **sensación de justicia**: casos de destrucción ambiental que antes quedaban impunes ahora podrán llevar a castigo ejemplar. Pensemos en caso hipotético: un empresario inmobiliario drena indebidamente un humedal protegido y lo rellena para lotear (ha ocurrido en la realidad). Antes, multa y restauración tardía; ahora, ese acto podría llevarlo a juicio penal por daño ambiental deliberado, con la consecuente condena penal y, crucialmente, disuasión a otros de imitarlo.

Esta ley ya está vigente; el **siguiente paso** es su aplicación concreta: es probable que en 2024 veamos las primeras formalizaciones por delitos ambientales (posiblemente en contexto de zonas de sacrificio si hay nuevos episodios críticos, o en minería ilegal en norte).

En conclusión, la Ley de Delitos Ambientales (21.595) **cierra el círculo del enforcement ambiental en Chile**, agregando el "garrote penal" al sistema de incentivos. Junto con la robustez de la fiscalización administrativa (SMA) y la acción de reparación vía tribunales ambientales, completa un esquema en que hay **consecuencias reales y proporcionales para las conductas más dañinas contra el entorno**, elevando el estándar de protección ambiental y alineando a Chile con prácticas internacionales de punición del ecocrimen*[69][70]*.



CONCLUSIONES



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

En el periodo 2022–2025, **Chile experimentó un salto cualitativo y cuantitativo en su legislación ambiental**, demostrando un compromiso renovado por abordar los desafíos ecológicos y climáticos mediante marcos normativos robustos. La actividad legislativa en materia ambiental alcanzó niveles récord, con alrededor de 180 proyectos ingresados, 33 leyes promulgadas*[142]*, y el tratamiento de prácticamente todos los ámbitos relevantes: desde el **agua**, eje crítico en medio de la megasequía, hasta la **crisis climática**, la **protección de la biodiversidad**, la **gestión de residuos** y la **justicia ambiental**.

Al integrar todas las partes analizadas, emergen algunos **hilos conductores** y reflexiones finales:

- **Fortalecimiento institucional y normativo:** Muchas reformas se enfocaron en **corregir vacíos institucionales históricos**. La creación del SBAP llenó la última pieza pendiente de la institucionalidad ambiental creada en 2010, garantizando una gestión unificada de áreas protegidas*[24]*. La Ley de Cambio Climático estableció un marco legal inexistente para la acción climática, asignando responsabilidades claras a todo el Estado*[55]*. La reforma al Código de Aguas trajo el régimen hídrico al siglo XXI, con principios de derechos humanos y sustentabilidad*[12][37]*. Estos avances dotan a Chile de **estructuras más sólidas** para enfrentar problemas complejos, aunque su eficacia dependerá de la implementación y financiamiento adecuados.
- **Priorización de la protección ambiental sobre intereses económicos cortoplacistas:** Varias de las nuevas leyes reflejan un **cambio de paradigma valorativo**: se antepone el bienestar ambiental y social a la mera eficiencia económica. Por ejemplo, la nueva normativa de aguas privilegia el consumo humano y la naturaleza sobre los usos productivos comerciales*[104][113]*, rompiendo con la tradición ultraliberal del agua en Chile. La prohibición de actividades extractivas en parques nacionales en la Ley SBAP*[65]* y la tipificación penal del daño ambiental*[68]* demuestran que la sociedad chilena no está dispuesta a tolerar la degradación ambiental en pos del crecimiento a cualquier costo. Se consagra así el principio de **no regresión ambiental** y la idea de que el desarrollo debe ser compatible con la protección de los ecosistemas.
- **Integración de la dimensión humana y de justicia ambiental:** Varios avances se orientaron a **democratizar la gestión ambiental** y asegurar que los beneficios y cargas se distribuyan equitativamente. La adhesión al Acuerdo de Escazú comprometió al país con mayores estándares de transparencia, participación inclusiva y protección de defensores*[129][131]*. Las reformas legales pusieron foco en grupos vulnerables: reconocimiento de aguas para comunidades indígenas en la reforma hídrica*[143]*, creación de áreas protegidas indígenas en la Ley SBAP*[24]*, o consideraciones de transición justa en la política de cierre de carboneras. Esto refleja una comprensión creciente de la **justicia ambiental**: que la gestión del medio ambiente es también gestión de derechos humanos, de equidad territorial y de reconocimiento cultural.
- **Modernización acorde a estándares internacionales:** Chile, en estos años, buscó alinearse con las mejores prácticas internacionales en materia ambiental. La Ley Marco de Cambio Climático sigue recomendaciones del Acuerdo de París y ejemplo de países europeos[74]. La tipificación de delitos ambientales y la responsabilidad penal de empresas atiende exigencias de la OCDE[140]. La economía circular impulsada por la Ley REP pone a Chile a la vanguardia regional en gestión de residuos. Incluso el enfoque integrador de la biodiversidad con SBAP recoge aprendizajes de modelos de parques nacionales de otros países. Esto no solo mejora la reputación internacional de Chile en temas ambientales, sino que crea marcos que podrían trascender gobiernos, consolidando políticas de Estado en materias críticas.

- **Desafíos pendientes y necesidad de perseverancia:** A pesar del innegable progreso, **no todas las asignaturas ambientales quedaron resueltas** al cierre de 2025. Persisten retrasos en proyectos clave como la Ley de Suelos (crucial para combatir la desertificación y erosión) o la Ley de Glaciares (vital ante el retroceso acelerado de estos ecosistemas). La plena implementación de lo legislado exigirá esfuerzos sostenidos: reglamentos de calidad, fortalecimiento de capacidades técnicas (por ejemplo, dotar a la DGA, SBAP, SMA de recursos), y evaluación continua de la eficacia de las leyes. Habrá que monitorear, por ejemplo, si las metas de la Ley de Cambio Climático se van cumpliendo, o si la nueva penalidad ambiental realmente disuade conductas (y ajustar si es necesario). Asimismo, nuevas problemáticas surgirán con el tiempo –piénsese en los desafíos de la inteligencia artificial en gestión de energía, o la protección del océano Antártico–, por lo que la capacidad adaptativa del marco legal será clave.
- **Importancia de la voluntad política y la participación ciudadana:** Este periodo demostró que los avances legislativos ambientales ocurrieron donde hubo **voluntad política y presión social convergentes**. La rápida ratificación de Escazú, por ejemplo, respondió a un reclamo ciudadano fuerte y a un liderazgo presidencial decidido. La Ley SBAP se destrabó tras años gracias a un alineamiento político amplio (votada transversalmente) y al clamor de científicos. En contraste, temas con menor visibilidad pública (como suelos) avanzaron más lento. Esto indica que, de cara al futuro, **mantener el tema ambiental en la agenda pública y contar con liderazgos técnicos y políticos es fundamental** para cerrar las brechas restantes. La participación ciudadana informada, por otro lado, será vital en la fase de implementación: comunidades vigilantes exigirán que las leyes se apliquen (por ejemplo, denunciando no usos de agua para que caduquen derechos, usando los nuevos espacios de participación de Escazú, etc.).
- **Rol catalizador del conocimiento técnico (academia) y de los compromisos internacionales:** A lo largo del documento se observa cómo los **informes técnicos y compromisos internacionales** nutrieron el proceso. El Informe País 2018 ya señalaba problemáticas de suelos, aguas, bosques que se recogen ahora*[26]*. Estudios científicos evidenciaron la urgencia del cambio climático, facilitando la aprobación de la ley respectiva*[81]*. La presión por entrar a OCDE en su momento motivó crear tribunales ambientales, y ahora Escazú añade incentivos. Esto refuerza la idea de que la **política pública ambiental de calidad se basa en evidencia** y se beneficia de insertarse en esfuerzos globales, aprovechando apoyo mutuo entre países.

En definitiva, el periodo 2022–2025 puede considerarse un **punto de inflexión en la evolución legislativa ambiental chilena**. Si los años ’90 vieron la creación de la CONAMA y la Ley 19.300, y la década de 2010 la consolidación institucional (MMA, SMA, Tribunales Ambientales), esta primera mitad de la década de 2020 será recordada por la **consolidación de un cuerpo normativo integral**: con leyes marco en los temas cruciales (clima, aguas, biodiversidad, residuos) y con una incorporación plena de la dimensión ambiental en el sistema jurídico (desde la Constitución –potencialmente en el nuevo proceso constituyente– hasta el Código Penal).

Los logros alcanzados representan una plataforma sobre la cual construir. **Queda el desafío de implementar y ejecutar eficazmente estas leyes**, para traducir el papel en mejoras reales: que efectivamente mejore la calidad del aire, que los ríos vuelvan a fluir, que se detenga la pérdida de especies, que las comunidades tengan más voz y menos contaminación. Asimismo, **será importante asegurar la irreversibilidad de estos avances**: que independientemente de cambios de gobierno, no haya regresiones en los estándares logrados (principio de no regresión consagrado en la Ley SBAP*[144]* y Ley Climática).

Finalmente, de cara a futuras publicaciones del CAPP e informes país, esta experiencia 2022–2025 muestra que las **políticas públicas ambientales pueden avanzar rápidamente cuando se conjugan conocimiento técnico, articulación interinstitucional y presión ciudadana informada**. Los frutos legislativos de este periodo serán insumo valioso para investigaciones venideras: habrá que evaluar su efectividad, perfilar mejoras y quizá inspirar a otros países de la región. Chile, con sus aciertos y desafíos, se posiciona tras 2025 como un caso de estudio interesante de **transición legislativa hacia la sustentabilidad** en un contexto socio-político complejo.



BIBLIOGRAFÍA

- Biblioteca del Congreso Nacional (BCN), Ley 21.435 Reforma al Código de Aguas – Descripción General, 2022[12][37][38][40].}
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Descripción de la Ley Marco de Cambio Climático (N°21.455), sitio web de Cambio Climático, 2022[54][75][55].
- Mongabay, Michelle Carrere, “Chile: tras 12 años de espera, se crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas”, 19 jun 2023[24][65].
- Votaciones Ambientales UC (Francisca Reyes et al.), Reporte Anual 2025 – Congreso Nacional (Legislatura 372), 2025[3][5].
- Minsegpres – Gobierno de Chile, Presentación “5 claves de la Ley contra delitos económicos y del medio ambiente”, 2023[68][70].
- CEPAL – Observatorio P10, Perfil de la Ley Marco de Cambio Climático de Chile, 2022[81][74].
- Diario Oficial, Decreto 209/2022 (Promulgación Acuerdo de Escazú), págs. 1-3[125][131].
- FIMA Chile, Análisis de la Ley 21.595 de Delitos Ambientales, boletín jurídico, 2023[69][135].
- (Elaboración propia con base en las fuentes citadas y textos legales oficiales).

LINKOGRAFÍA

- *[1] [2] [3] [4] [5] [7] [8] [9] [11] [16] [17] [18] [28] [29] [32] [33] [35] [44] [47] [48] [49] [52] [53] [57] [59] [142]* votacionesambientales.cl

- *https://votacionesambientales.cl/wp-content/uploads/Reporte_Votaciones_L372_2024-2025.pdf*

- *[6] [10] [25] [56]* reporte archivos - capes *https://capes.cl/tag/reporte/*

- *[12] [36] [37] [38] [39] [40] [41] [42] [104] [105] [106] [107] [108] [109] [110] [111] [113] [114] [115] [116] [117] [118] [119] [120] [121] [123] [124] [143]* Ley Chile - Ley 21435 - Biblioteca del Congreso Nacional de Chile *https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1174443*

- *[13] [30] [34] [45] [46] [67] [71] [112]* votacionesambientales.cl *https://votacionesambientales.cl/wpcontent/uploads/Reporte_2024_Votaciones_Ambientales_Leg_371.pdf*

- *[14] [15] [54] [55] [75] [76] [77] [78]* Descripción del instrumento – Cambio Climático *https://cambioclimatico.mma.gob.cl/ley-marco-de-cambio-climatico/descripcion-del-instrumento/*

- *[19] [20] [60] [61] [62]* "Chao colillas": proyecto quedó listo para su promulgación | Senado República de Chile *https://www.senado.cl/comunicaciones/noticias/chao-colillas-proyecto-quedo-listo-para-su-promulgacion*

- *[21] [22] [58] [101] [102]* bcn.cl *https://www.bcn.cl/obtienearchivo?id=recursoslegales/10221.3/73808/1/Bol16426-08.pdf*

- *[23] [24] [50] [51] [65] [82] [96]* Chile: tras 12 años de espera en el Congreso, se crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas *https://es.mongabay.com/2023/06/chile-se-crea-el-servicio-de-biodiversidad-y-areas-protegidas/*

- *[26] [27] [66]* Proyecto de ley marco de suelos.docx *file://file_00000000e4f471f5ab7497d566f9ad1c*

- *[31]* Finaliza la COP2 de Escazú: Chile presentó su Plan de ... *https://minrel.gob.cl/sala-de-prensa/finaliza-la-cop2-de-escazu-chile-presento-su-plan-de-implementacion-del*

- *[43]* Ambientalización de la Legislación de Aguas en Chile - ACHDA *https://achda.cl/ambientalizacion-de-la-legislacion-de-aguas-en-chile-claves-de-la-reforma-al-codigo-de-aguas/*

- *[63]* Nueva Ley regula la evaluación de proyectos en zonas declaradas ... *https://grupovial.cl/alerta-legal-se-publica-ley-que-establece-restricciones-a-la-evaluacion-de-proyectos-en-zonas-declaradas-latentes-o-saturadas/*

- *[64]* Evaluación ambiental en zonas latentes y saturadas – Laizasociados *https://laizasociados.cl/blogs/noticias/ley-que-establece-restricciones-a-la-tramitacion-de-proyectos-en-zonas-latentes-o-saturadas*

- *[68]* 5 claves de ley contra delitos económicos y del medioambiente *https://www.gob.cl/noticias/claves-ley-delitos-economicos-medioambientales-cuello-corbata-penas/*

- *[69]* Delitos medioambientales: ¿qué son y quién los persigue en Chile? *https://consultas.poderambiental.cl/article/90-delitos-medioambientales-que-son-y-quien-los-persigue-en-chile*

- *[70] [133] [135] [136] [137] [138]* Ley Delitos económicos - Ministerio de Justicia y DDHH *https://www.minjusticia.gob.cl/ley-delitos-economicos/*

- *[72] [73] [130]* Resolución 4890 Exenta (31-jul-2025) M. del Medio Ambiente - BCN *https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1215317*

- *[74] [81]* La Ley Marco de Cambio Climático en Chile a 50 años de Estocolmo *https://revistaderechoambiental.uchile.cl/index.php/RDA/article/view/67640/71058*

- *[79]* Ley Marco de Cambio Climático: un paso clave hacia la ... - CTEC *https://ctecinnovacion.cl/publicaciones/ley-marco-decambio-climatico/*

- *[80]* Ley Marco de Cambio Climático (Ley No. 21.455 de 2022) *https://observatoriop10.cepal.org/es/instrumento/ley-marco-cambio-climatico-ley-no-21455-2022*

- *[83] [84] [85] [86] [87] [88] [89] [90] [91] [92] [93] [94] [95] [144]* Ley Chile - Ley 21600 - Biblioteca del Congreso Nacional de Chile *https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1195666*

- *[97]* Ley Rep - Economía Circular - Ministerio del Medio Ambiente *https://economiacircular.mma.gob.cl/ley-rep/*

- *[98]* Ley Chile - Ley 20920 - Biblioteca del Congreso Nacional - BCN *https://www.bcn.cl/leychile/Navegar?idNorma=1090894*

- *[99]* ¿Cómo avanza la industria chilena para cumplir con la Ley REP? El ... *http://cenem.cl/newsletter/octubre2022/detalle-08.php*

- *[100]* La Ley REP Entra en su Fase Avanzada y las Empresas se Adaptan ...M *https://www.gamaresiduos.cl/la-ley-rep-entra-en-su-fase-avanzada-y-las-empresas-se-adaptan-a-nuevas-normativas/*

- *[103]* comunicación de la ley REP - País Circular *https://www.paiscircular.cl/tag/comunicacion-de-la-ley-rep/*

- *[122]* [PDF] EL CÓDIGO DE AGUAS: REFORMA Y ALCANCE DE LA NUEVA ... *https://derecho.udp.cl/cms/wp-content/uploads/2023/12/Proyecto-BCI.pdf*

- *[125] [126] [127] [128] [129] [131] [132]* Ley Chile - Decreto 209 (25-oct-2022) M. de Relaciones Exteriores; Subsecretaría de Relaciones Exteriores - Biblioteca del Congreso Nacional de Chile *https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1183363*

- *[134]* [PDF] ley n°21.595 de delitos económicos - SONAMI *https://www.sonami.cl/v2/wp-content/uploads/2023/10/Eelaw-rev_VF.pdf*

- *[139]* El Modelo de Prevención de Delitos (MPD) en la nueva Ley de ... *https://www.aguilaycia.cl/post/el-modelo-de-prevenci%C3%B3n-de-delitos-mdp-en-el-marco-de-la-nueva-ley-de-delitos-econ%C3%B3micos-en-chile*

- *[140]* Congreso aprueba proyecto de ley que sistematiza los delitos ... *https://www.carey.cl/congreso-aprueba-proyecto-de-ley-que-sistematiza-los-delitos-economicos-y-atentados-contra-el-medio-ambiente-y-amplia-la-responsabilidad-penal-de-la-persona-juridica*

- *[141]* Chile: Nuevos delitos contenidos en la Ley de Delitos Económicos *https://www.garrigues.com/es_ES/noticia/chile-nuevos-delitos-contenidos-ley-delitos-economicos*

InformePaís2025

ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE

Y DEL PATRIMONIO NATURAL



Plan de adaptación y mitigación al cambio climático- Sector infraestructura (MOP)

TERCERA PARTE

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

PLAN DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO, SECTOR INFRAESTRUCTURA DEL MOP



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

Autores:
Sergio Galilea Ocón (1)
Héctor Anabalón Zurita (2)

Edición:
Ángela María Larenas Libreros (3)

Orientaciones Técnicas
Boris Olguín Morales

(1) Director Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.
(2) Secretario Ejecutivo Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.
(3) Estudiante de Administración Pública, Semillerista Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.
(4) Director General de Obras Pública, Ministerio de Obras Públicas.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. CONTEXTO DEL INFORME PAÍS Y DE LA INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL EN CHILE

El Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile, elaborado periódicamente bajo la coordinación de la Universidad de Chile, constituye uno de los ejercicios más relevantes de observación sistemática, independiente y crítica sobre la evolución de la gestión ambiental del país. Su propósito no se limita a describir el estado de los componentes naturales, sino que busca ofrecer un insumo técnico y ciudadano que permita evaluar avances, identificar rezagos estructurales y orientar el debate y la acción en materia de política pública ambiental.

En sus primeras versiones, el Informe País estuvo orientado principalmente a la descripción de tendencias ecológicas, calidad del aire, degradación de suelos, pérdida de biodiversidad, disponibilidad hídrica, reflejando un enfoque centrado en los síntomas ambientales del desarrollo. Con el tiempo, sin embargo, su perspectiva se ha ampliado hacia un análisis más complejo e integrado, incorporando el examen de la institucionalidad ambiental, de las capacidades del Estado y de los arreglos de gobernanza necesarios para enfrentar desafíos de carácter sistémico como el cambio climático. Este tránsito ha implicado pasar de un diagnóstico predominantemente ecológico a una lectura que articula dimensiones ambientales, políticas, sociales y económicas.

La trayectoria institucional chilena en esta materia ha sido significativa. La creación de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) en 1994 constituyó un primer esfuerzo de coordinación ambiental, aunque con limitadas atribuciones y jerarquía política. Un punto de inflexión se produjo con la promulgación de la Ley N° 20.417 (2010), que dio origen al Ministerio del Medio Ambiente, al Servicio de Evaluación Ambiental y a la Superintendencia del Medio Ambiente, configurando una institucionalidad con mayores capacidades regulatorias, evaluativas y fiscalizadoras. Este avance permitió robustecer el marco normativo ambiental, pero también evidenció asimetrías relevantes entre el fortalecimiento de la regulación ambiental y la incorporación efectiva de criterios climáticos y ambientales en sectores estratégicos de la acción estatal.

En este contexto, la infraestructura pública emerge como un ámbito especialmente crítico. Pese a su relevancia para el desarrollo económico y la cohesión territorial, los procesos de planificación, diseño y ejecución de obras públicas han integrado históricamente de manera parcial y fragmentada las variables climáticas. Esta brecha resulta particularmente problemática si se considera que la infraestructura construida por el Estado posee horizontes de vida útil que oscilan entre 30 y 100 años, de modo que las decisiones de inversión adoptadas en el presente pueden amplificar o mitigar riesgos climáticos futuros de forma duradera e incluso irreversible.

Los impactos observados en las últimas décadas dan cuenta de esta interdependencia entre crisis climática e infraestructura pública: carreteras afectadas por aluviones en el norte del país, puentes dañados por crecidas fluviales, Infraestructura portuaria expuesta a marejadas, y sistemas de agua potable rural tensionados por sequías prolongadas ilustran cómo los fenómenos climáticos extremos comprometen simultáneamente la seguridad de las comunidades, la continuidad de servicios esenciales y la eficiencia del gasto público.

De este modo, el Informe País 2026 se inscribe en una etapa en la que ya no resulta suficiente evaluar únicamente la existencia de normas ambientales o de capacidades de fiscalización. Se vuelve imprescindible examinar cómo los sectores estratégicos del Estado -y en particular el Ministerio de Obras Públicas- integran el cambio climático como un criterio estructural de su quehacer, avanzando hacia una institucionalidad ambiental más transversal, anticipatoria y orientada a la gestión del riesgo y la resiliencia territorial.



1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PLAN Y SU APORTE AL FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL

El Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático, sector infraestructura del MOP (2025–2029) surge como una respuesta estratégica a la constatación de que la infraestructura pública no sólo materializa inversión y crecimiento, sino que también configura -de manera directa- la capacidad del país para enfrentar los impactos del cambio climático. Cada carretera, embalse, sistema de agua potable rural, puerto o edificio público constituye simultáneamente un activo económico y un componente esencial de la resiliencia social y territorial.

La justificación del Plan se estructura en torno a tres pilares fundamentales. En primer lugar, la prevención de riesgos y la continuidad de servicios esenciales. La infraestructura pública sostiene funciones críticas para la vida cotidiana y la actividad productiva; su interrupción producto de eventos climáticos extremos genera efectos multiplicadores sobre las comunidades, profundizando vulnerabilidades preexistentes. El Plan busca anticipar estas amenazas mediante la incorporación sistemática de criterios de adaptación, reduciendo la exposición al riesgo y fortaleciendo la capacidad de respuesta ante eventos extremos.

En segundo término, el Plan responde a criterios de eficiencia económica y sostenibilidad fiscal. La evidencia internacional ha demostrado de manera consistente que la inversión temprana en adaptación resulta significativamente menos costosa que la reconstrucción posterior a los desastres. Integrar esta lógica en la política pública sectorial implica avanzar hacia una gestión más racional del gasto público, en la que la variable climática se incorpora como un elemento central en la evaluación de proyectos y no como un factor accesorio.

En tercer lugar, el Plan promueve una innovación institucional y cultural al redefinir la noción tradicional de infraestructura pública, transitando hacia un enfoque de infraestructura resiliente y sostenible. Este cambio no se limita a la adopción de herramientas técnicas, sino que implica una transformación en las prácticas profesionales y en los criterios de toma de decisión de ingenieros, planificadores, economistas y autoridades, instalando el cambio climático como un eje estructurante del ciclo de inversión pública.

Un aspecto particularmente relevante del Plan es su carácter transversal y articulador. Lejos de constituir una estrategia aislada, el instrumento coordina a múltiples direcciones del Ministerio de Obras Públicas -vialidad, obras hidráulicas, arquitectura, concesiones, entre otras- y exige una interacción estrecha con otros actores del Estado, especialmente el Ministerio del Medio Ambiente, la SUBDERE y los Gobiernos Regionales. En este sentido, el Plan contribuye al fortalecimiento de la gobernanza multinivel y a una mayor coherencia entre políticas sectoriales, territoriales y ambientales.

Cabe destacar que la formulación y actualización del Plan fue posible gracias a un liderazgo institucional claro desde la Dirección General de Obras Públicas, cuya gestión asumió el desafío de traducir los compromisos climáticos nacionales en directrices operativas concretas para los servicios del MOP. Bajo la conducción de su Director, Boris Olguín Morales, la DGOP impulsó un proceso de coordinación técnica que permitió alinear el instrumento con la Ley Marco de Cambio Climático, la Estrategia Climática de Largo Plazo y los compromisos internacionales asumidos por el país. Este esfuerzo no solo consolidó al Plan como una pieza clave de la arquitectura climática nacional, sino que posicionó al sector infraestructura como un actor estratégico dentro de la institucionalidad ambiental chilena.

En suma, el Plan representa un avance institucional significativo al crear nuevas rutinas de trabajo, establecer exigencias de evaluación climática en los proyectos y orientar la inversión pública hacia criterios de resiliencia y sostenibilidad. Por ello, su relevancia trasciende el ámbito sectorial y adquiere un alcance nacional en el proceso de consolidación de la política ambiental del Estado.



1.3. RELACIÓN CON COMPROMISOS INTERNACIONALES

El Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático, sector infraestructura del MOP (2025–2029) se inserta en un marco más amplio de compromisos internacionales que obligan a integrar la acción climática en las políticas sectoriales. En este sentido, el Plan opera como una herramienta concreta de implementación y como una experiencia de referencia en el contexto latinoamericano.

En relación con el Acuerdo de París, el Plan colabora directamente al cumplimiento de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile, particularmente en su componente de adaptación. En un país altamente expuesto a amenazas climáticas, la incorporación sistemática de criterios de resiliencia en la infraestructura pública constituye una vía tangible para reducir la exposición al riesgo y fortalecer la capacidad adaptativa del territorio.

Asimismo, el Plan se articula con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, aportando de manera directa a objetivos clave como el ODS 6 (agua limpia y saneamiento), el ODS 9 (industria, innovación e infraestructura), el ODS 11 (ciudades y comunidades sostenibles) y el ODS 13 (acción por el clima). Esta articulación refuerza la coherencia entre la planificación sectorial y los marcos globales de desarrollo sostenible.

Desde la perspectiva de organismos internacionales, el Plan responde a recomendaciones reiteradas de la OCDE, que ha subrayado la necesidad de transversalizar la sostenibilidad ambiental en las políticas sectoriales, y se alinea con los planteamientos de la CEPAL, que enfatizan la vinculación entre desarrollo territorial, reducción de desigualdades y sostenibilidad. Al abordar vulnerabilidades que afectan con mayor intensidad a territorios rurales, ciudades intermedias y zonas periféricas, el Plan contribuye a una agenda de justicia ambiental y territorial.

Finalmente, en una perspectiva comparada, la experiencia chilena dialoga con iniciativas desarrolladas en países como Japón, Canadá y de la Unión Europea, que han avanzado en planes de infraestructura resiliente. La particular configuración geográfica y climática de Chile -marcada por una alta exposición a terremotos, sequías, eventos hidrometeorológicos extremos y riesgos costeros- convierte a este Plan en un laboratorio de aprendizaje relevante para América Latina y el Sur Global.

En síntesis, el Plan se justifica no solo por las vulnerabilidades internas del país, sino también por su coherencia con los compromisos internacionales asumidos por Chile. Con este instrumento, el Estado da un paso adicional en el tránsito desde un enfoque predominantemente regulador hacia un modelo de planificación pública resiliente, capaz de anticipar riesgos climáticos y de asegurar sostenibilidad en las decisiones de inversión en infraestructura.

2. DESCRIPCIÓN DEL PLAN



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

2.1. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DEL PLAN

El Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático, sector infraestructura del MOP (2025–2029), elaborado por la Dirección General de Obras Públicas, constituye un instrumento de planificación estratégica orientado a integrar de manera sistemática la variable climática en la acción sectorial del Estado. Su formulación responde a la necesidad de alinear la inversión en infraestructura pública con los compromisos climáticos nacionales e internacionales, asegurando que las obras no solo cumplan funciones económicas y sociales inmediatas, sino que se proyecten como activos resilientes y sostenibles en el largo plazo.

Desde una perspectiva estratégica, el Plan persigue un cambio estructural en la forma en que el sector infraestructura concibe, diseña y gestiona sus intervenciones, reconociendo que el cambio climático introduce nuevos riesgos, incertidumbres y exigencias sobre el ciclo de vida de las obras públicas. En este marco, sus objetivos estratégicos pueden organizarse en cuatro grandes líneas de acción interrelacionadas.

En primer lugar, integrar la variable climática en el ciclo de vida de la infraestructura pública. Este objetivo implica que, desde las etapas tempranas de planificación y formulación, pasando por el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento, se incorporen de manera sistemática análisis de riesgo climático y escenarios futuros. El propósito es evitar soluciones basadas exclusivamente en condiciones históricas, avanzando hacia diseños capaces de responder a un aumento en la frecuencia e intensidad de eventos extremos.

En segundo término, el Plan busca fortalecer la resiliencia de la infraestructura crítica, entendida como aquella cuya afectación genera impactos sociales, económicos y territoriales desproporcionados. Carreteras estratégicas, sistemas de agua potable rural, embalses, puentes, puertos y aeropuertos son identificados como activos prioritarios, dado su rol en la conectividad, el abastecimiento de agua y la continuidad de servicios esenciales. El objetivo no es únicamente reducir daños físicos, sino asegurar la continuidad funcional de estas infraestructuras durante y después de eventos climáticos adversos.

Un tercer eje estratégico corresponde a promover la mitigación de emisiones en el sector infraestructura. Si bien la contribución directa del sector a las emisiones nacionales de gases de efecto invernadero es menor en comparación con otros ámbitos productivos, el Plan reconoce la huella ambiental asociada a la construcción, operación y mantenimiento de obras públicas. En consecuencia, fomenta técnicas constructivas sostenibles, el uso de materiales de menor impacto, la eficiencia energética en edificaciones públicas y el desarrollo progresivo de estándares de infraestructura verde y baja en carbono.

Finalmente, el Plan apunta a consolidar capacidades institucionales y técnicas para la gestión climática, concibiéndose no solo como un conjunto de medidas, sino como un marco de fortalecimiento del aparato público. Esto incluye procesos de capacitación sistemática de profesionales del MOP y de los Gobiernos Regionales, el desarrollo de metodologías de evaluación climática de proyectos, la incorporación de criterios de cambio climático en los instrumentos del Sistema Nacional de Inversiones y la generación de plataformas de información para la toma de decisiones.

En conjunto, estos objetivos reflejan un cambio cultural en el rol del Estado como promotor de infraestructura pública: ya no se trata únicamente de conectar territorios o proveer servicios, sino de garantizar que dichas infraestructuras sean capaces de adaptarse a un contexto climático cambiante y, cuando sea posible, contribuir activamente a la reducción de impactos ambientales.



2.2. ALCANCE SECTORIAL Y ÁREAS PRIORITARIAS DE INTERVENCIÓN

El Plan se estructura a partir de la especificidad del quehacer del Ministerio de Obras Públicas, cuyo mandato abarca una amplia y diversa gama de infraestructuras estratégicas para el desarrollo nacional. Su alcance sectorial se expresa en un conjunto de áreas prioritarias de intervención, que concentran los mayores riesgos climáticos y, al mismo tiempo, las mayores oportunidades de adaptación y mitigación.

En el ámbito de la Dirección de Vialidad, el Plan promueve la incorporación de diseños adaptativos frente a lluvias intensas, aluviones, marejadas y temperaturas extremas. Ello se traduce en criterios de drenaje sostenible, estabilización de taludes, uso de pavimentos resilientes y fortalecimiento de protocolos de mantenimiento preventivo, con el objetivo de reducir interrupciones y costos asociados a daños recurrentes.

Respecto de la Dirección de Obras Hidráulicas, el Plan aborda el doble desafío que enfrenta la infraestructura hídrica en Chile: sequías prolongadas y eventos de inundación cada vez más frecuentes. En este ámbito se impulsa una gestión integrada de cuencas, el desarrollo de obras multipropósito -como embalses, defensas fluviales y desaladoras- y la incorporación de soluciones basadas en la naturaleza, tales como humedales artificiales y restauración de riberas, que complementan la infraestructura gris tradicional.

En materia de edificación pública, a través de la Dirección de Arquitectura, el Plan introduce criterios de eficiencia energética, sistemas pasivos de climatización, techos verdes y estándares de construcción sostenible en escuelas, hospitales, cárceles y edificios administrativos. Estas medidas se articulan con la Agenda Nacional de Edificación Pública Sustentable y buscan reducir tanto la huella ambiental como los costos de operación en el largo plazo.

El ámbito de la Dirección General de Concesiones reviste especial relevancia, dado el peso de la infraestructura concesionada en la red nacional. El Plan promueve las alianzas público-privadas como un canal para la modernización climática del sector a través del sector de Concesiones de Obras Públicas.

Asimismo, la Dirección de Obras Portuarias enfrenta desafíos asociados a la elevación del nivel del mar, marejadas, tormentas y olas de calor. El Plan contempla la elaboración de planes de adaptación específicos para infraestructura costera y aeroportuaria, considerando su rol estratégico en la conectividad nacional e internacional.

Finalmente, el ámbito de Agua Potable Rural (APR) se incorpora como una prioridad transversal, reconociendo la alta vulnerabilidad de las comunidades rurales frente a la crisis hídrica. El Plan busca asegurar el acceso al agua potable mediante infraestructura flexible, fortalecimiento de sistemas de gestión comunitaria y soluciones tecnológicas de bajo costo adaptadas a las condiciones territoriales.

El carácter transversal del Plan exige que todas estas áreas actúen de manera coordinada, bajo metodologías comunes y con sistemas de información compartidos. En este sentido, el Plan no solo define medidas sectoriales, sino que instala un marco de coherencia institucional orientado a evitar la fragmentación de esfuerzos y a maximizar el impacto de la inversión pública.



2.3. GOBERNANZA Y MECANISMOS DE COORDINACIÓN INSTITUCIONAL

El Plan reconoce explícitamente que uno de los desafíos históricos de la política ambiental en Chile ha sido la fragmentación institucional. Frente a ello, establece una arquitectura de gobernanza orientada a articular de manera efectiva los distintos niveles de decisión y ejecución involucrados en la gestión de la infraestructura pública.

En primer lugar, se define un esquema de coordinación interministerial, en el cual el MOP ejerce el liderazgo del Plan en estrecha articulación con el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, el Ministerio del Medio Ambiente, la Subsecretaría de Desarrollo Regional, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo y el Ministerio de Energía. Esta coordinación se canaliza mediante comités técnicos y mesas interministeriales, cuyo objetivo es asegurar coherencia entre políticas sectoriales y evitar superposiciones normativas y programáticas.

En segundo término, el Plan contempla mecanismos de participación regional y local, reconociendo el rol central de los Gobiernos Regionales en la priorización territorial de inversiones. Asimismo, se promueve la vinculación con municipios y comunidades locales en procesos de diseño e implementación de medidas de adaptación, especialmente en proyectos de agua potable rural y obras hidráulicas con impacto directo sobre comunidades.

Una innovación institucional relevante es la integración del cambio climático en el Sistema Nacional de Inversiones (SNI), lo que implica que los proyectos del MOP deban acreditar análisis de riesgos climáticos y medidas de adaptación como condición para su admisibilidad y financiamiento. Esta medida transforma la evaluación climática en un criterio estructural de decisión y no en un requisito accesorio.

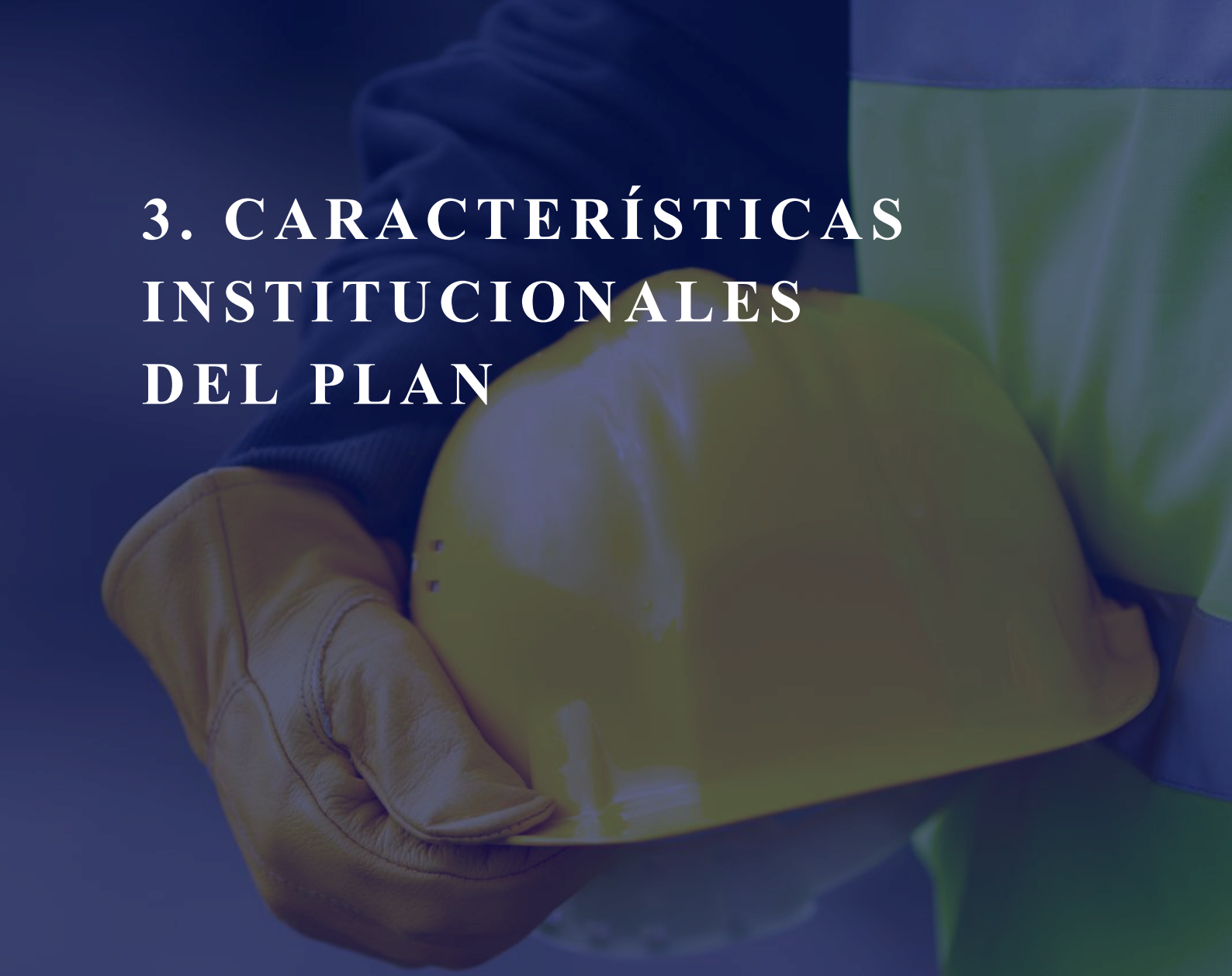
El Plan también impulsa la generación y gestión de información, mediante el desarrollo de plataformas geoespaciales de riesgos climáticos accesibles para los distintos servicios del MOP y los Gobiernos Regionales. Estas herramientas permiten orientar la priorización de inversiones en función de escenarios climáticos proyectados y fortalecer la toma de decisiones basada en evidencia.

Finalmente, se establecen mecanismos de monitoreo y rendición de cuentas, alineados tanto con los Informes País como con los compromisos de transparencia climática ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Estos mecanismos buscan asegurar seguimiento periódico, aprendizaje institucional y mejora continua en la implementación del Plan.

En síntesis, el Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático, sector infraestructura del MOP (2025–2029) configura una arquitectura de gobernanza multinivel en la que el liderazgo sectorial se combina con coordinación interinstitucional, participación territorial y sistemas de información compartidos. Este diseño representa una innovación en la forma de concebir la política de infraestructura en Chile y refuerza la idea de que la resiliencia climática constituye una tarea colectiva que trasciende al sector público, involucrando también al sector privado y a la sociedad civil.



3. CARACTERÍSTICAS INSTITUCIONALES DEL PLAN



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

3.1. INNOVACIONES INSTITUCIONALES

Una de las características más relevantes del Plan es que no se limita a introducir criterios técnicos de adaptación en el diseño y ejecución de obras públicas, sino que avanza hacia la institucionalización del enfoque climático dentro de la gestión sectorial del Estado. En este sentido, el Plan propone un conjunto de transformaciones que inciden directamente en las rutinas administrativas, los procesos de decisión y las capacidades internas del Ministerio de Obras Públicas.

Una primera innovación sustantiva es la transversalización obligatoria del enfoque climático en la inversión pública sectorial. El Plan establece que todas las direcciones del MOP -vialidad, obras hidráulicas, arquitectura, concesiones y obras portuarias- deben integrar de manera sistemática la variable climática en sus proyectos. Esta exigencia introduce un verdadero filtro climático en el ciclo de inversión, evitando que la adaptación quede supeditada a iniciativas aisladas o a la voluntad de unidades específicas, y transformándola en un criterio estructural de elegibilidad y diseño.

En segundo término, el Plan instala una intersectorialidad formalizada, que contrasta con enfoques previos más fragmentados. A través de mecanismos explícitos de coordinación interministerial y de articulación con los Gobiernos Regionales, se modifica una cultura administrativa históricamente marcada por la autonomía sectorial. Esta innovación resulta particularmente relevante en un contexto de riesgos climáticos que trascienden competencias institucionales y requieren respuestas integradas a escala territorial.

Una tercera innovación corresponde al fortalecimiento de capacidades técnicas internas. El Plan contempla el desarrollo de equipos especializados en gestión climática dentro del MOP, para lo cual pudieran considerarse perfiles profesionales multidisciplinarios vinculados a la ingeniería ambiental, la hidrología, la geografía y la economía ambiental. Este énfasis en capacidades propias constituye un avance institucional significativo, al reducir la dependencia exclusiva de consultorías externas y permitir la acumulación de conocimiento sectorial en materia de adaptación y mitigación.

Finalmente, el Plan introduce criterios de obligatoriedad climática en el ámbito de las concesiones, incorporando cláusulas específicas en los contratos que transfieren parte de la responsabilidad de la adaptación al sector privado. De este modo, carreteras, aeropuertos, hospitales y otras infraestructuras concesionadas deberán cumplir estándares de resiliencia definidos por el Estado y sujetos a fiscalización pública, ampliando el alcance de la política climática más allá de la inversión directa del MOP.

En conjunto, estas innovaciones permiten afirmar que el Plan expande la institucionalidad ambiental hacia el núcleo de la infraestructura pública, estableciendo un precedente relevante que podría ser replicado en otros sectores estratégicos del Estado.

3.2. INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN Y REGULACIÓN

El Plan se distingue por su carácter operativo y normativo, alejándose de enfoques meramente declarativos. Para ello, incorpora un conjunto de instrumentos de planificación y regulación que buscan asegurar su implementación efectiva y su incidencia real en la acción sectorial.

En primer lugar, se establecen lineamientos técnicos obligatorios, materializados en manuales y guías de diseño que incorporan criterios de resiliencia climática en carreteras, puentes, embalses, edificaciones públicas, sistemas de agua potable rural, aeropuertos y obras portuarias, entre otros. Estos documentos pasan a formar parte de la normativa interna del MOP, adquiriendo carácter vinculante para las unidades ejecutoras y condicionando los estándares técnicos de las obras.

Una segunda innovación clave es la integración del enfoque climático en el Sistema Nacional de Inversiones (SNI). Bajo este esquema, los proyectos del sector infraestructura deberán incorporar análisis de riesgos climáticos y medidas de adaptación como requisito para su evaluación y financiamiento. Con ello, la adaptación deja de ser un componente accesorio y se transforma en un criterio de elegibilidad presupuestaria, reforzando su peso en la toma de decisiones.

El Plan también prevé una articulación con el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), promoviendo la actualización de exigencias para proyectos de infraestructura de modo que los impactos climáticos futuros sean considerados en los procesos de evaluación. Esta articulación requiere una coordinación estrecha entre el MOP, el Ministerio del Medio Ambiente y el Servicio de Evaluación Ambiental, fortaleciendo la coherencia entre planificación sectorial y regulación ambiental.

Asimismo, el Plan impulsa la elaboración de planes regionales de infraestructura resiliente, alineados con las Estrategias de Desarrollo Regional y con los instrumentos nacionales de adaptación al cambio climático. Esta dimensión territorial permite contextualizar las medidas del Plan a las particularidades de cada región y refuerza la coordinación multinivel de la política pública.

A través de estos instrumentos, el Plan adquiere fuerza regulatoria y se consolida como un marco que condiciona efectivamente la acción sectorial, superando el riesgo de quedar reducido a una declaración programática.

3.3. MECANISMOS DE FINANCIAMIENTO Y SOSTENIBILIDAD FISCAL

La adaptación de la infraestructura pública al cambio climático plantea desafíos financieros significativos, que el Plan aborda mediante una combinación de mecanismos orientados a asegurar su sostenibilidad fiscal en el tiempo.

En este marco, el Plan también busca aprovechar oportunidades de financiamiento verde, alineando sus proyectos con instrumentos como bonos verdes, créditos climáticos y financiamiento concesional de organismos internacionales como el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo y la CAF. Esta estrategia permite posicionar la infraestructura pública como un activo compatible con estándares internacionales de inversión sostenible.

Adicionalmente, la incorporación de cláusulas climáticas en concesiones implica una participación directa del sector privado en los costos de adaptación, trasladando parte de la inversión requerida a las empresas concesionarias y promoviendo la internalización de estándares de resiliencia en sus propuestas.

Desde una perspectiva fiscal, el Plan se presenta como una política costo-efectiva en el largo plazo, en la medida en que la inversión preventiva en resiliencia contribuye a reducir de manera significativa los costos asociados a la reconstrucción post-desastre y a la interrupción de servicios esenciales.



3.4. ENFOQUE DE GESTIÓN DE RIESGOS Y ADAPTACIÓN

El Plan adopta un enfoque integral de gestión de riesgos, que combina prevención, preparación, respuesta y recuperación, superando visiones tradicionales centradas exclusivamente en la emergencia. Este enfoque se sustenta en la utilización sistemática de información científica y territorial para anticipar impactos y orientar decisiones de inversión.

Uno de sus pilares es el análisis de escenarios climáticos, utilizando proyecciones de temperatura, precipitaciones y eventos extremos a horizontes de corto, mediano y largo plazo (2030, 2050 y 2100), desarrolladas por centros especializados como el Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia y la Dirección Meteorológica de Chile. Estos insumos permiten evaluar la exposición de la infraestructura existente y proyectada frente a distintos escenarios de cambio climático.

El Plan incorpora además un mapeo de vulnerabilidades críticas, identificando territorios donde la interacción entre amenazas climáticas e infraestructura genera mayores riesgos, tales como zonas afectadas por aluviones, marejadas, crecidas fluviales o islas de calor urbano. Este enfoque territorial permite priorizar inversiones y focalizar medidas de adaptación.

Junto a la infraestructura gris tradicional, el Plan promueve el uso de soluciones basadas en la naturaleza, incluyendo humedales, restauración de riberas y sistemas vegetados de control de escorrentías, que contribuyen a reducir riesgos de inundación y erosión, al tiempo que generan beneficios ecosistémicos adicionales.

Finalmente, se desarrollan protocolos de emergencia y recuperación rápida, orientados a asegurar que, tras eventos extremos, la infraestructura crítica pueda ser restituida en plazos acotados, garantizando la continuidad de servicios esenciales.

En su conjunto, este enfoque instala un marco de infraestructura adaptativa, orientado a anticipar riesgos y minimizar daños, en lugar de reaccionar de manera tardía frente a sus consecuencias.

3.5. PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y GOBERNANZA TERRITORIAL

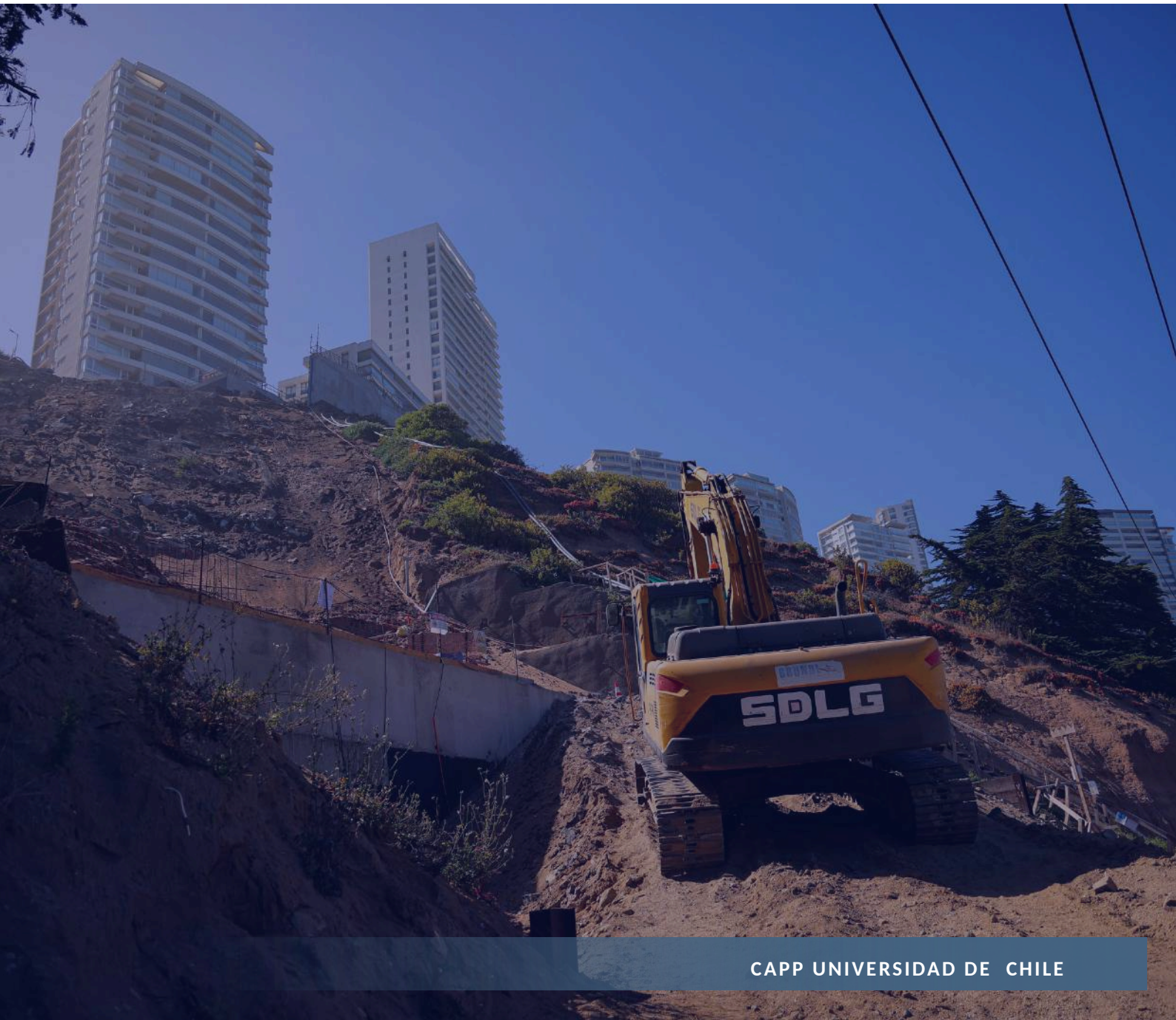
Una dimensión distintiva del Plan es su énfasis en una gobernanza participativa y territorialmente situada, que reconoce que la infraestructura pública es simultáneamente un bien técnico, social y político. Su legitimidad y eficacia dependen, en buena medida, de la relación con las comunidades y actores locales.

El Plan contempla procesos de consulta temprana en el diseño de obras estratégicas, orientados a incorporar percepciones locales de riesgo, conocimientos territoriales y prioridades de adaptación. Este enfoque busca reducir conflictos, mejorar la pertinencia de las soluciones y fortalecer la aceptación social de los proyectos.

Asimismo, se reconoce un rol relevante a los municipios, especialmente en la implementación de medidas de adaptación de pequeña y mediana escala, tales como drenajes urbanos, protección de riberas o soluciones hídricas locales, reforzando la articulación entre infraestructura sectorial y gestión local.

El Plan incorpora explícitamente el reconocimiento del conocimiento local e indígena, particularmente en ámbitos como la gestión de cuencas y el uso eficiente del agua, valorando saberes tradicionales como complemento a las soluciones técnico-ingenieriles.

Finalmente, se establecen mecanismos de transparencia y rendición de cuentas, mediante el reporte periódico de avances a través de plataformas digitales de acceso público y su articulación con los Informes País. Este énfasis refuerza la dimensión democrática de la política de infraestructura y promueve la corresponsabilidad social en la gestión del cambio climático.



4. PROYECCIÓN TEMPORAL Y ESCENARIOS AL 2030–2040



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

4.1. PROYECCIÓN AL 2030: METAS Y RESULTADOS ESPERADOS

El horizonte inmediato del Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático, sector infraestructura del MOP (2025–2029) se sitúa en coherencia con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y con los compromisos asumidos por Chile en sus Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC). Este horizonte temporal no debe entenderse como un punto de cierre, sino como una etapa crítica de consolidación, en la cual el Plan debiera transitar desde su fase de instalación institucional hacia una política sectorial plenamente operativa y evaluable.

En este marco, se proyectan resultados concretos en al menos cinco ámbitos estratégicos.

En primer lugar, se plantea la integración normativa del enfoque climático en la inversión pública. Hacia 2030, se espera que los equipos regionales cuenten con capacidades para abordar el análisis de riesgos climáticos y la identificación de medidas de adaptación, sustentadas en guías técnicas consolidadas e integradas formalmente al ciclo de la inversión pública. Este resultado implica que la evaluación climática deje de depender de iniciativas piloto y se transforme en un requisito estándar en los procesos de formulación y diseño de proyectos.

En segundo término, el fortalecimiento de capacidades técnicas institucionales. El Plan proyecta que, al término de la década, una proporción mayoritaria de los profesionales del MOP y de los Gobiernos Regionales -en torno al 80%- cuente con formación acreditable en metodologías de evaluación climática, gestión de riesgos y adaptación de infraestructura. Más relevante aún, estas capacidades deberían estar institucionalizadas mediante programas de formación continua y no depender exclusivamente de capacitaciones puntuales.

Un tercer ámbito corresponde a la adaptación progresiva de la infraestructura crítica. Hacia 2030 se espera que una fracción significativa de la red vial estratégica, de los principales embalses, de los sistemas de agua potable rural prioritarios y de los aeropuertos de mayor tráfico cuenten con obras de adaptación implementadas, tales como refuerzos estructurales, sistemas de drenaje sostenible, defensas fluviales o medidas de protección costera. El énfasis no está solo en la cantidad de obras intervenidas, sino en su capacidad efectiva para asegurar continuidad de servicios frente a eventos extremos.

En cuarto lugar, el Plan proyecta avances en mitigación de emisiones del sector infraestructura, mediante una reducción acumulada de la huella de carbono asociada a la construcción y operación de obras públicas. Ello se lograría a través del uso de materiales de menor impacto ambiental, la eficiencia energética en edificaciones públicas y la incorporación progresiva de estándares de edificación sustentable y economía circular.

Finalmente, se espera un fortalecimiento de la dimensión territorial y participativa de la política de infraestructura. Hacia 2030, los Gobiernos Regionales deberían contar con planes de infraestructura resiliente formulados, aprobados e implementados, articulados con procesos participativos formalizados y coherentes con las Estrategias de Desarrollo Regional.

En conjunto, estos resultados permitirían que, al año 2030, el Plan deje de operar como una iniciativa de carácter innovador o piloto y se consolide como una política pública permanente, integrada al funcionamiento regular del Estado.



4.2. ESCENARIOS DE MEDIANO PLAZO HACIA 2040

Más allá del horizonte 2030, el Plan abre la posibilidad de proyectar escenarios de mediano plazo hacia el año 2040, en los cuales la infraestructura pública chilena se encuentre plenamente integrada en una lógica de adaptación climática y gestión de riesgos de largo plazo. Estos escenarios no constituyen predicciones, sino trayectorias plausibles condicionadas por decisiones políticas, capacidades institucionales y disponibilidad de financiamiento.

Un primer escenario, de carácter óptimo, corresponde a una resiliencia estructural consolidada. En este caso, la totalidad de la infraestructura pública relevante incorpora criterios de resiliencia climática desde su diseño, reduciéndose de manera sustantiva los costos económicos y sociales asociados a desastres. Chile se posiciona como un referente regional en políticas de adaptación sectorial y logra atraer de forma sistemática financiamiento verde internacional para infraestructura sostenible.

Un segundo escenario, de carácter intermedio, supone avances parciales y heterogéneos. En este contexto, se consolidan medidas de adaptación en infraestructura crítica y en territorios prioritarios, pero persisten brechas significativas en obras de menor escala, en zonas rurales y en municipios con capacidades limitadas. La adaptación avanza, pero de manera desigual, reproduciendo asimetrías territoriales.

Finalmente, un escenario de rezago implica que el Plan no logra consolidarse como política de Estado. Las medidas permanecen fragmentadas, se limitan a experiencias piloto y el país continúa enfrentando altos costos por desastres climáticos, tanto en términos fiscales como sociales. Este escenario refleja riesgos reales asociados a discontinuidades institucionales, debilidades de gobernanza y restricciones presupuestarias.

El principal desafío estratégico consiste, por tanto, en evitar el rezago y asegurar que los aprendizajes derivados de la implementación 2025-2030 sean escalados, institucionalizados y profundizados durante la década siguiente.

4.3. SINERGIAS CON LA INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL NACIONAL

La proyección de largo plazo del Plan se encuentra estrechamente vinculada a la evolución de la institucionalidad ambiental chilena. Hacia el período 2030-2040 se anticipan sinergias relevantes que podrían reforzar su impacto y sostenibilidad.

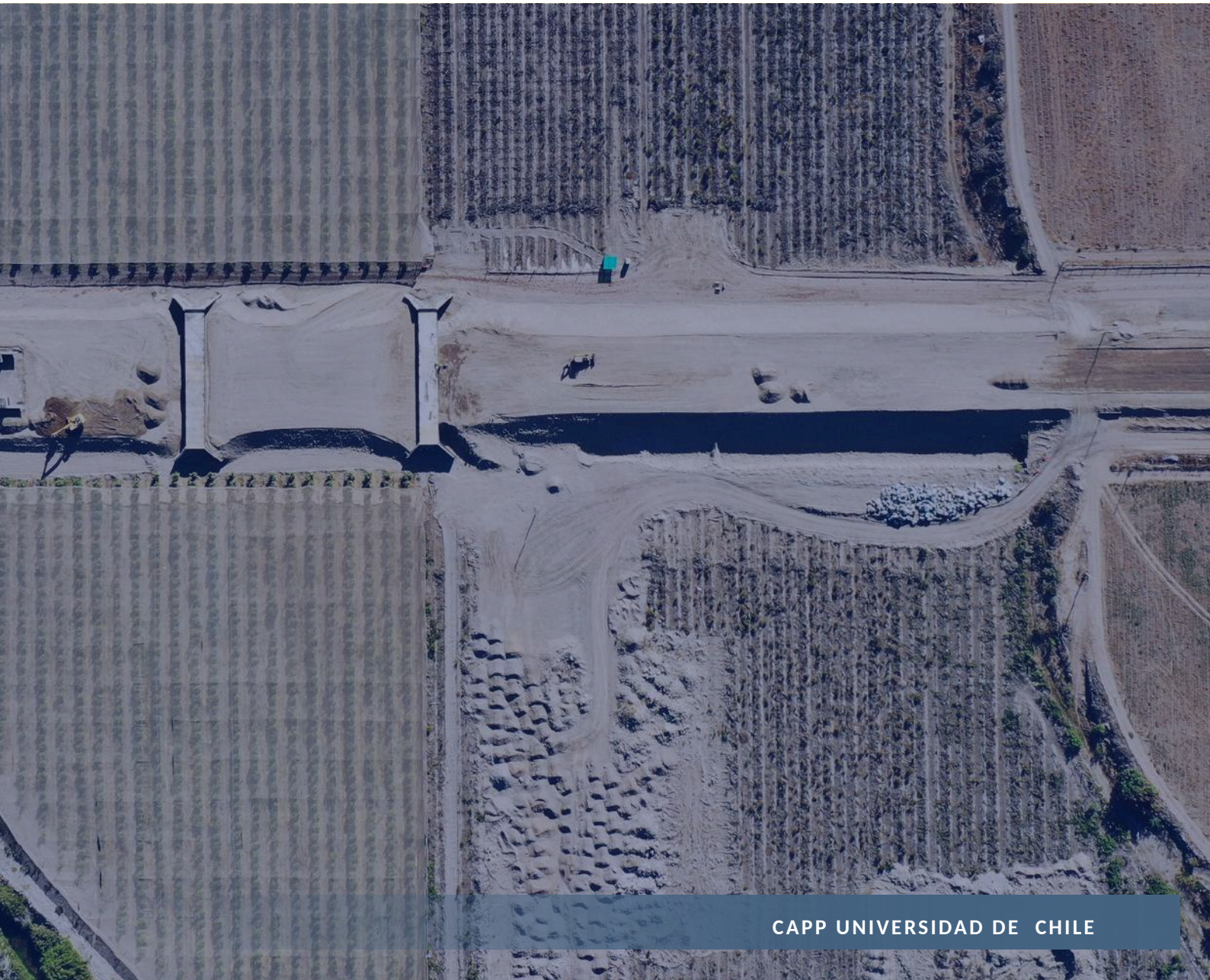
Una de ellas se relaciona con una eventual evolución del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), incorporando de manera más explícita criterios de riesgo climático y adaptación. Esta convergencia reforzaría la obligatoriedad del enfoque climático tanto en la infraestructura pública como en la privada.

Asimismo, el fortalecimiento del proceso de descentralización podría posicionar a los Gobiernos Regionales como actores centrales en la planificación y priorización de infraestructura resiliente, integrando el Plan en las Estrategias de Desarrollo Regional y en instrumentos de planificación territorial de mayor alcance.

Otra sinergia clave se vincula con el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, establecido por la Ley N° 21.364, que provee un marco para la prevención, preparación y respuesta ante emergencias. Su articulación con el Plan permitiría avanzar hacia una visión integral de riesgos, combinando amenazas climáticas y no climáticas.

Finalmente, la política de transición energética y carbono neutralidad al 2050 plantea exigencias adicionales a la infraestructura pública, que deberá dialogar simultáneamente con objetivos de adaptación y de mitigación, acelerando la adopción de materiales, tecnologías y estándares de bajas emisiones.

Estas sinergias refuerzan la idea de que el Plan no constituye una política aislada, sino un componente estratégico de un entramado institucional más amplio orientado a una transición sostenible del país.



4.4. CHILE COMO REFERENTE REGIONAL EN INFRAESTRUCTURA RESILIENTE

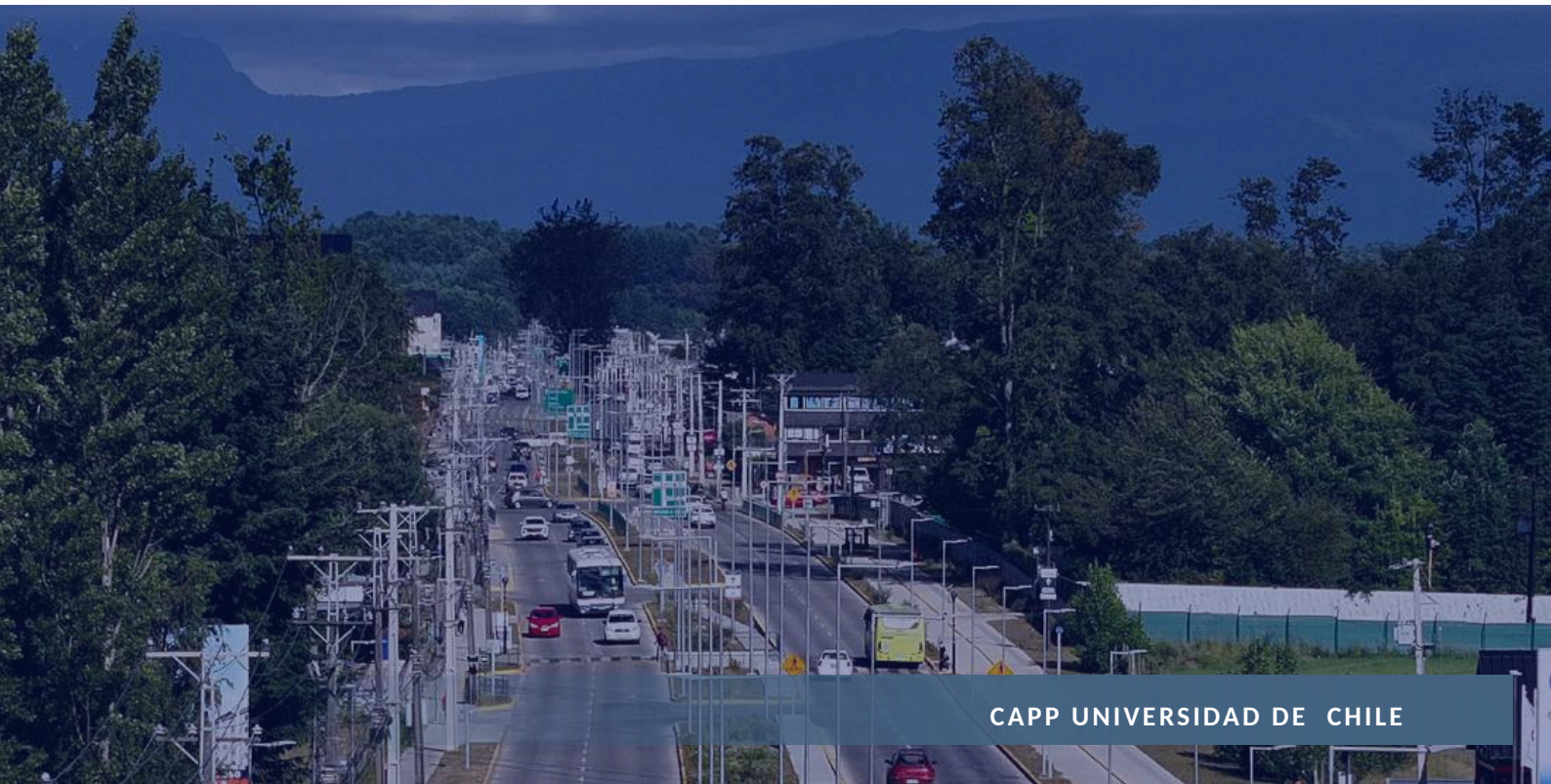
Si el Plan logra consolidarse y escalar en el tiempo, Chile podría proyectarse hacia 2030-2040 como un referente regional en infraestructura resiliente al cambio climático. Esta proyección se sustenta en al menos tres factores estructurales.

En primer lugar, la existencia de una experiencia piloto replicable, que integra regulación, financiamiento, planificación sectorial y participación territorial. La experiencia acumulada en sectores como minería, energía y gestión hídrica proporciona un sustrato técnico e institucional que puede ser profundizado a través del sector infraestructura.

En segundo término, la vinculación con la cooperación internacional, en un contexto de alineamiento con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y con las recomendaciones de organismos como la OCDE y la CEPAL. Esta alineación posiciona a la infraestructura pública chilena como un espacio atractivo para la cooperación técnica y financiera, transformando al país en un laboratorio regional de resiliencia climática.

Finalmente, la consolidación del Plan contribuiría al prestigio de Chile en materia de gobernanza ambiental, reforzando una reputación construida en torno al cumplimiento de compromisos climáticos internacionales. Si se implementa de manera consistente, el Plan permitiría proyectar estándares y aprendizajes hacia otros países de América Latina y del Sur Global.

En consecuencia, hacia el año 2040, Chile podría contar con una infraestructura pública que no solo resista los impactos del cambio climático, sino que contribuya activamente a la sostenibilidad territorial y regional, posicionando al país como un exportador de buenas prácticas en materia de resiliencia climática.



5. IMPACTOS ESPERADOS DEL PLAN



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

5.1. IMPACTOS AMBIENTALES

El Plan constituye un hito dentro de la institucionalidad ambiental chilena en la medida en que sus efectos ambientales trascienden la lógica reactiva de reducción de daños frente a desastres, avanzando hacia una transformación estructural de la relación entre infraestructura y entorno natural. En este sentido, los impactos ambientales esperados se expresan tanto en términos de adaptación como de mitigación y restauración ecosistémica.

Un primer impacto relevante corresponde a la reducción de la vulnerabilidad ecosistémica, especialmente en territorios donde la infraestructura pública interactúa de manera directa con sistemas naturales frágiles. La incorporación de soluciones basadas en la naturaleza -como la restauración de riberas, la protección de humedales, los corredores verdes y otras infraestructuras verdes o híbridas- contribuye a disminuir procesos de erosión, riesgos de inundación y pérdida de biodiversidad, al tiempo que refuerza servicios ecosistémicos clave.

En segundo término, se proyecta una disminución progresiva de la huella de carbono asociada a la infraestructura pública. La adopción de estándares de construcción sustentable, criterios de eficiencia energética y materiales de menor impacto ambiental permite reducir las emisiones generadas durante las fases de construcción, operación y mantenimiento de las obras, alineando al sector infraestructura con los objetivos nacionales de mitigación.

Un tercer impacto ambiental se vincula con el fortalecimiento de la seguridad hídrica, particularmente en un contexto de escasez estructural de agua. La implementación de obras hidráulicas resilientes y la adaptación de los sistemas por Servicios Sanitarios Rurales aumentan la capacidad del país para enfrentar sequías prolongadas y eventos extremos, reduciendo presiones sobre ecosistemas acuáticos y garantizando un uso más eficiente del recurso.

Asimismo, el Plan contribuye a una mejor adaptación frente a fenómenos climáticos extremos, al promover diseños más robustos en infraestructura vial, portuaria y aeroportuaria frente a marejadas, aluviones, crecidas fluviales e incendios. Este enfoque reduce no solo la exposición de las obras, sino también los impactos ambientales derivados de fallas estructurales y reconstrucciones reiteradas.

Finalmente, se espera una aceleración de la transición hacia una infraestructura verde, en la cual un porcentaje creciente de la inversión pública incorpore componentes naturales o soluciones híbridas. Este cambio posiciona a la infraestructura no solo como un elemento defensivo frente al cambio climático, sino como un vector activo de sostenibilidad ambiental.

En su conjunto, los impactos ambientales esperados del Plan son de carácter tanto preventivo como proactivo, orientados a integrar la infraestructura pública en una lógica de adaptación ecosistémica y mitigación de largo plazo.

5.2. IMPACTOS SOCIALES

Los impactos sociales del Plan se expresan de manera directa en la reducción de vulnerabilidades sociales, el fortalecimiento de la equidad territorial y la mejora de las condiciones de vida de la población, especialmente en contextos de crisis climática.

Un primer impacto social clave es la garantía de continuidad de servicios esenciales. La adaptación de infraestructuras críticas permite asegurar el acceso al agua potable, la conectividad vial y el funcionamiento de servicios de salud, educación y abastecimiento incluso durante emergencias climáticas, reduciendo los efectos disruptivos sobre la vida cotidiana de las comunidades.

En segundo lugar, el Plan contribuye a la reducción de desigualdades territoriales, al priorizar inversiones en zonas rurales, comunidades aisladas y territorios históricamente postergados. El fortalecimiento de los sistemas de Agua Potable Rural y la focalización de obras resilientes en áreas vulnerables permiten cerrar brechas estructurales en el acceso a servicios básicos.

Un tercer impacto se relaciona con el fortalecimiento de la participación ciudadana y la gobernanza local. Los mecanismos de consulta temprana, la participación municipal y la incorporación de conocimientos territoriales generan mayor apropiación comunitaria de las obras, aumentan su legitimidad social y promueven una corresponsabilidad en la gestión del riesgo climático.

Asimismo, en el ámbito urbano, el Plan contribuye a una mejor calidad de vida, mediante soluciones de drenaje sostenible, techos verdes y espacios públicos resilientes que ayudan a mitigar islas de calor, mejorar la habitabilidad y crear entornos urbanos más saludables y adaptados al cambio climático.

Finalmente, la prevención de desastres con consecuencias humanas constituye uno de los impactos sociales más significativos. La resiliencia de carreteras, defensas fluviales, puertos y otras infraestructuras críticas reduce de manera sustantiva el riesgo de pérdida de vidas humanas asociadas a eventos climáticos extremos.

En este sentido, el Plan puede ser entendido como una política que contribuye a materializar derechos sociales básicos -como el acceso al agua, la seguridad y la conectividad- en un contexto de creciente presión climática.



5.3. IMPACTOS ECONÓMICOS

Dado el peso del sector infraestructura en la economía nacional, los impactos económicos del Plan resultan particularmente relevantes y se proyectan tanto en el corto como en el largo plazo.

Un primer impacto económico esperado es la reducción significativa de los costos de reconstrucción post-desastre. La inversión preventiva en resiliencia permite evitar daños recurrentes y pérdidas económicas asociadas a interrupciones de servicios, generando retornos multiplicadores en términos de ahorro fiscal y eficiencia económica.

En segundo término, el Plan promueve una mayor eficiencia del gasto público, al incorporar criterios climáticos en el Sistema Nacional de Inversiones. Este enfoque reduce el riesgo de financiar proyectos que, en ausencia de adaptación, podrían volverse obsoletos, inviables o excesivamente costosos frente a escenarios climáticos futuros.

Un tercer impacto económico se vincula con la generación de incentivos a la innovación y al desarrollo de la industria local. La demanda creciente por materiales de bajo impacto ambiental, tecnologías de eficiencia energética e infraestructura verde abre oportunidades para empresas nacionales y para el desarrollo de capacidades productivas asociadas a la transición sostenible.

Asimismo, el alineamiento del Plan con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y con la agenda climática global facilita la atracción de financiamiento verde internacional, incluyendo bonos verdes, fondos climáticos y cooperación multilateral, ampliando las fuentes de financiamiento disponibles para la infraestructura pública.

Finalmente, la consolidación de infraestructura resiliente fortalece la competitividad territorial, al reducir riesgos para la inversión privada, asegurar continuidad logística y mejorar las condiciones para el desarrollo productivo regional.

En conjunto, el impacto económico esperado del Plan radica en transformar el gasto en infraestructura en una inversión estratégica de largo plazo, con retornos económicos, sociales y ambientales integrados.

5.4. IMPACTOS INSTITUCIONALES Y DE GOBERNANZA

Más allá de sus efectos sectoriales, el Plan se proyecta como una palanca de transformación institucional dentro del Estado chileno, con impactos duraderos en la forma de concebir y gestionar la política pública.

Un primer impacto corresponde a la consolidación de la transversalización climática en el quehacer del Ministerio de Obras Públicas, donde la variable ambiental deja de ocupar un rol marginal y se convierte en un eje estructural de planificación, evaluación y ejecución de proyectos.

En segundo lugar, el Plan refuerza una descentralización con pertinencia territorial, al articularse con los Gobiernos Regionales y fortalecer su capacidad de decisión en la gestión climática de la infraestructura, contribuyendo a una planificación más sensible a las realidades locales.

Asimismo, el énfasis en la coordinación entre el MTT. el MOP, el MMA, la SUBDERE, el MINVU y el Ministerio de Energía contribuye a una mayor coherencia interministerial, abordando una de las debilidades históricas de la política ambiental chilena: la fragmentación institucional.

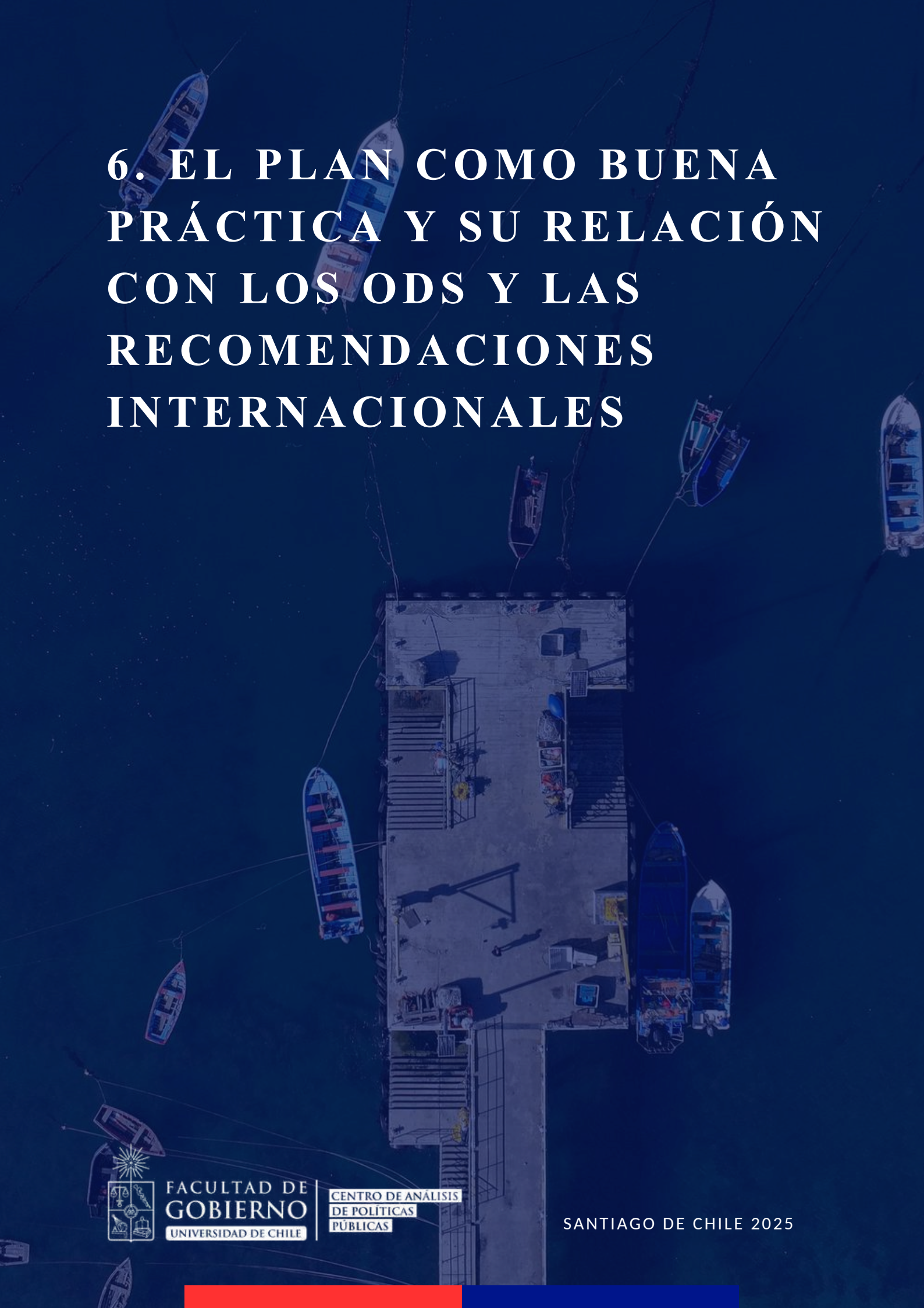
Un impacto institucional adicional se observa en la modernización del Sistema Nacional de Inversiones, cuya incorporación de criterios climáticos sienta un precedente para otros sectores del Estado, ampliando el alcance de la adaptación más allá del ámbito de la infraestructura.

Finalmente, los mecanismos de rendición de cuentas y transparencia climática, mediante reportes periódicos y su articulación con los Informes País, fortalecen la legitimidad de la institucionalidad ambiental y promueven una cultura de evaluación y aprendizaje continuo.

En este plano, el impacto esperado es que el Plan se consolide como un caso ejemplar de innovación institucional, demostrando que la infraestructura pública puede constituirse en un motor de resiliencia, sostenibilidad y gobernanza democrática en un contexto de cambio climático.



6. EL PLAN COMO BUENA PRÁCTICA Y SU RELACIÓN CON LOS ODS Y LAS RECOMENDACIONES INTERNACIONALES



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

6.1. EL PLAN EN EL MARCO DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)

El Plan se alinea de manera directa y operativa con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, constituyéndose en un instrumento sectorial clave para la materialización de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en ámbitos críticos para la ciudadanía. A diferencia de enfoques declarativos, el Plan traduce los compromisos globales en decisiones concretas de planificación, inversión y gestión de la infraestructura pública.

En relación con el ODS 6 (Agua limpia y saneamiento), el Plan fortalece la resiliencia de los sistemas de Agua Potable Rural, embalses y redes hídricas frente a escenarios de sequía prolongada y eventos extremos, contribuyendo a garantizar el acceso equitativo y sostenible al agua en contextos de estrés hídrico creciente.

Respecto del ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura), el Plan promueve la construcción y modernización de infraestructura resiliente, sostenible y eficiente, incorporando innovación en el diseño, uso de materiales de menor impacto ambiental y metodologías avanzadas de gestión de riesgos climáticos en el ciclo de vida de las obras.

En el ámbito del ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles), el Plan fomenta soluciones de drenaje urbano sostenible, infraestructura verde, espacios públicos adaptados al clima y medidas orientadas a mitigar islas de calor, contribuyendo a mejorar la habitabilidad urbana y la resiliencia de asentamientos humanos frente al cambio climático.

El ODS 13 (Acción por el clima) constituye el eje transversal del Plan. En este sentido, el instrumento opera como una política sectorial de adaptación climática plenamente alineada con la Contribución Nacional Determinada (NDC) y con la Estrategia Climática de Largo Plazo, integrando la acción climática en uno de los sectores más intensivos en inversión pública.

Finalmente, el Plan aporta al ODS 17 (Alianzas para lograr los objetivos) mediante el fortalecimiento de la cooperación interministerial, la articulación con los Gobiernos Regionales y el acceso a mecanismos de financiamiento internacional verde, reforzando la gobernanza multinivel y la cooperación público-privada.

De este modo, el Plan no solo da cumplimiento a los compromisos asumidos por Chile en el marco de la Agenda 2030, sino que se consolida como un instrumento operativo para su implementación en dimensiones estratégicas del desarrollo sostenible.



6.2. ALINEACIÓN CON LAS RECOMENDACIONES DE ORGANISMOS INTERNACIONALES

La formulación y diseño del Plan responde de manera directa a recomendaciones reiteradas de organismos internacionales que han subrayado la necesidad de integrar el cambio climático en la infraestructura pública y en los sistemas de inversión del Estado.

En particular, la OCDE ha señalado en sus evaluaciones de desempeño ambiental de Chile la importancia de fortalecer la incorporación de riesgos climáticos en la inversión pública y en los procesos de planificación territorial. El Plan da respuesta a esta recomendación al introducir un filtro climático en el Sistema Nacional de Inversiones y al articularse con instrumentos de planificación regional.

Desde una perspectiva regional, la CEPAL ha insistido en la necesidad de avanzar hacia un modelo de desarrollo con igualdad y resiliencia territorial. El Plan se alinea con esta visión al priorizar inversiones en territorios vulnerables, zonas rurales y comunidades con mayores brechas de acceso a infraestructura, incorporando criterios de equidad territorial y justicia climática.

Asimismo, organismos financieros internacionales como el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo han destacado de manera consistente que cada dólar invertido en adaptación genera ahorros múltiples en reconstrucción y mitigación de daños. El Plan internaliza este principio de costo-efectividad, utilizándolo como fundamento para su sostenibilidad fiscal y su justificación ante las autoridades presupuestarias.

Por su parte, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático ha enfatizado, en el marco de la revisión de las NDC, la necesidad de que los sectores estratégicos cuenten con planes específicos de adaptación. El Plan del MOP cumple plenamente esta recomendación, posicionando a Chile entre los países que han avanzado en la formulación de políticas sectoriales de adaptación de alcance estructural.

En conjunto, esta alineación refuerza el carácter del Plan como una experiencia coherente entre compromisos internacionales y políticas sectoriales nacionales, evitando la brecha habitual entre declaraciones globales y prácticas domésticas.



6.3. COMPARACIÓN CON EXPERIENCIAS INTERNACIONALES

El análisis comparado permite dimensionar la relevancia del Plan chileno en el contexto internacional y regional, evidenciando su cercanía con estándares avanzados de política pública en infraestructura resiliente.

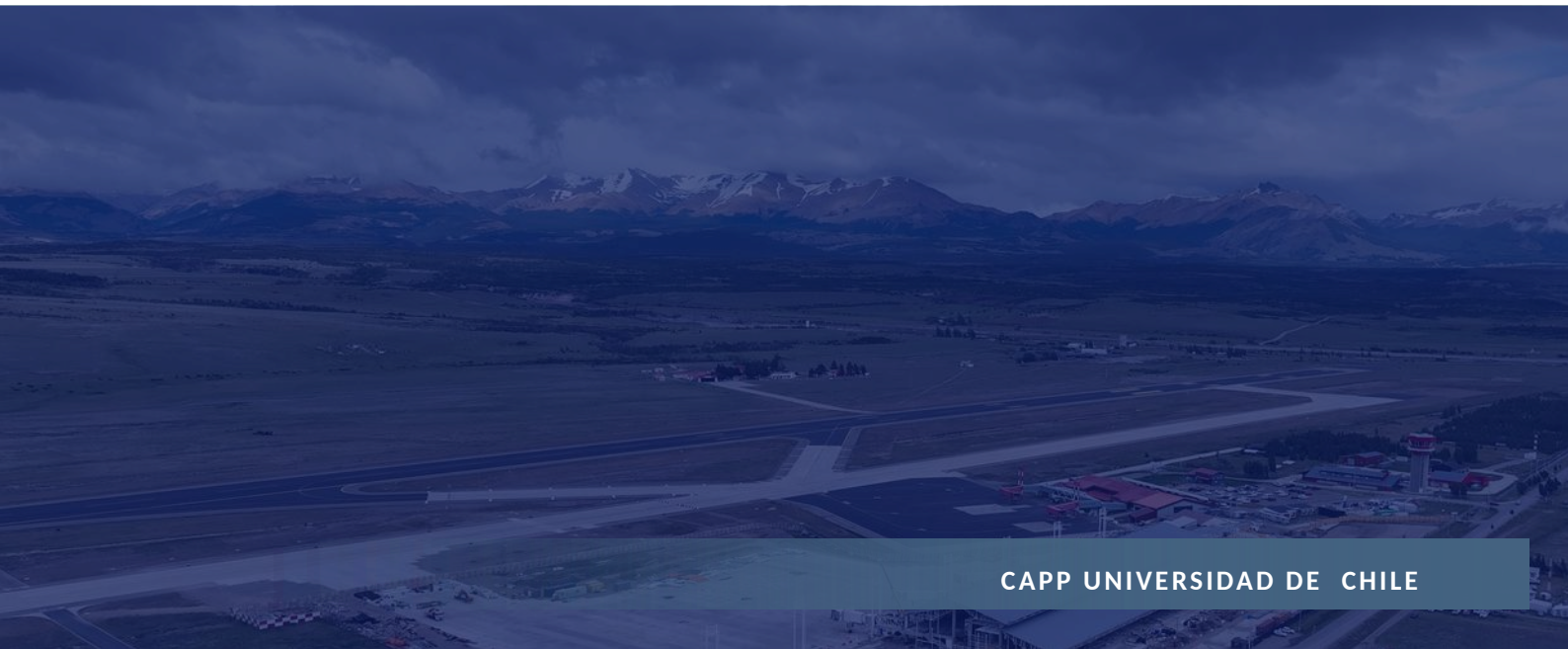
En la Unión Europea, la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático establece que la infraestructura financiada con fondos comunitarios debe ser resiliente al clima. De manera análoga, el Plan chileno condiciona la elegibilidad de proyectos en el Sistema Nacional de Inversiones a la incorporación de análisis de riesgo climático y medidas de adaptación, introduciendo un estándar comparable a nivel nacional.

En el caso de Japón, la política de infraestructura resiliente se ha construido sobre una sólida tradición de gestión del riesgo de desastres, combinando infraestructura gris con soluciones basadas en la naturaleza. El Plan del MOP adopta una lógica similar, adaptándola a la diversidad geográfica y climática chilena.

Canadá, a través de su Climate Lens para inversiones públicas, exige análisis climáticos previos a la aprobación de financiamiento federal. El Plan chileno introduce un instrumento funcionalmente equivalente, integrando el análisis climático en las decisiones de inversión pública sectorial.

En América Latina, países como Costa Rica y Colombia han avanzado en políticas de infraestructura verde y resiliente. No obstante, el caso chileno se distingue por el nivel de institucionalización, la transversalidad sectorial y la magnitud de recursos que moviliza el Ministerio de Obras Públicas como actor central de la política de infraestructura.

Estas comparaciones muestran que Chile, mediante este Plan, se sitúa en un estándar avanzado a nivel regional y se aproxima a experiencias consolidadas de países desarrollados, reforzando su posición como referente emergente en infraestructura resiliente.



6.4. EL PLAN COMO BUENA PRÁCTICA PARA LA INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL CHILENA

Desde una perspectiva de política pública, el Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático, sector infraestructura del MOP (2025–2029) puede ser caracterizado como una buena práctica para la institucionalidad ambiental chilena por un conjunto de razones estructurales.

En primer lugar, destaca su ejemplaridad institucional, al integrar de manera efectiva la variable climática en un sector tradicionalmente alejado de la agenda ambiental, como es la infraestructura pública.

En segundo término, su carácter vinculante transforma la adaptación climática en un requisito obligatorio para la inversión pública, superando enfoques voluntaristas o programáticos.

Un tercer elemento es su énfasis en la equidad territorial y la justicia climática, al priorizar comunidades rurales, territorios vulnerables y zonas expuestas a mayores riesgos, contribuyendo a reducir desigualdades estructurales.

Asimismo, el Plan se caracteriza por su transversalidad, articulando ministerios, Gobiernos Regionales, municipios, sector privado y actores territoriales en una lógica de gobernanza multinivel.

Finalmente, su potencial de escalabilidad lo convierte en un modelo replicable para otros sectores estratégicos del Estado -como energía, vivienda, salud o transporte- que enfrentan desafíos similares frente al cambio climático.

En suma, el Plan se consolida como una de las políticas ambientales sectoriales más relevantes del período 2025-2029, no solo por sus impactos directos, sino porque refuerza la institucionalidad ambiental chilena al incorporar la adaptación climática como parte constitutiva del ADN de la infraestructura pública.

7. SISTEMA DE INDICADORES, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

Este capítulo **establece el marco metodológico mediante el cual las futuras ediciones del Informe País evaluarán el cumplimiento, desempeño e impactos del Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático, sector infraestructura del MOP (2025-2029)**. Su objetivo es garantizar trazabilidad, comparabilidad temporal y capacidad explicativa, evitando aproximaciones meramente descriptivas y avanzando hacia una evaluación robusta de resultados e impactos.

7.1. PRINCIPIOS Y TEORÍA DE CAMBIO

El sistema de seguimiento se estructura sobre una hipótesis central de política pública:

"si el Ministerio de Obras Públicas integra de manera obligatoria y sistemática la variable climática a lo largo de todo el ciclo de inversión -planificación, diseño, construcción, operación y mantención-, entonces la infraestructura pública reducirá su vulnerabilidad frente a eventos extremos, asegurará la continuidad de servicios esenciales y disminuirá los costos sociales y fiscales a lo largo de su vida útil."

Esta hipótesis se sustenta en cinco principios rectores:

- *Alineación estratégica, con las NDC, la Estrategia Climática de Largo Plazo, la Ley Marco de Cambio Climático y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.*
- *Rigor evaluativo, privilegiando indicadores SMART, trazabilidad de datos y uso de contrafactuales cuando sea metodológicamente viable.*
- *Territorialización, mediante desagregación por región, cuenca y tipología de infraestructura (vial, hídrica, edificación pública, puertos, aeropuertos y APR).*
- Complementariedad metodológica, combinando métricas cuantitativas con estudios de caso y "sitios centinela" de monitoreo intensivo.

La cadena de resultados que articula el sistema de evaluación se expresa de la siguiente forma:

Insumos (guías, capacitación, financiamiento) → Procesos (transversalización climática, integración en SNI) → Productos (proyectos evaluados, obras adaptadas) → Resultados (infraestructura resiliente, menor interrupción de servicios) → Impactos (reducción de pérdidas económicas, mayor seguridad hídrica y equidad territorial).





7.2. MARCO LÓGICO Y ARQUITECTURA DE MEDICIÓN

El sistema se organiza en tres niveles analíticos, que permiten diferenciar implementación, resultados e impactos:

1

NIVEL 1

Implementación: cumplimiento normativo, capacidades instaladas y cobertura de evaluación climática.

2

NIVEL 2

Resultados sectoriales: adaptación efectiva de infraestructura crítica, continuidad de servicios y mitigación asociada a obras.

3

NIVEL 3

Impactos: reducción de pérdidas económicas (Expected Annual Loss), bienestar social, eficiencia fiscal y fortalecimiento de la gobernanza multinivel.

Para sostener esta arquitectura, se define una infraestructura mínima viable de datos, basada en un geo-data lake sectorial del MOP, integrando capas de clima (DMC/CR2), riesgos y emergencias (SENAPRED), oferta y demanda hídrica (DOH), red vial (Vialidad), activos portuarios y edificaciones (DOP/Arquitectura), concesiones (DGC), población (INE) y gasto público (DIPRES).

Este sistema permitirá construir series históricas 2010-2025 (pre-Plan) y series post-Plan 2030-2037, habilitando análisis contrafactuales mediante tendencias normalizadas por exposición y peligros climáticos.

7.3. INDICADORES DE RESULTADO AMBIENTAL Y CLIMÁTICO

El seguimiento ambiental y climático se articula en torno a una meta transversal al 2030: cobertura total de evaluación de riesgo climático en el Sistema Nacional de Inversiones para proyectos del MOP.

Cobertura de evaluación climática en proyectos MOP:

- **Definición:** porcentaje de proyectos nuevos del MOP con identificación y mitigación de riesgos climáticos documentados.
- **Fórmula:** (Proyectos con evaluación climática / Total de proyectos nuevos) × 100.
- **Línea base 2025:** <10% (estimada).
- **Metas:** 80% (2029), 95% (2033), 100% (2037).
- **Fuente:** SNI - DIPRES + repositorio técnico MOP.
- **Frecuencia:** anual.
- **Semáforo:** verde ≥95%; amarillo 80–94%; rojo <80%.

Infraestructura crítica adaptada:

- **Definición:** porcentaje de activos críticos priorizados con obras de adaptación completadas.
- **Metas:** 40% (2029), 70% (2033), 90% (2037).

Expected Annual Loss (EAL) de infraestructura pública:

- **Definición:** pérdida económica anual esperada por peligros hidrometeorológicos, normalizada por exposición.
- **Meta:** -25% (2033) y -40% (2037) respecto al promedio 2010-2024.

Proyectos con Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN):

- Meta acumulada: ≥250 (2029), ≥600 (2033), ≥1.000 (2037).

Huella de carbono del sector infraestructura:

- Meta: -15% (2033) y -25% (2037) respecto de diseños tradicionales.

Los indicadores presentados en las secciones 7.3 a 7.6, con un horizonte de análisis proyectado hasta 2037, corresponden a una propuesta metodológica de carácter académico elaborada por el Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP).



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS
SANTIAGO DE CHILE 2025

7.4. INDICADORES DE IMPACTO SOCIAL (EQUIDAD Y CONTINUIDAD)

El impacto social se medirá en términos de continuidad de servicios, reducción de brechas territoriales y justicia climática.

- **Continuidad de servicios críticos:** reducción de días promedio de interrupción anual por eventos climáticos (meta -60% al 2037).
- **Población beneficiada en territorios vulnerables:** 2 millones (2029), 4 millones (2033), 6 millones (2037).
- **Brecha APR con resiliencia hídrica:** sistemas APR con diseño adaptado (50% en 2029; 100% en 2037).

7.5. INDICADORES DE IMPACTO ECONÓMICO

El seguimiento económico busca verificar la eficiencia fiscal y la sostenibilidad financiera del Plan.

- **Relación costo-beneficio ex post de la adaptación:** USD evitados por cada USD invertido (≥4,0 al 2037).
- **Financiamiento verde captado:** ≥US$500M (2029), ≥US$1.200M (2033), ≥US$2.000M (2037).
- **Disponibilidad logística post-evento:** porcentaje de red vial estratégica operativa a 72 horas (96% al 2037).

7.6. INDICADORES INSTITUCIONALES Y DE GOBERNANZA

Este conjunto mide la madurez institucional del Plan:

- **Funcionarios capacitados en evaluación climática**: ≥95% al 2037.
- **Gobiernos Regionales con Plan Regional de Infraestructura Resiliente vigente**: 100% al 2029.
- **Cláusulas climáticas en concesiones nuevas:** 100% desde 2029.
- **Coherencia interministerial:** cumplimiento ≥95% de metas conjuntas al 2037.

Los indicadores presentados en las secciones 7.3 a 7.6, con un horizonte de análisis proyectado hasta 2037, corresponden a una propuesta metodológica de carácter académico elaborada por el Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP).

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

7.7. ÍNDICES COMPUESTOS PARA LECTURA PAÍS

Para facilitar la lectura sintética en el Informe País, se construirán dos índices:

- Índice de Resiliencia de la Infraestructura Pública (IRIP, 0-100)
- Meta: ≥65 (2029), ≥78 (2033), ≥85 (2037).
- Índice de Justicia Climática Territorial (IJCT, 0-100)
- Meta: ≥60 (2029), ≥75 (2033), ≥85 (2037).

7.8. METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN

El sistema combinará enfoques cuantitativos y cualitativos avanzados:

- Contrafactual simple normalizado por peligro (2010-2024 vs. post-Plan);
- Series de tiempo interrumpidas (ITS);
- Diferencias en diferencias (DiD) territoriales;
- Análisis costo-beneficio ex post por tipología de obra;
- Sitios centinela (32 comunas) con monitoreo reforzado;
- Análisis de ciclo de vida (LCA) simplificado;
- Análisis espacial multicapa de obras, peligros y vulnerabilidad social.

7.9. CALENDARIO PARA LOS PRÓXIMOS INFORMES PAÍS

- 2029: evaluación de implementación y resultados tempranos (primer IRIP e IJCT).
- 2033: evaluación de resultados intermedios y eficiencia (EAL, CBA, financiamiento verde).
- 2037: evaluación de impacto y madurez institucional, con panel académico independiente y definición de metas 2040-2050.

Los indicadores presentados en las secciones 7.3 a 7.6, con un horizonte de análisis proyectado hasta 2037, corresponden a una propuesta metodológica de carácter académico elaborada por el Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP).

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS
SANTIAGO DE CHILE 2025

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

8.1. SÍNTESIS DE HALLAZGOS

El Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático, sector infraestructura del MOP (2025–2029) instala un estándar contemporáneo de política pública climática al convertir la adaptación y la mitigación en criterios obligatorios para la inversión y la gestión de infraestructura. Su principal fortaleza no reside únicamente en el repertorio de medidas, sino en su capacidad de producir cambios institucionales persistentes: transversaliza el enfoque climático en el ciclo de inversión, habilita coordinación multinivel con gobiernos regionales y actores territoriales, y desplaza la adaptación desde el plano voluntario al plano condicionante de elegibilidad y diseño de proyectos. Desde la perspectiva del Informe País, el hallazgo decisivo es que el Plan puede ser evaluado con criterios robustos de atribución: la arquitectura propuesta -incluyendo indicadores como EAL, downtime, CBA ex post e índices compuestos IRIP/IJCT- permite convertir la implementación sectorial en evidencia acumulativa y comparable en el tiempo, reduciendo el espacio para diagnósticos meramente narrativos.

8.2. RELEVANCIA PARA LA INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL

En términos sistémicos, el Plan opera como un puente estructural entre la institucionalidad ambiental y los "sectores duros" del Estado -infraestructura, obras públicas y concesiones- donde históricamente se concentra el volumen de inversión y, con ello, la producción de riesgo o resiliencia territorial. Su contribución institucional se expresa en tres desplazamientos relevantes. Primero, moderniza la racionalidad del Sistema Nacional de Inversiones, incorporando riesgo climático como criterio de calidad y viabilidad de la inversión. Segundo, contribuye a elevar el estándar de evaluación ambiental al incentivar una incorporación más consistente de escenarios climáticos futuros y vulnerabilidad territorial, tensionando positivamente la evolución del SEIA. Tercero, fortalece la adaptación desde una perspectiva territorial al articular capacidades regionales y carteras priorizadas, reconociendo que la resiliencia no se construye sólo desde el nivel central. En esa clave, el Plan representa un hito comparable -por su efecto estructurante- a la creación del MMA/SEA/SMA y a la Ley Marco de Cambio Climático, pero con una señal distintiva: desplaza el foco desde la norma hacia la implementación sectorial verificable.

8.3. LECCIONES Y DESAFÍOS CRÍTICOS PARA EL PERÍODO 2025–2037

El análisis identifica un conjunto acotado de nudos críticos cuya resolución condiciona la posibilidad de pasar de la instalación normativa a impactos sostenidos.

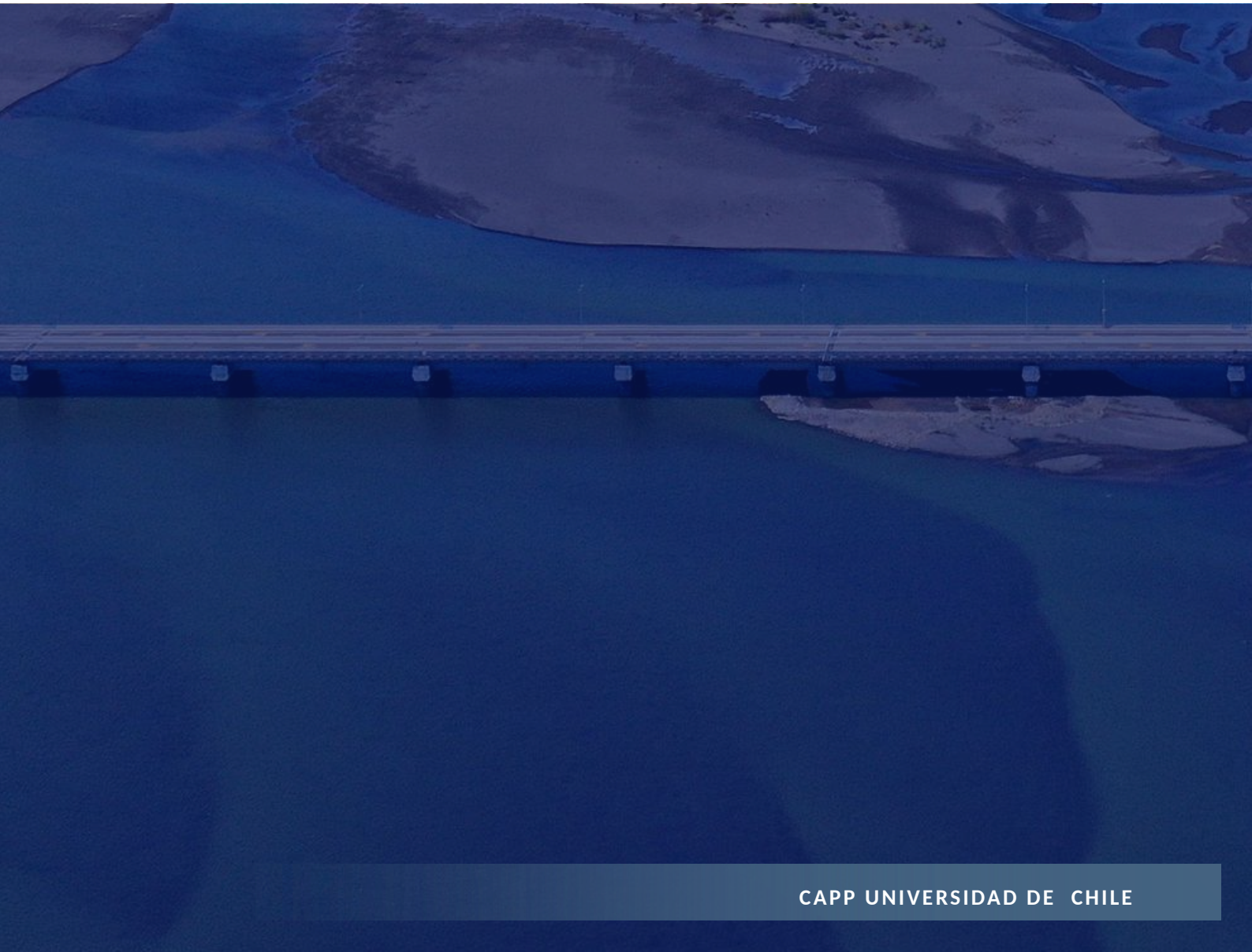
Financiamiento estable y predecible: Sin reglas claras para financiamiento verde y sin instrumentos que aseguren continuidad presupuestaria, la implementación tiende a fragmentarse y a depender de ventanas coyunturales de recursos. La resiliencia exige horizontes de inversión consistentes con la vida útil de los activos.

Capacidades territoriales y asimetrías institucionales: El despliegue real ocurre en territorios; por ello, brechas técnicas en municipios, sistemas APR y servicios regionales deben ser abordadas mediante asistencia técnica recurrente, estándares modulares y capacidades instaladas, evitando que la adaptación se vuelva un "lujo" de regiones con mayor músculo técnico.

Gobernanza de datos y trazabilidad: La evaluación de impactos climáticos depende críticamente de datos interoperables, aseguramiento de calidad (QA/QC), versionado y auditorías externas. Sin esto, la discusión pública se desplaza a controversias metodológicas, debilitando legitimidad.

Incentivos correctos y señales internas: La transversalización no ocurre por declaración, requiere incentivos presupuestarios y de gestión. La incorporación de desempeño (CBA, IRIP) en decisiones de priorización y la actualización adaptativa de concesiones son claves para alinear el comportamiento organizacional.

Gestión del cambio cultural: Un riesgo persistente es que la adaptación sea percibida como sobrecosto. El desafío es instalarla como eficiencia, seguridad y continuidad del Estado, es decir, como calidad de inversión pública.



8.4. RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS (ORIENTADAS A MEDICIÓN DE IMPACTOS)

Para asegurar que el Plan produzca impactos atribuibles y rendición de cuentas consistente con los ciclos del Informe País, se recomienda:

(1) Blindaje normativo del sistema mínimo de indicadores: Formalizar, mediante acto administrativo de alto nivel o normativa sectorial, el set mínimo de indicadores de la Sección 7 y su reporte bianual, vinculando metas a criterios de priorización y asignaciones presupuestarias. La regla es simple: sin indicador y fuente verificable, no hay seguimiento; sin seguimiento, no hay política de Estado.

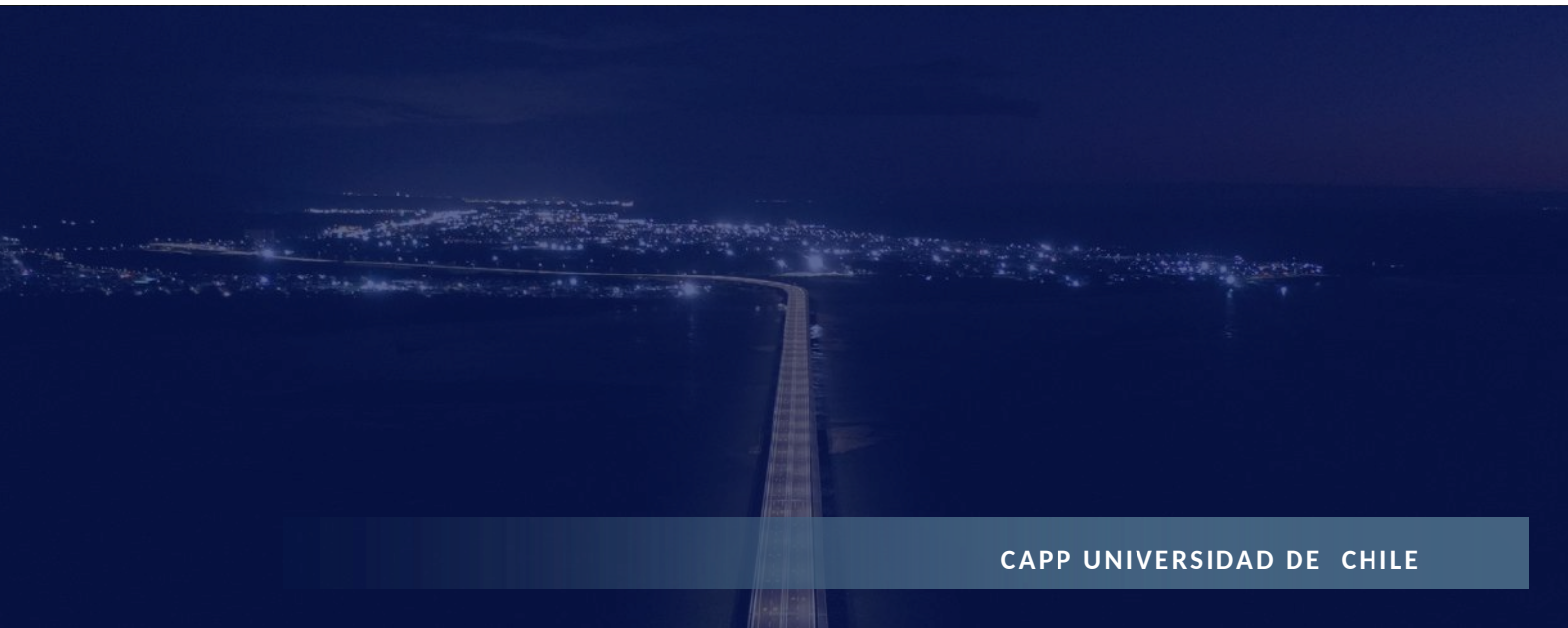
(2) Fondo y reglas de financiamiento verde con taxonomía sectorial: Publicar una taxonomía climática sectorial para infraestructura y metodologías de elegibilidad y reporte alineadas con estándares internacionales. Esto permite movilizar financiamiento verde sin sacrificar trazabilidad ni comparabilidad.

(3) Observatorio independiente académico-ciudadano: Instalar un dispositivo de auditoría y revisión metodológica para EAL, CBA ex post, IRIP e IJCT, con publicación de microdatos anonimizados, cuadernos metodológicos y trazabilidad de supuestos. La independencia fortalece legitimidad y calidad.

(4) Paquetes regionales de medición: Implementar "kits" de levantamiento en Gobiernos Regionales, capacitaciones, plantillas, guías y scripts reproducibles, con asistencia técnica permanente del MOP y universidades, reduciendo heterogeneidad y fortaleciendo capacidades subnacionales.

(5) Sitios centinela y casos de estudio con verificación en terreno: Seleccionar 32 comunas y un conjunto acotado de activos críticos para seguimiento intensivo que combine desempeño técnico, percepción ciudadana y evidencia de continuidad de servicios. Esto asegura trazabilidad de impactos donde más importa y permite aprender con profundidad.

(6) Calendario vinculante y revisión por pares: Acordar ex ante los indicadores y metodologías que se reportarán en 2029, 2033 y 2037 y someterlos a revisión por pares externos, evitando cambios ad hoc y consolidando un estándar de evaluación consistente.



8.5. AGENDA DE INVESTIGACIÓN APLICADA 2025–2033

Para fortalecer la calidad evaluativa ex ante y ex post, la agenda de investigación aplicada 2025-2033 debe orientarse a cerrar brechas metodológicas críticas.

Primero, se recomienda el desarrollo sistemático de curvas de daño diferenciadas por tipología de infraestructura y tipo de peligro, superando parámetros genéricos que limitan precisión en riesgo y costo-beneficio. Esta base mejora directamente la calidad del EAL y del CBA.

Segundo, resulta prioritario avanzar en modelos downtime-to-welfare, capaces de traducir interrupciones de infraestructura en costos sociales medibles (acceso a derechos, productividad, bienestar, desigualdades territoriales). Esta línea permite conectar infraestructura con equidad de manera cuantificable, fortaleciendo la legitimidad del enfoque.

Tercero, se propone institucionalizar análisis de ciclo de vida (LCA) por tipologías de obra del MOP (hormigón, acero, asfalto y logística), generando evidencia para estándares técnicos y decisiones de diseño con menores emisiones y mejor desempeño ambiental.

Cuarto, se requiere evidencia comparada sobre efectividad de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) versus soluciones grises o híbridas, midiendo reducción de riesgo, costos de mantenimiento, co-beneficios y adaptabilidad climática. Este punto es clave para evitar que SbN sea un eslogan y se transforme en criterio de inversión.

Finalmente, se recomienda perfeccionar métodos de atribución en contextos de choques múltiples (sequía, olas de calor, incendios), donde la concurrencia de amenazas dificulta aislar efectos. Esto reduce el riesgo de sobre o subestimación de daños y mejora la credibilidad del seguimiento.

8.6. PRÓXIMOS PASOS OPERATIVOS DEL PLAN DE INVESTIGACIÓN DEL INFORME PAÍS

Los próximos pasos del Informe País deben organizarse como un itinerario progresivo de validación empírica, escalamiento territorial y consolidación institucional, transformando evidencia en capacidades permanentes de evaluación.

Fase 1 (Q4 2025): formalización del catálogo de indicadores y fichas metodológicas (Sección 7), con definiciones homogéneas, criterios replicables y trazabilidad. Paralelamente, instalación de tableros piloto en tres regiones para testear disponibilidad real de datos, utilidad para la gestión y consistencia territorial.

Fase 2 (2026): publicación bianual temprana de avances con ajustes metodológicos y aprendizajes institucionales; muestreo de verificación en terreno sobre activos intervenidos para contrastar registros administrativos con evidencia física y funcional.

Fase 3 (2027-2028): consolidación de series mediante ITS y ejecución de un paquete inicial de evaluaciones CBA ex post por tipología (al menos diez), preparando el corte 2029 con evidencia robusta y comparable.

Hito 2029: publicación de Informe País con IRIP e IJCT oficiales, seis estudios de caso en profundidad y hoja de ruta 2030-2033. Este hito define el estándar de medición y la legitimidad pública del seguimiento.

Fase 4 (2030-2033): escalamiento nacional, con evaluación intermedia 2033 incorporando EAL, CBA, huella de carbono e índice logístico 72 horas, consolidando un estándar evaluativo avanzado.

Fase 5 (2034-2037): cierre progresivo de brechas territoriales detectadas y publicación 2037 con evaluación de impacto integral, panel académico independiente y propuesta de metas 2040-2050.

En síntesis, con el sistema de indicadores y metodologías propuesto, el Plan del MOP deja de ser una declaración programática y se convierte en una política evaluable y trazable, con capacidad real de atribuir impactos y rendir cuentas dentro de los plazos institucionales del Informe País. Si se implementan las medidas habilitantes -financiamiento, datos, observatorio y gobernanza- Chile no solo reducirá pérdidas y desigualdades asociadas a la crisis climática, sino que consolidará una infraestructura pública más resiliente, eficiente y territorialmente justa hacia 2030-2040.



Cierre editorial

El desarrollo y actualización del Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático, sector - infraestructura del MOP (2025-2029) no puede comprenderse únicamente como el resultado de un mandato normativo o de una exigencia internacional, sino también como la expresión de una decisión institucional consciente por integrar el cambio climático en el núcleo de la acción pública sectorial. En este proceso, ha sido especialmente relevante el rol asumido por la Dirección General de Obras Públicas, y en particular por la conducción estratégica ejercida durante el período de formulación y aprobación del Plan, que permitió articular capacidades técnicas, coordinación intersectorial y alineamiento con los instrumentos climáticos nacionales.

Tal como ha señalado su Director General, Boris Olguín Morales, este instrumento representa una pieza fundamental del entramado de políticas climáticas del Estado, en tanto orienta la infraestructura pública no solo hacia la reducción de vulnerabilidades frente a los impactos del cambio climático, sino también hacia la contribución activa a las metas de carbono neutralidad y sostenibilidad de largo plazo. Desde esta perspectiva, el Plan instala directrices concretas para la acción cotidiana del Ministerio de Obras Públicas - desde las bases de licitación hasta la gestión de obras- y traduce compromisos globales en decisiones técnicas verificables en los territorios.

El reconocimiento de este liderazgo institucional no es accesorio: da cuenta de que la adaptación climática, cuando se asume como política de Estado y no como iniciativa marginal, requiere conducción, coherencia y voluntad de transformación organizacional. En ese sentido, el Plan analizado en este capítulo no solo constituye una buena práctica sectorial, sino que se proyecta como un referente para la institucionalidad ambiental chilena, al demostrar que es posible avanzar desde la planificación estratégica hacia la implementación efectiva, evaluable y territorialmente pertinente de la acción climática.

Con ello, el Informe País no solo documenta un avance relevante en la política pública reciente, sino que deja establecido un marco de seguimiento y aprendizaje que permitirá, en las próximas ediciones, evaluar con rigor si esta apuesta institucional logra consolidarse como un cambio estructural en la relación entre infraestructura, desarrollo y medio ambiente en Chile.

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS
SANTIAGO DE CHILE 2025

InformePaís2025

ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE

Y DEL PATRIMONIO NATURAL



Conclusiones y propuestas de política pública

CUARTA PARTE

FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

CUARTA PARTE
CONCLUSIONES Y PROPUESTAS DE POLÍTICA PÚBLICA.



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

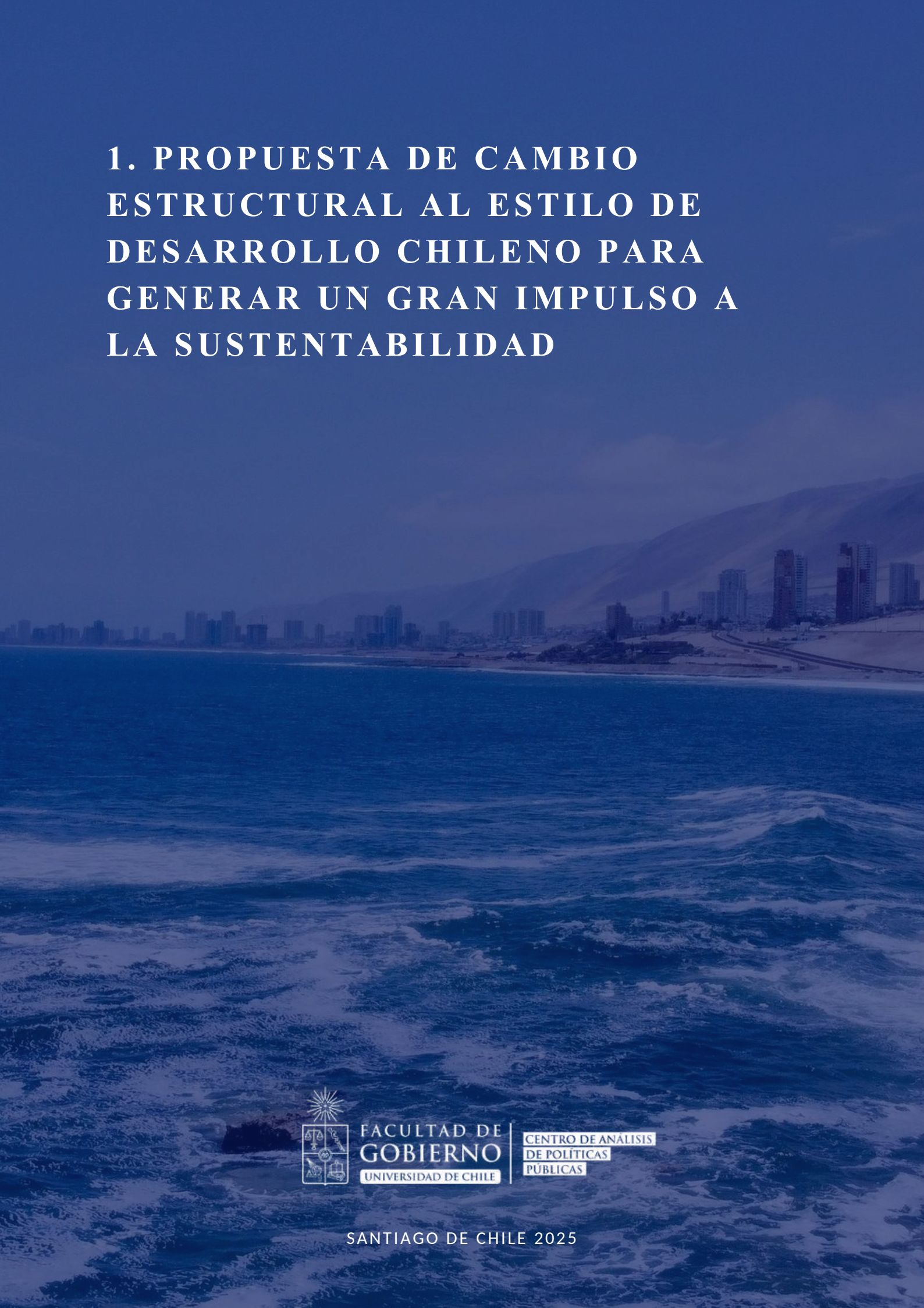
Autores:
Sergio Galilea Ocón (1)
Héctor Anabalón Zurita (2)

Asistentes de Investigación:
Agustín Aránguiz (3)
Camila rocco (4)

Edición:
Ángela María Larenas Libreros (5)

(1) Director Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile.
(2) Secretario Ejecutivo Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile
(3)Estudiante de Administración Pública, Semillerista Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile
(4)Estudiante de Administración Pública, Semillerista Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile
(5)Estudiante de Administración Pública, Semillerista Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP), Facultad de Gobierno, Universidad de Chile

1. PROPUESTA DE CAMBIO ESTRUCTURAL AL ESTILO DE DESARROLLO CHILENO PARA GENERAR UN GRAN IMPULSO A LA SUSTENTABILIDAD



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

La presente edición del informe país busca profundizar y analizar de manera técnica el diagnóstico realizado en informes anteriores, pero no solo eso, sino recabar evidencia clave para situar la crisis climática y ecológica como también enfatizar la necesidad de actuar ante estos desafíos emergentes y transversales. Todos estos antecedentes confirman la existencia de una problemática que lleva prevaleciendo a nivel nacional hace muchos años y que, con el paso del tiempo se ha acentuado a estratos críticos, por ende, se exige avanzar con determinación hacia nuevos modelos de desarrollo.
En esta sección se presentarán propuestas de transformación estructural orientadas hacia un modelo de desarrollo sustentable medioambientalmente. En este sentido, cada propuesta recoge los resultados obtenidos en la primera parte (macropresiones) y en la segunda (estado de los bienes de la naturaleza), posteriormente, enfatizar los principales ejes de acción: enfrentar la escasez estructural del agua como también sus problemáticas de cobertura y calidad; el abordaje de la crisis de biodiversidad y los cambios irreversibles que amenazan sus ecosistemas; acelerar la transición hacia una matriz energética no convencional; el debate sobre los combustibles del futuro y la necesidad de reorientar nuestros modelos productivos hacia prácticas más sostenibles.

- De esta forma, los resultados obtenidos de las anteriores ediciones de los Informes País revelan algunas tendencias principales, estas se dividen en los siguientes ejes estratégicos:

A) Agua y Biodiversidad

El recurso del agua ha evidenciado muchas más limitaciones respecto al consumo humano, servicios sanitarios, agricultura y ecosistemas. Asimismo, se observa un impacto irreversible en ecosistemas naturales terrestres y marinos, lo cual genera consecuencias directas en la calidad de diversas especies.

B) Energía y Modelo Productivo

A pesar de los avances innovadores en energía eólica y solar, estos no representan un porcentaje deseable dentro de la matriz energética nacional. Por otro lado, las actividades productivas o de incentivo nacional a nivel país siguen siendo con un enfoque extractivista predominante; a pesar de eso, la cultura organizacional ha tenido un incentivo, pero las innovaciones con mayor sustentabilidad siguen siendo la excepción.

C) Gobernanza y Descentralización

Se ha evidenciado en los últimos años una falta de coherencia y sistematicidad en las políticas ya que no se ha manifestado un trabajo interinstitucional coordinado. Asimismo, Chile debe reconocer las particularidades ambientales de los territorios y atender a los gobiernos subnacionales (Gobiernos Regionales y Municipios) como entidades primordiales para ejecutar acciones ambientales concretas y monitoreables.

D) Riesgo Socioambiental

Se ha incrementado la frecuencia de aluviones, incendios forestales y marejadas a través de los años asociado a diversas causales que han generado una creciente vulnerabilidad socioambiental.

Este conjunto de tendencias ambientales fomenta la idea de que, sin efectuar cambios al modelo de desarrollo prevaleciente en Chile, difícilmente se podrá alcanzar una mayor sustentabilidad. Este es un cambio que exige consensos y mayorías sociales duraderas y de largo aliento. Un cambio que esté fundado en el análisis científico pormenorizado de los problemas y las estrategias de solución. Una modificación a nuestro patrón económico que incorpore lo ambiental en el centro de la acción pública y de la asociación con privados. Una alteración efectiva de nuestros esquemas institucionales hacia entidades subnacionales que hagan del proceso descentralizador una cuestión vital del desarrollo nacional.

1.2. Revisión de límites planetarios aplicados a escala nacional: insumo para nueva política pública medio ambiental

En el estudio titulado "Las tres brechas del desarrollo sostenible y el cierre de la brecha ambiental en Chile" elaborado por Marquet et al. (2022), seleccionó ocho de los nueve límites planetarios propuestos por Rockström et al. (2009) para aplicarlos a nivel nacional. Para ello, los autores propusieron variables operacionales y los valores específicos que no se debieran superar en el país.

El análisis de los límites planetarios ha adquirido una creciente relevancia, puesto que pueden funcionar como un punto de referencia para el desarrollo sustentable, así como para la proposición e implementación de una estructura de gobernanza y de políticas públicas encaminadas hacia la sustentabilidad ambiental (Marquet et al., 2022).

Con la finalidad de complementar la definición de desafíos y propuestas de políticas públicas presentadas en el informe, en esta sección se realizará una breve revisión y análisis de los límites ambientales nacionales propuestos por Marquet et al. (2022), estrechamente vinculados con los contenidos tratados y priorizados en el presente informe. Entre ellos destacan los siguientes:

1) Contaminación atmosférica; 2) Uso de agua dulce; 3) Pérdida de biodiversidad; 4) Cambios en el uso del suelo; 5) Pesquerías; 6) Agotamiento del Ozono Estratosférico; 7) Cambio Climático, 8) Nitrógeno; 9) Fósforo, y 10) Contaminación química.

1.2.1. LÍMITE NACIONAL DE "CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA"

Marquet et al. (2022) propone utilizar la concentración media diaria de MP2,5 como variable operacional para el límite nacional de contaminación atmosférica. Los autores establecieron un límite inferior al nacional de 25 µg/m³, basado en la recomendación anterior de la Organización Mundial de la Salud (OMS) la cual señalaba que las personas no debían exponerse a concentraciones medias diarias superiores a esta cantidad. Además, establecieron un límite superior diario de 50 ug/Nm3 basado en la norma diaria vigente de MP2,5.

Considerando esto, los resultados del estudio mostraron que, en Chile, el límite superior se transgredía en el 62% de las estaciones de monitoreo, mientras que en el límite inferior se superaba en un 87% de ellas.
A continuación se incorporan los datos del Ministerio del Medioambiente hasta diciembre de 2021, lo que permite complementar lo planteado por los autores, ya que según los resultados de la sección 1.3.1.1.1, en 2021 el 64,91% de las estaciones superaban los 50 µg/m³ definidos en la norma diaria nacional y el 87,72% sobrepasaban los 20 µg/m³ como concentración media, lo cual confirma una tendencia persistente al incumplimiento de los límites establecidos y corrobora el aumento de estaciones que transgreden el límite superior respecto al año 2019.

Por otro lado, es importante señalar que, al tomar como referencia sanitaria las nuevas directrices de la OMS (2021) que recomiendan un valor más estricto de 15 µg/m³ como media anual y 25 µg/m³ como promedio diario, en concordancia a esto, el anteproyecto de revisión de la Norma Primaria de MP2,5 en Chile publicado en el Diario Oficial en abril de 2024 propone reducir los estándares a de 15 µg/m³ anuales y 38 µg/m³ diarios (24 hrs). Esto actualmente se encuentra en consultorías y el plazo fue extendido hasta este año (2025).

Ahora bien, a nivel de gestión territorial se presentan grandes deficiencias puesto que, de las 346 comunas de Chile, solo el 16% (55) cuenta con al menos una estación de monitoreo de MP2,5 lo que significa que 291 comunas no poseen información sobre la calidad del aire en sus territorios y, por ende, 11 millones de personas no tienen acceso a estos registros. Esto evidentemente dificulta la implementación de medidas preventivas y la protección de grupos vulnerables (USS, 2023).

Es elemental considerar que Coyhaique sigue encabezando el ranking de ciudades más contaminadas en Chile, con un promedio anual de MP2,5 de 40,5 µg/m³ en 2024, alcanzando más del doble de las recomendaciones de la OMS (2021). A nivel latinoamericano, se ubica en el segundo lugar y en el ranking mundial, seis ciudades chilenas aparecen en el top diez de las más contaminadas del continente (Emol, 2025).

Referenciando a la Región Metropolitana, según los datos del Plan de Descontaminación del Ministerio del Medio Ambiente el 2025 fue el tercer año con mejor calidad de aire en invierno en la región. En esta temporada se registraron 314 horas en episodios por material particulado 2,5 (MP2,5), repartidas en 290 horas en alerta y solo 24 horas en preemergencia. Asimismo, en 10 años, las horas en que las personas estuvieron expuestas a niveles altos de contaminación disminuyeron un 66% (Gobierno de Chile, 2025).

En sí, aunque Marquet et. Al. (2022) consideraron únicamente el MP2,5 como indicador operacional, es necesario considerar los múltiples contaminantes que afectan la calidad del aire. Por esta razón, en este estudio se realizó un análisis que incluyó los niveles de MP2,5, MP10, NO2, SO2 y CO2. Esto plantea como un desafío futuro nuevas investigaciones que analicen la transgresión del límite nacional de contaminación atmosférica a nivel descentralizado y que se aborde el conjunto de componentes que afectan la calidad del aire a nivel nacional y regional.

1.2.2. LÍMITE NACIONAL DE "USO DE AGUA DULCE"

A través de lo que menciona Marquet et al. (2022) sobre el límite nacional de uso de agua dulce, se propuso la cuenca hidrográfica como escala de análisis puesto que se consideró como la unidad natural óptima para evaluar el equilibrio entre la disponibilidad y la demanda del recurso.

Es por esto que, se establecieron variables operacionales como la disponibilidad natural de agua renovable y el uso de agua derivada de las extracciones desde fuentes superficiales o subterráneas como ríos, lagos y acuíferos.

Es importante mencionar que el análisis no considera el volumen de agua almacenado en los acuíferos ni considera la demanda proveniente de usos no consuntivos como la generación hidroeléctrica. Por ende, se extiende el desafío de avanzar hacia indicadores capaces de reflejar con mayor precisión la realidad hídrica nacional.

Tomando en cuenta los criterios propuestos por Rockström et al. (2009) para una escala planetaria y los de Fang et al. (2015) para una escala nacional, los autores definieron que el límite de uso de agua dulce corresponde al 40% de la disponibilidad de recursos hídricos en un año.

Los indicadores oficiales de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 6, Naciones Unidas) en 2021 evidenciaron que Chile retiró solo el 9% de sus recursos hídricos renovables, este valor está muy por debajo del límite crítico del 40% establecido. Lo cual refleja que a nivel país, aún no refleja una situación extrema (ONU, 2021).

No obstante, al analizar de manera detallada las macrozonas, en la zona norte se puede detallar que, la disponibilidad hídrica es extremadamente reducida y que, durante la megasequía, la mayoría de las cuencas presentaron un nivel de estrés hídrico alto a extremo (WSI > 40% y >70%). Es importante enfatizar que este resultado se ve acentuado de sobremanera por la alta demanda de agua (Álvarez et al., 2024). Estas cifras reafirman los resultados de ediciones anteriores del Informe País, reforzando la idea de que la problemática hídrica es territorialmente desigual y concentrada en zonas semiáridas.

Ahora bien, en la macrozona centro-sur y austral del país se mantienen los niveles por debajo del límite del 40% evidentemente debido a una mayor disponibilidad de agua respecto a la demanda, pero este alcance a nivel de proyecciones a futuro muestra riesgos crecientes puesto que según la Agencia Internacional de Energía hacia fines de siglo Chile podría experimentar una reducción en sus precipitaciones de 6% en escenarios de bajas emisiones y hasta 16% de altas emisiones (>3°C). En este sentido, las consecuencias podrían llevar a que regiones como Valparaíso, O´Higgins y Metropolitana tuvieran pérdidas del 14% y presentaran aumentos de temperatura entre +1,7°C y +3,7°C (IEA, 2024).

Ante estos hechos, se toma en consideración el análisis del límite sobre el uso del agua dulce por parte de Marquet et al. (2022) el cual pone en evidencia la disponibilidad desigual del agua en las diferentes macrozonas del país, y por otro lado, una excesiva demanda de agua que supera la disponibilidad en el caso de las macrozonas norte, centro-norte y centro, lo que en consecuencia, releva la necesidad de adoptar criterios que permitan efectuar una gestión integrada de los recursos hídricos en Chile, como podrían ser: 1) modificación de la institucionalidad y el marco jurídico; 2) integración de la ciudadanía en la administración y toma de decisiones vinculada al uso del agua; 3) ampliar la información sobre los recursos hídricos del país; y 4) realizar una planificación hídrica a escala de cuenca hidrográfica (Fuster et al., 2009).

1.2.3. LÍMITE NACIONAL DE "PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD"

A través del estudio de Marquet et al. (2022) "Las tres brechas del desarrollo sostenible y el cierre de la brecha ambiental en Chile" se evaluó el límite nacional de "pérdida de biodiversidad" propuesto por Rocström et al. (2009).

Para evaluar este límite los autores definieron tres variables operativas. La tasa de extinción con un límite de menos de 10 especies por millón de especies por año (E/MEA); el estado de conservación de los ecosistemas con el umbral de que ningún ecosistema a nivel nacional se encuentre en categorías de peligro o peligro crítico y la relación entre especies exóticas/ superficie nacional, fijando como límite la presencia de menos de 29,47 especies exóticas, lo cual equivale a 0,28 especies exóticas corregidas por el número de especies nativas.

A partir de un análisis detallado, los autores encontraron que el riesgo de extinción varía entre 37,2 y 202,7 especies, lo que implica que el límite ha sido transgredido en un rango de entre un 272% y un 1927%.
Con la finalidad de verificar si existe efectivamente una transgresión del límite de estado de conservación a los ecosistemas se consideraron los análisis de Pliscoff (2015), quien identificó ocho ecosistemas en Peligro Crítico y seis en Peligro en Chile, lo que suma un total de 14. Además, se considerará el análisis de Alaniz et al. (2016) quien identificó tres ecosistemas en Peligro y tres en categoría de Peligro Crítico. En función de estos antecedentes, se concluyó que el número de ecosistemas amenazados en Chile fluctuaba entre 6 y 14, lo que equivalía a una transgresión de 600% a 1400% a nivel porcentual respecto del estándar (que ningún ecosistema esté en peligro).

A través de esta información se evidencia que, en la actualidad información más reciente como el Sexto Informe Nacional de Biodiversidad del Ministerio del Medio Ambiente 2023 confirma la magnitud de la crisis ecológica a través de lo siguiente: de un total de 1.546 especies nativas consideradas, un 62% se encuentra en alguna categoría de amenaza, lo cual se traduce en que 330 especies presenta una condición de Vulnerable, 445 se encuentra en Peligro y 186 en Peligro Crítico. Esto sostiene una presión acelerada y urgente por actuar ante la pérdida acelerada de la biodiversidad nacional.

Al abordar la temática de las especies exóticas en el país se utilizan los datos más recientes del Ministerio del Medio ambiente (2024) los cuales evidencian la presencia de 1.119 especies exóticas asilvestradas o naturalizadas en Chile, incluyendo plantas, animales y hongos. Esta es una cifra muy elevada respecto a los estándares establecidos por Marquet et al. (2022). Es bastante preocupante esta situación debido a que implica que, por cada especie nativa existen aproximadamente 1,9 especies exóticas, lo que representa una transgresión cercana al 565%, generando una amenaza directa a la biodiversidad regional por la alta posibilidad de modificar procesos ecológicos clave, desplazar especies nativas o alterar el ecosistema a nivel general.

Tal como alertan los autores, se recomienda que en una futura estimación de estos límites se integre los impactos del cambio climático sobre la dinámica y distribución de las especies, puesto que se podría estar incurriendo en una subestimación de la tasa de extinción, así como, del número de ecosistemas que potencialmente podrían cambiar de categoría de conservación producto del cambio en las condiciones ambientales, lo que también podrían implicar una subestimación del límite del estado de conservación de los ecosistemas. Tampoco puede dejarse de lado los impactos derivados del resto de cambios globales actuales (cambios en el uso del suelo, desertificación y degradación) y las retroalimentaciones que existen entre ellos.

A pesar de ello, los resultados de los autores son importantes en la medida que revelan la urgencia de adoptar medidas para la protección y conservación de la biodiversidad del país. Específicamente, medidas que atiendan a la restauración de ecosistemas frágiles y fragmentados, disminuyan el riesgo de extinción de especies claves y minimicen los impactos de las especies exóticas invasoras sobre la vegetación y fauna del país.

1.2.4. LÍMITE NACIONAL DE “CAMBIO DE USO DEL SUELO”

Respecto al límite nacional de “cambio de uso del suelo” establecido por Marquet et al. (2022) este se definió como una variable operacional medida a través de un porcentaje de la superficie del país transformada en tierras agrícolas, forestales y urbanizadas. A través de lo que mencionan Rockström et al. (2009) y Nykvist et al. (2013), la expectativa de dicho límite es que no se debería superar el 15% del área libre de hielo.

Para ello, se toman en cuenta los datos del Instituto Nacional de Estadísticas (2019) y los datos del censo agropecuario y forestal (ODEPA, 2020b), los cuales evidencian que la superficie transformada para uso humano alcanza las 4.342.024 hectáreas, lo cual equivale al 5,9% de la superficie nacional. Si bien esto se encuentra por debajo del límite del 15% establecido previamente, detallando a nivel de escala regional y local la situación funciona de manera diferenciada.

En la zona centro-sur del país se concentra tanto la mayor densidad poblacional como una gran conformación de la actividad productiva, lo cual ha derivado en conflictos socioambientales respecto al uso del suelo. Un ejemplo que podría clarificar esta situación es la tensión entre los propietarios de las plantaciones forestales que se han expandido sobre suelos de alto valor ecosistémico y las comunidades de diferentes localidades del país.

Por otro lado, el Centro de Estudios de Ciudad y Territorio (CECT, 2022) a través de un estudio reveló el crecimiento urbano descontrolado en Chile asociado a una planificación territorial rezagada. En este sentido, el país registró 1.201 asentamientos humanos creados entre los años 2017 y 2022 concentrados principalmente entre la región de Coquimbo y el Maule.

Es importante destacar que en base a lo que plantea este estudio solo el 37% de la superficie planificada ha sido efectivamente urbanizada, en consecuencia, se ha derivado un rezago de 225.892 hectáreas dentro de los límites urbanos establecidos y por ello, se construyeron 33.545 hectáreas fuera de norma (CECT, 2022). Dentro de los casos más complejos de límites no regulados se encuentra la Región Metropolitana con 20.926 hectáreas, seguida de Valparaíso con 3.093 y los Lados con 1.560 (CECT, 2022).

1.2.5. LÍMITE NACIONAL DE "PESQUERÍAS"

Referenciando el estudio de Marquet et al. (2021), se toma como referencia el trabajo de Cole et al. (2014) para establecer el límite nacional de las pesquerías. Los autores definieron como variable operacional la clasificación oficial de las pesquerías establecida por la Subpesca en el periodo 2012-2021. El límite fijado fue de cero pesquerías nacionales en estado de colapso. A partir de ello, los autores recabaron que Chile ha transgredido ampliamente esto en todos los plazos analizados, confirmando que la brecha ambiental del país es profunda y es necesario replantear estructuralmente la gestión pesquera, así como también un nuevo modelo de desarrollo.

Por medio del informe oficial del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas auspiciado por la Subpesca (2023) se especificó que, de un total de 28 especies evaluadas, 9 se encuentran sobreexplotadas y 6 están en condición de agotadas, esto en consecuencia significa que el 53% de las pesquerías nacionales se encuentran en crisis.

Un ejemplo sumamente relevante a nivel país es el caso de la merluza común, debido a que su colapso en la zona central se registró en el año 2004 y tras 20 años de medidas pasivas, esta permanece en condición de sobreexplotación. Dentro de las razones que explican por qué se ha mantenido en este riesgo se incluyen la intensa sobrepesca histórica, el aumento de depredadores naturales como la jibia (Dosidicus gigas), pero preponderantemente la pesca ilegal y no reportada.

Ésta sería la principal fuente de distorsión de los datos de captura de la merluza, y de muchos otros recursos, lo que afecta la estimación de la mortalidad natural, y con ello, las recomendaciones y medidas impuestas para la gestión de la sustentabilidad de las pesquerías.

Es indudable que la sobreexplotación ha provocado el colapso de muchas de las pesquerías del mundo (Pedersen et al. 2017), en donde la mayoría de ellas no se ha logrado recuperar, y aquellas que lo han conseguido, ha sido principalmente debido a fuertes reducciones en la presión de pesca Neubauer 2014).

1.2.6. Límite nacional de "Agotamiento del Ozono Estratosférico"

Para definir el límite de "Agotamiento del Ozono Estratosférico" los autores consideraron como variable operacional las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAO), las cuales se expresan en Toneladas de Potencial Agotador de Ozono (ton. PAO). De esta forma, se proponen comparar el consumo de estas sustancias a nivel nacional con los compromisos de cada país en el marco del Protocolo de Montreal, esto con el objetivo de reducir el uso de las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAO). La dimensión temporal aplicada corresponde a registros anuales.

Para definir el límite de "Agotamiento del Ozono Estratosférico" los autores consideraron como variable operacional las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAO), las cuales se expresan en Toneladas de Potencial Agotador de Ozono (ton. PAO). De esta forma, se proponen comparar el consumo de estas sustancias a nivel nacional con los compromisos de cada país en el marco del Protocolo de Montreal, esto con el objetivo de reducir el uso de las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAO). La dimensión temporal aplicada corresponde a registros anuales.

En el caso de Chile, el Ministerio del Medioambiente (2018) definió un cronograma de reducción del consumo de hidroclorofluorocarbonos (HCFC), estableciendo como línea base el consumo del año 1986, lo cual equivale a 87,51 ton. PAO (INE, 2020).

En base a esta información la meta para el año 2020 era llegar a reducir las emociones a 39,4 ton. PAO, lo cual se cumplió exitosamente ya que el consumo de HCFC en 2020 fue de 27 ton. PAO. Esto representó una reducción del 31,4% con respecto al límite establecido para el año 2020.

Asimismo, al año 2021 Chile debía reducir sus emisiones a 30,6 toneladas, objetivo que cumplió puesto que para ese año las emisiones PAO fueron de 14,79 (Secretaría de Ozono de las NU, 2023). Esto indica una reducción del 51,6% respecto al límite establecido para el año 2021.

1.2.7. LÍMITE NACIONAL DE "CAMBIO CLIMÁTICO"

Respecto al límite nacional del "Cambio climático" propuesto por Marquet et al. (2022) se define a la emisión de CO2eq como variable operacional, mientras que el valor límite se fijó en 645 MtCO2eq para el periodo 2020-2050. Esta cifra representa la cantidad máxima de emisiones acumuladas que Chile debería emitir entre el 2030-2050 para cumplir con sus metas de reducción orientadas a mantener el aumento de temperatura en un límite de 1,5°C.

Este presupuesto se calcula a partir de las emisiones para el 2020-2030: 1.100 MtC02eq; las capturas proyectadas del sector del uso de la tierra como también el cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) en dicho periodo (-719 MtC02eq); y las emisiones netas estimadas para el periodo 2031-2050 teniendo en cuenta las acciones y objetivos comprometidos en la NDC del país (264 MtC02eq).

Para verificar si se transgrede o no el límite propuesto, se considera el escenario IBA3+ del Ministerio del Medio Ambiente, el cual proyecta las emisiones nacionales en un contexto tendencial, tomando en consideración solamente las acciones y políticas de mitigación definidas o planificadas públicamente hasta mayo de 2019, es decir, previo a la NDC 2020. En este escenario, se estiman se estiman emisiones netas (considerando emisiones y capturas) de 2.168,5 MtCO2eq para el 2020-2050, lo cual implica una transgresión del 336% del límite fijado de 645 MtCO2eq.

Este límite cobra relevancia en la medida que puede orientar a las acciones que necesita realizar el Estado de Chile para evitar alcanzar un nivel de emisiones de gases de efecto invernadero que sea perjudicial para el planeta y sus habitantes.

En relación con la Estrategia Climática de Largo Plazo dirigida por el Ministerio del Medio Ambiente (ECLP, 2021) se establece como meta que a nivel nacional se alcance la carbono neutralidad a más tardar en 2050 a través de diversos objetivos sectoriales de reducción y metas intermedias de corto, mediano y largo plazo.

En relación con la Estrategia Climática de Largo Plazo dirigida por el Ministerio del Medio Ambiente (ECLP, 2021) se establece como meta que a nivel nacional se alcance la carbono neutralidad a más tardar en 2050 a través de diversos objetivos sectoriales de reducción y metas intermedias de corto, mediano y largo plazo.

Es importante destacar que el país se ha vinculado con compromisos climáticos de gran envergadura como los Bonos Sostenibles Vinculados a Metas Climáticas (SLB). Según el Ministerio de Hacienda Chile se ha propuesto con los objetivos de alcanzar un presupuesto de emisiones netas de GEI de 1.100 MtCO2eq acumuladas en el periodo 2020-2030, esto resulta consistente con la NDC 2020. Por otro lado, se compromete con incrementar la participación de energías renovables en la generación eléctrica, correspondiendo al menos un 60% en el 2032.

1.2.8. LÍMITE NACIONAL DE “FLUJOS BIOGEOQUÍMICOS”

A pesar de que el uso de fertilizantes sintéticos constituye como una herramienta fundamental para incrementar la productividad agrícola y garantizar procesos de seguridad alimentaria, su aplicación excesiva tiene impactos negativos con considerables implicancias en la salud humana y el medio ambiente (Zhang et al. 2015). Dentro de los efectos de la sobrefertilización se puede encontrar la acumulación de nutrientes, principalmente de nitrógeno (N) y fósforo (P), tanto en suelos como en cuerpos de agua, lo cual genera procesos de contaminación que se propagan en diversas áreas de cultivo.

Tomando en consideración estos antecedentes, a continuación se definen dos límites nacionales asociados a los flujos bioquímicos. Primeramente para el nitrógeno y posteriormente, para el fósforo.

1.2.8.1. NITRÓGENO

El nitrógeno es el principal fertilizante utilizado en la agricultura chilena y su uso se expresa mayoritariamente a través de la urea y otros nitrogenados que configuran de manera sistémica entre los productos de mayor volumen importado por el país, lo cual evidencia su consistente aplicación en los sistemas productivos nacionales (BCN, 2022).

En este sentido, se establece que el valor del límite en Chile para el uso de nitrógeno total en fertilizantes considera un número inferior de 1,11E+08Kg Na-1 y un valor superior de 1,49E+08Kg N a-1, mientras que la pérdida/liberación máxima de N a través del uso de fertilizantes y de la salmonicultura se fija en 7,60E+05 Kg N a-1. (Marquet et al., 2022).

Por otro lado, a través del Plan Sectorial de Mitigación del Sector Agricultura del Ministerio de Agricultura (2024) y la Estrategia Climática de Largo Plazo (Gobierno de Chile, 2021) se menciona que para cumplir con las expectativas medioambientales y la estabilidad de la tierra Chile debería reducir en un 75% la cantidad de nitrógeno que utiliza de esta herramienta.

A modo de contexto territorial, se ha evidenciado un aumento en el uso total de nitrógeno en la agricultura, pese a que existe una disminución en la eficiencia de su uso como fertilizante. Como resultado, las pérdidas de nitrógeno al medio ambiente han aumentado (Zhang et al., 2015), y junto con ello se han acrecentado sus impactos negativos. Asimismo, es importante destacar que las pérdidas de nitrógeno por medio de lixiviación o escorrentía evidencian una problemática medioambiental que va en aumento y mantienen riesgos para la calidad del agua y eutrofización. Es por esto que la OCDE (2024) ha persistido con la operatividad de realizar balances de nutrientes a escala territorial con indicadores comparables y así actualizar los límites operacionales ante estos desafíos.

La evaluación de los autores indica que Chile superó los límites nacionales de aplicación de nitrógeno en cultivos y pérdida/liberación de nitrógeno al ambiente. En 2016, se aplicó un 75% más fertilizante que el límite nacional. La pérdida/liberación de nitrógeno total (agricultura + salmonicultura) superó el límite nacional un 51,9%.

Los resultados obtenidos, revelan la necesidad de disminuir y controlar la aplicación excesiva de fertilizantes en la agricultura, aspecto que no necesariamente debería afectar la producción, considerando la reducción que ha existido en el rendimiento de su aplicación. En el caso de la salmonicultura, se sugiere aplicar técnicas de biorremediación, como la acuicultura multitrófica integrada, que podrían reducir en un 80% la liberación de nitrógeno a través del consumo de nutrientes por parte de algas y mitílidos (Buschmann et al., 2001; Mente et al., 2006).

1.2.8.2. FÓSFORO

En el país el fósforo constituye el segundo fertilizante más utilizado en la agricultura chilena después del nitrógeno. Por medio del análisis de Marquet et al. (2022) se establece que, en el periodo 2014-2015 el fósforo representó el 30,6% del consumo total de fertilizantes. Este elemento es utilizado principalmente en la producción de cereales (33.1%), pastizales (32.3%), y frutales (7.7%) (Ulibarry, 2019).

En lo que respecta al flujo biogeoquímico del fósforo, los autores definieron como variable operacional el uso total del fósforo en fertilizantes, considerando en Chile un valor inferior de 1,11E+07 Kg P a-1 y un valor superior de 2,03E+07 Kg P a-1. En términos de evaluación, Chile habría transgredido este límite en un 290,7% respecto al límite superior.

A nivel complementario, por medio de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA, 2022) se confirmó que el fósforo mantiene el alcance de ser uno de los tres fertilizantes principales aplicados en el país. A su vez, el informe enfatiza la urgencia de avanzar hacia una gestión integral de nutrientes y la promoción de prácticas de agricultura regenerativa, de esta forma se asegura el uso más eficiente y responsable del fósforo a nivel predial y una implementación que reduzca pérdidas y en consecuencia, minimice los impactos ambientales sobre suelos y aguas.

En sí, el establecimiento de límites nacionales tanto para el fósforo como para el nitrógeno genera un insumo sumamente importante para evaluar la eficacia de las políticas y regulaciones sostenidas en el país hasta la fecha. Así, el crear e implementar nuevas regulaciones permitirían efectuar una gestión sostenible en las actividades agrícolas, en las que actualmente se hace uso de fertilizantes en grandes cantidades y el impacto negativo se está evidenciando.

Adicionalmente, adquiere relevancia para que el Estado realice estudios de seguimiento, análisis de tendencias y comparaciones del uso de fertilizantes entre regiones y localidades del país.

1.2.9. LÍMITE NACIONAL DE “CONTAMINACIÓN QUÍMICA”

A través de la base de datos de la prestigiosa American Chemical Society se ha logrado constatar la gran problemática de la contaminación química a nivel global. El número de sustancias químicas registradas en 1993 fue de más de 13 millones de productos químicos, a los cuales se suman anualmente alrededor de 500.000 nuevos compuestos lo cual refleja un daño directo a los ecosistemas y la salud humana (Ongley, 1997).

Para brindar una contextualización, es necesario comprender que los plaguicidas son compuestos químicos sintéticos distribuidos a escala planetaria y su uso en la agricultura ha permitido controlar el impacto de plagas, enfermedades y malezas no deseadas en los cultivos. El problema yace en que los pesticidas documentan problemas sumamente graves para la salud humana como el cáncer, alteraciones hormonales, trastornos neurológicos, problemas reproductivos, enfermedades respiratorias, entre otros. La evidencia conduce a que los impactos de estos compuestos no se limitan solamente a trabajadores agrícolas expuestos de manera directa, sino que alcanzan a la población general a través de la dieta, el agua y la bioacumulación del ambiente, lo cual refuerza el disminuir la dependencia de los plaguicidas (Muñoz, et al., 2025).

A nivel internacional la organización FA0 (2022) indicó que el uso de plaguicidas llegó a un nivel de 2,70 millones de toneladas, lo cual representa un aumento del 4% respecto al año 2021 y del 13% respecto al 2012. Si se toma en cuenta la comparación en base a las superficies cultivadas, el incremento es aún más drástico puesto que desde 1990 el uso de plaguicidas por hectárea se ha elevado un 94%, en consecuencia, intensifica los riesgos ambientales y tal como se expuso anteriormente, las consecuencias de salud hacia los trabajadores quienes median en estos entornos y la población que consume productos agrícolas o media de manera indirecta con este impacto.

En vista que en la actualidad no existe un límite cuantitativo para saber en qué punto se sobrepasa la “zona segura del planeta” a nivel de contaminación química (Rockström et al., 2009; Steffen et al., 2015), a través de Marquet et al. (2022) se realizó una propuesta metodológica basada en los plaguicidas, calculando justamente un límite esperado de uso proporcional al área cultivada. Para el nivel nacional se estimó en 1.318,91 toneladas anuales.

Los estudios revelaron que en el año 2018 Chile aplicó 9.831 toneladas de plaguicidas, lo cual implica una transgresión del 645,4% respecto al límite que propuso Marquet et al. (2022). Esto deriva una presión química crítica y un desbalance sumamente considerable en los flujos biogeoquímicos de nitrógeno y fósforo.

Actualmente se confirma una tendencia creciente respecto a esta transgresión, situando la contaminación química como un desafío prioritario de política pública en el cual se requiere regular el uso de plaguicidas y promover modelos agroecológicos, como también efectuar mejores sistemas de monitoreo y fiscalización para proteger la biodiversidad y salud.

1.2.10. SÍNTESIS DE LA BRECHA AMBIENTAL CHILENA

Se puede concluir que, de los diez límites evaluados en esta edición 2025 del informe país, nueve han sido transgredidos. Estos corresponden a la contaminación química, pesquerías, fósforo, pérdida en biodiversidad, cambio climático, nitrógeno, uso de agua dulce desde la macrozona norte a la macrozona centro, contaminación atmosférica y cambio de uso de suelo (a nivel de Chile central). Por otro lado, únicamente tres límites están por debajo, los cuales son: agotamiento del ozono estratosférico, el uso de agua dulce desde la macrozona centro-sur a la austral y el cambio de uso de suelo a nivel nacional.

Ahora bien, en esta edición se logró recabar que la transgresión del límite de contaminación atmosférica aumenta en un 3,91% respecto de la línea base previa, así mismo, el límite de ozono estratosférico sigue sin exceder los parámetros establecidos.

Finalmente, se resalta que la información proporcionada por Marquet et al. (2022) se alinea con los resultados obtenidos en el presente Informe País, ya que ambos estudios evidencian la necesidad de replantear la modalidad de desarrollo prevaleciente en el país y dar paso a un nuevo modelo de desarrollo ambientalmente sostenible.

1.3. DEFINICIÓN DE ÉNFASIS AMBIENTALES PRINCIPALES

Es de total necesidad plantear a corto y mediano plazo cambios en la modalidad del desarrollo chileno estratégico, político y social asociado al acceso sostenible y medioambiental. En este sentido, el cambio estructural debe ser robusto y coherente con una asociación coordinada entre los diversos actores partícipes, en los que se sume un equipo de trabajo de alto nivel, sea colaborativo público-privado, pero que logre precisar oportunidades de negocio rentables y sostenibles a largo plazo.
A través de esta nueva edición del Informe País se propone justamente orientar las políticas públicas hacia los objetivos y problemáticas concretas, en dónde deben enfocarse las prioridades y así generar un cambio profundo en las dinámicas productivas y sociales. Trascender a través de innovación tecnológica, investigación científica y el desarrollo como motores para un sistema nacional más avanzado y preparado para fenómenos asociados al cambio climático y otras preocupaciones atingentes.
A partir de esto, se presentan diversos énfasis ambientales que funcionan como estrategias de desarrollo nacional:

a) Conservación e innovación productiva en ecosistemas frágiles

Es necesario contar con una nueva contemplación del desarrollo de los ecosistemas naturales, en particular sobre aquellos que poseen rangos de gran fragilidad. Por ende, el desafío pendiente es promover herramientas productivas que integren la conservación ambiental de la flora y fauna en niveles descentralizados, comprendiendo que cada territorio del país contiene necesidades especiales y bases económicas diferenciadas. Esto por supuesto que implicaría avanzar con un nuevo modelo de prácticas empresariales, en las cuales la garantía del desarrollo sostenible y la protección de la biodiversidad primaría, avanzando así, hacia arreglos institucionales que poco a poco conserven el medio ambiente (Orstrom, 1990).

b) Transición hacia una nueva matriz energética

Analizar la posibilidad de un futuro energético con fuentes renovables no convencionales en el país como eólicas y solares desplegadas de manera masiva en los territorios fomentaría la salida de energías fósiles. Es importante generar los espacios de discusión para respaldar esta toma de decisiones a través de un sistema de reducción de costos unitarios y alianzas estratégicas internacionales en conjunto con estrategias de innovación tecnológica capaz de incorporar la transición energética. Finalmente, es parte de los desafíos del futuro moderno de Chile generar el espacio a la energía renovable.

c) Seguridad hídrica y gestión integral del agua

Uno de los grandes desafíos que tiene el país es generar estrategias para combinar el aprovechamiento de aguas superficiales, la construcción de embalses, la recarga de acuíferos y la creación de tecnologías de desalinización y reúso de aguas. Esto generaría un uso sostenible de los recursos pero también debe estar respaldado por un marco legal. Asimismo, si se proyectara una construcción de plantas desalinizadoras a lo largo del litoral nacional sería una pieza clave para garantizar un abastecimiento clave para las siguientes décadas.

d) Hidrógeno verde y diversificación energética

Respecto a la producción de hidrógeno verde, este representa una innovación elemental en las estrategias del país a partir de las energías renovables, tecnologías de electrólisis y almacenamiento. Junto con esto, Chile podría desarrollar una cadena de valor energético que abastezca el mercado interno y se posicione como un exportador global de combustibles limpios.

Esto es una planificación estratégica sumamente reveladora y resulta sustentada en la interconexión entre agua, energía y combustibles limpios dentro de un respeto ecosistémico, ya que el hidrógeno verde es un modelo de producto sostenible y competitivo en el escenario internacional.

1.4. LOS DESAFÍOS DEL NECESARIO NUEVO DESARROLLO PRODUCTIVO NACIONAL Y REGIONAL: LAS INTERRELACIONES PRODUCTIVAS VIRTUOSAS Y LA DIMENSIÓN AMBIENTAL DEL ESTILO DE DESARROLLO FUTURO

La movilización hacia procesos de desarrollo productivo más innovadores exige transformaciones profundas en materias tecnológicas, organizacionales y culturales del país. Este cambio no contempla netamente un conjunto de actividades productivas, sino que también requiere de una nueva visión social de consumo responsable, concientización en el uso de recursos y cooperación colectiva con enfoque en la sostenibilidad entendida como condición estructural y no como un complemento.

a) Fundamentos de uso energético, hídrico y combustible

Se reitera que la productividad debe apoyarse en la energía renovable, la seguridad hídrica y la diversificación de combustibles para intensificar el curso de las energías limpias y el uso racional de los insumos productivos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Tal como se ha revisado en el informe, esto garantizaría el cumplimiento de los compromisos internacionales y nacionales de los cuales Chile tiene responsabilidad de sentar bases con políticas públicas acordes a los requerimientos territoriales.

La acción ambiental chilena debe enmarcarse armónicamente en el contexto planetario, manteniendo una participación activa en acuerdos internacionales como las COP, a pesar del pesimismo global y el rol menor de la región latinoamericana en este debate. Si bien Chile ha mostrado un liderazgo regional (ej. avances energéticos, hidrógeno verde, biodiversidad), la gravedad de la crisis exige que el país esté atento a las innovaciones globales. Para avanzar sólidamente en los objetivos nacionales, es fundamental buscar activamente la cooperación y la asociación productiva y tecnológica con el mundo desarrollado.

b) Renovación tecnológica y descarbonización de sectores estratégicos

Asimismo, la renovación tecnológica a través de materias mineras, ganaderas, agrónomas, entre otras demandan la reducción de la huella de carbono y contaminación ecológica. En este sentido, se debe controlar las actividades de fomento, logrando así, desplegar mecanismos renovables, aplicando la reconversión industrial.

c) Encadenamientos productivos y clusters territoriales

El futuro nacional productivo debe avanzar hacia el desarrollo de economías de escala e integración territorial, implicando la inclusión de clusters productivos especializados por macrozonas según corresponda en condiciones de energía, agua, infraestructura y otros factores. Este nivel de descentralización por ejemplo brindaría en la zona norte minería sustentada en agua desalinizada con energía solar de gran escala y proyectos iniciales de hidrógeno verde.

d) Investigación académica y científica

El rol de la comunidad científica debe tomar un papel protagónico en el escenario nacional. La investigación aplicada, desarrollar diagnósticos de problemáticas ambientales y soluciones que satisfagan estos procesos es una prioridad pública.

e) Asociación público-privada estratégica

Para realizar estos proyectos es necesario externalizar alianzas basadas en la colaboración público-privada. Chile posee valiosos socios globales en infraestructura y servicios pero es necesario extender estos beneficios a las temáticas medioambientales y la búsqueda de soluciones tecnológicas especialmente en ecosistemas que actualmente se encuentran en estado frágil por la sobreexplotación. En sí, se debe garantizar que la rentabilidad económica vaya acorde a la sostenibilidad ambiental.

En este sentido, resulta fundamental la asociatividad con el mundo privado. Al igual que en infraestructura o energía, esta alianza es clave para el desarrollo ambiental. Los empresarios deben asumir los desafíos de innovación y tecnológicos en sectores extractivos como la agricultura, minería o silvicultura. Se requiere una fuerte convicción empresarial de que lo ambientalmente sustentable es un "buen negocio" , especialmente para competir en nuevos mercados internacionales que exigen estándares superiores. Alcanzar estas metas sólo es posible con una asociatividad público-privada enérgica y decidida.

2. PROPUESTAS POR COMPONENTE AMBIENTAL



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

En la presente sección se desglosan las propuestas de cambios y acciones innovadoras por componente medioambiental: 1) aire; 2) aguas continentales; 3) bosques nativos; 4) biodiversidad; 5) tierras; 6) ecosistemas marinos y borde costero; 7) minería; 8) asentamientos humanos; y 9) energía. Además, se agregan un conjunto de propuestas para: a) reducción del riesgo de desastres socionaturales; y b) fortalecer la gestión ambiental.

2.1. AIRE

En el siguiente apartado se proponen una serie de elementos que deberían formar parte de una futura propuesta de política pública para la calidad del aire.

2.1.1. VISIÓN

Una futura propuesta de calidad del aire (PCA) debiera orientar de manera integral las acciones estatales destinadas a la reducción de los niveles de contaminación atmosférica en el país, promoviendo con ello una mejor calidad de vida para la población. Estas políticas tendrían que definir y gestionar ejes estratégicos que permitan establecer un marco normativo de evaluación y transparencia respecto de la situación actual de la contaminación atmosférica, con el propósito de avanzar hacia estándares que se sitúen por debajo de las referencias internacionales, a través de políticas públicas pertinentes al contexto nacional.
Para cumplir con este objetivo, se vuelve necesario el uso eficiente de los recursos disponibles, de modo que se generen datos tanto cuantitativos como cualitativos sobre la calidad del aire en las distintas regiones y sobre el impacto que la contaminación atmosférica produce en la salud de la ciudadanía.

Resulta imprescindible, además, actualizar y robustecer el marco normativo vigente en materia de calidad del aire, de forma que se priorice la reducción efectiva de los contaminantes bajo parámetros internacionalmente reconocidos, incorporando de manera equilibrada las dimensiones sociales, económicas y ambientales propias de los distintos territorios del país.

De manera complementaria, resulta fundamental fortalecer la institucionalidad pública encargada de esta materia, con el objetivo de contar con organismos proactivos, eficaces y eficientes, encargados de orientar de manera apropiada la formulación, implementación y evaluación de las PCA, en coherencia con el contexto y necesidades nacionales.

Finalmente, las acciones derivadas de una PCA deben ser impulsadas mediante políticas públicas construidas con un enfoque participativo, estratégico y transparente, que integren a los distintos actores sociales —públicos, privados y de la sociedad civil— provenientes de diversos niveles territoriales.

2.1.2. PRINCIPIOS

La Constitución chilena establece que corresponde al Estado la labor de garantizar que todas las personas puedan ejercer su derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación.

Considerando que Chile posee uno de los niveles de contaminación atmosférica más elevados de América Latina, el cual excede las normas nacionales e internacionales, resulta fundamental que el Estado lidere un conjunto de acciones intersectoriales orientadas a reducir de manera efectiva la polución del aire en el país. Para ello, la definición de un marco de principios resulta esencial, puesto que permite orientar la formulación de propuestas en concordancia tanto con las necesidades propias del territorio nacional como con los estándares internacionales.

El primer principio propuesto es el de transparencia, el cual responsabiliza al Estado de asegurar un acceso oportuno y adecuado a la información relacionada a la calidad del aire. Incluyendo tanto datos cuantitativos como cualitativos, junto con los mecanismos que permiten su obtención y gestión.

En paralelo, se plantea el principio de gradualidad, el cual establece que las acciones asociadas a la mejora de la calidad del aire deben implementarse de manera progresiva y por etapas, lo cual permite ajustes institucionales, normativos e instrumentales esenciales para su correcta ejecución. El horizonte temporal propuesto para consolidar dichos cambios es el año 2030.

El principio de participación busca garantizar la colaboración de los actores relevantes —instituciones, empresas y ciudadanía— en el diseño, ejecución y evaluación de las medidas destinadas a disminuir la contaminación atmosférica.

Asimismo, se recomienda la aplicación del principio de intersectorialidad, que promueve la acción conjunta y coordinada de organismos públicos, empresas privadas y organizaciones de la sociedad civil, con el fin de enfrentar de manera integral la problemática de la contaminación y resguardar la salud de la población.

De igual modo, la transversalidad amplía la perspectiva de intervención, lo cual permite abordar la contaminación atmosférica desde distintas aristas, de manera que favorece una planificación estratégica que incorpore medidas más allá del accionar del Ministerio del Medio Ambiente, de esta forma involucra así a diversas instituciones en sus prácticas cotidianas.

El principio de no regresión asegura que los avances alcanzados en materia de normativa ambiental y estándares de calidad del aire no puedan ser revertidos. De esta forma impide retrocesos en los niveles de protección ya establecidos.

Finalmente, para velar por la efectividad y aplicabilidad de las propuestas señaladas, se establece el principio de coherencia, el cual promueve la elaboración e implementación de instrumentos y acciones congruentes y sinérgicas entre sí. (Yo dejaría este)

Por último, se incorpora el principio de coherencia, destinado a garantizar que los instrumentos y acciones diseñados sean consistentes entre sí, favoreciendo su aplicabilidad y efectividad.

2.1.3. EJES, OBJETIVOS, MEDIDAS Y AVANCES

En el **Cuadro 2.1,** se presenta el conjunto de ejes estratégicos, objetivos estratégicos, medidas y avances que conforman a la propuesta de PCA. Este conjunto de ejes no están ordenados según importancia, es decir, cada uno de ellos posee la misma relevancia.

Cuadro 2.1. Ejes estratégicos, objetivos y medidas de la propuesta de policía de calidad del aire.

Eje estratégico	Objetivo estratégico	Medida	Avances periodo 2023-2025
1. Sistema de monitoreo representativo, integrado y eficiente que propenda a entregar información de calidad y útil para la toma de decisiones.	**1.1**. Fortalecer las capacidades del personal destinado a validar y unificar el conjunto de datos pertenecientes a las diferentes estaciones de monitoreo de la calidad del aire.	**1.1.a**. Realizar un diagnóstico de las capacidades y conocimientos del personal encargado de la sistematización y validación de los datos.	En 2023, el Ministerio del Medio Ambiente inició un diagnóstico de capacidades mediante la Estrategia de Desarrollo de Capacidades y Empoderamiento Climático de Chile**.**
		1.1.b. Aumentar el personal y nivelar el conocimiento del equipo dedicado a la sistematización y validación de los datos asociados a la calidad del aire.	Se desarrollaron programas de capacitación y nivelación en Coyhaique, Aysén, Ñuble y Quintero; sin embargo, persiste un déficit relevante de personal en regiones extremas.
	1.2. Definir y establecer estaciones de monitoreo representativas para cada una de las comunas del territorio nacional.	**1.2.a.** Determinar las comunas que carecen de estaciones de monitoreo representativas.	En 2024 se identificaron comunas críticas sin cobertura, especialmente en la Macrozona Norte, evidenciando la necesidad de ampliar y fortalecer la red nacional de monitoreo.
		1.2.b. Establecer estaciones representativas en las comunas que carezcan de ellas.	Nuevas estaciones fueron incorporadas en Atacama y O'Higgins, junto con la Red Pública de Monitoreo en Concón, Quintero y Puchuncaví; persisten desafíos en zonas rurales.
		1.2.c. Reevaluar la categorización de estaciones de monitoreo representativas ya existentes**.**	Se revisó la categorización de estaciones conforme a estándares internacionales, destacando la Resolución Exenta 1449 que regula requisitos técnicos de operación e instalación de instrumentos.

	1.3. Propiciar instancias ciudadanas de retroalimentación del sistema de monitoreo de la calidad del aire.	**1.3.a.** Incentivar ciclos de acercamiento ciudadano donde se permita ir instalando la lógica de mejora continua, generando compromisos ambientales orientados al cumplimiento de acciones preventivas.	El gobierno impulsó la participación ciudadana mediante jornadas vinculadas al Plan de Descontaminación Metropolitana y cursos como los de la Academia Ambiental Adriana Hoffmann entre 2023 y 2025.
	1.4. Fortalecer los mecanismos de comunicación de la información a la sociedad de forma simple y clara.	**1.4.a.** Diversificar, mediante la incorporación de medios digitales, la distribución de la información a la ciudadanía.	Se amplió el uso de plataformas digitales y aplicaciones móviles, como Aire Chile y Aire RM, para difundir información en tiempo real sobre calidad ambiental.
	2.1. Actualizar periódicamente y crear nuevas normas de calidad del aire nacionales, alcanzando gradualmente los estándares de la Organización Mundial de la Salud para reducir los niveles de contaminación atmosférica.	**2.1.a.** Realizar trianualmente un análisis comparativo de las normas de calidad del aire a nivel internacional.	Chile actualizó sus normas de calidad del aire, pero aún persisten brechas frente a estándares internacionales. Su implementación efectiva y monitoreo continuo son claves para la protección de la salud.
		2.1.b. Realizar un análisis de cumplimiento de la normativa nacional y sus efectos en la salud de la población.	Se evidenciaron mejoras en implementación y fiscalización de normativa nacional de calidad del aire; sin embargo, Chile todavía no alcanza los niveles exigidos por estándares internacionales.
		2.1.c. Crear un Comité Intersectorial dedicado al proceso de evaluación y reestructuración de la normativa de la calidad del aire.	No se concretó el Comité previsto, pero se lanzó la Estrategia de Normas Aire: Ruta de Acción 2025-2050, considerada equivalente en objetivos estratégicos planteados.

		2.1.c. Crear un Comité Intersectorial dedicado al proceso de evaluación y reestructuración de la normativa de la calidad del aire.	No se concretó el Comité previsto, pero se lanzó la Estrategia de Normas Aire: Ruta de Acción 2025-2050, considerada equivalente en objetivos estratégicos planteados.
		2.1.d. Avanzar en la regulación de nuevos tipos de contaminantes atmosféricos nocivos para la salud de la población por parte del Comité Interministerial.	Chile reguló los contaminantes con la norma para benceno, actualización para arsénico, propuesta $MP_{2.5}$ y regulación vehículos pesados, fortaleciendo la protección sanitaria y convergencia con estándares internacionales ambientales.
	2.2. Actualizar los criterios para la dictación de Zonas Saturadas/Latentes, elaboración e implementación de Planes de Prevención y/o Descontaminación Ambiental.	**2.2.a.** Realizar un diagnóstico y análisis comparativo de criterios para la dictación de planes de prevención y/o descontaminación ambiental, o instrumentos similares existentes en otros países.	Chile reforzó el análisis comparativo en calidad del aire, integrando Estrategia de Normas Aire, recomendaciones OCDE 2024 y guías SEA, respaldando actualización normativa y planes regionales.
		2.2.b. Definir un marco de solución y corrección para las potenciales deficiencias identificadas en torno a los instrumentos de gestión de calidad del aire (Zonas Saturadas/Latentes, Planes de Prevención/Descontaminación Ambiental).	Mediante Ley 21.562 y actualización de PDA/PPDA, Chile corrigió deficiencias con auditorías en Santiago y programas en O'Higgins, fortaleciendo fiscalización, normativa ambiental y medidas efectivas.

3. Sistema de fiscalización robusto, moderno, y eficiente para un adecuado cumplimiento de la normativa de la calidad del aire	**3.1**. Fortalecer la fiscalización de los instrumentos de gestión de calidad del aire, incentivando la articulación y coordinación de los organismos de la administración del Estado con competencia ambiental.	**3.1.a.** Impulsar unidades de fiscalización a nivel territorial que velen por el cumplimiento de los instrumentos de gestión de la calidad del aire.	Chile fortaleció la fiscalización territorial con la SMA, aplicando supervisiones, monitoreo ambiental y tecnologías remotas, reduciendo impactos de episodios críticos y mejorando gestión ambiental regional.
		3.1.b. Interconectar los sistemas de información para la generación de canales de intercambio de datos entre los distintos organismos.	Se avanzó en la interconexión de sistemas de información mediante estrategias interoperables en salud, gobierno digital y laboral, favoreciendo intercambio de datos y coordinación institucional eficiente.
		3.1.c. Reforzar el procedimiento sancionatorio asociado al incumplimiento de los instrumentos de gestión de la calidad del aire.	Se reforzaron procedimientos sancionatorios por incumplimientos, mediante reformas legales, fiscalización de episodios críticos y supervisión técnica de emisiones, garantizando cumplimiento normativo en gestión de calidad ambiental.
	3.2. Robustecer y modernizar el soporte tecnológico asociado a las actividades de fiscalización de la calidad del aire.	**3.2.a.** Agilizar el acceso y manejo de datos para el óptimo y temprano desarrollo de las actividades de fiscalización.	Chile optimizó el acceso a datos ambientales con sistemas interoperables, informes estadísticos y tecnología avanzada, destacando el Sistema Nacional de Información Climática como herramienta de fiscalización temprana.

		3.2.b. Suscitar el desarrollo de trámites digitales donde se facilite la realización de denuncias por parte de la ciudadanía.	Se fortalecieron canales digitales de denuncias ciudadanas en la SMA y Aire Chile, permitiendo reportar quemas ilegales y calefactores contaminantes, fomentando el control ambiental participativo.
	3.3. Potenciar la capacitación de profesionales dedicados a la fiscalización de los instrumentos de gestión de la calidad del aire.	**3.3.a.** Elaborar guías para el manejo y aplicación de los sistemas de fiscalización de la calidad del aire.	Chile avanzó en fiscalización del aire mediante guías técnicas de dispersión, resoluciones sobre estaciones de monitoreo y consolidación del Sistema Nacional de Información de Calidad.
		3.3.b. Realizar talleres destinados a la capacitación de las y los profesionales otorgando herramientas actualizadas para el manejo de datos.	Se fortaleció la capacitación en datos ambientales mediante talleres SMA, diplomados universitarios y cursos de ciencia ciudadana, consolidando mejores prácticas en gestión de calidad ambiental.
		3.3.c. Generar instancias de retroalimentación para la mejora de los instrumentos y mecanismos de fiscalización.	Chile mejoró la retroalimentación de fiscalización con programas SMA, subprogramas 2025 y evaluaciones OCDE, optimizando estrategias de supervisión y mecanismos de control ambiental basados en evidencia técnica.

Fuente: Elaboración propia.

Los ejes planteados buscan ser de utilidad para organismos públicos, privados y aquellas organizaciones pertenecientes a la sociedad civil, enfocados en temas de medio ambiente; para la ciudadanía; y también para cualquier persona o institución que contribuya a la construcción y posicionamiento de políticas que atiendan este problema público.

2.2. AGUAS CONTINENTALES

2.2.1. POLÍTICAS PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE AGUAS

En esta sección se presenta una síntesis de las políticas para incrementar la disponibilidad de aguas desprendidas del capítulo de aguas continentales.

2.2.1.1. REÚSO DE AGUAS SERVIDAS

La prolongada sequía por la que atraviesa el país, sumada a la reducción de las precipitaciones y al incremento sostenido de la demanda hídrica, ha evidenciado la urgencia de generar nuevas fuentes de agua. En este contexto, el reúso de aguas servidas tratadas (AST) surge como una de las principales alternativas, ya que permitiría ampliar la disponibilidad del recurso, especialmente para la agricultura, la recarga de acuíferos y para las demandas evapotranspirativas.

Respecto al reúso de AST, se han identificado cuatro líneas de desafíos importantes:

a) Calidad de las AST para su uso en riego. Si bien la normativa vigente (DS 90/2000) regula los parámetros de vertido, estos no abarcan por completo los requerimientos necesarios para el aprovechamiento de aguas en riego agrícola o urbano. Por ello, el cumplimiento de la norma de vertido no asegura la aptitud de las aguas servidas tratadas (AST) para dicho uso, lo que obliga a realizar evaluaciones caso a caso. En esta línea, los vertidos mediante emisarios submarinos siguen siendo inadecuados para la agricultura, dado que no cumplen con los parámetros específicos de calidad. Aunque en 2023 el Ministerio de Obras Públicas abrió consultas técnicas para un Reglamento de Reúso de AST, aún no existe una regulación concreta que resuelva este desafío.

b) Marco legal sobre la propiedad de las AST. El conflicto sobre la titularidad de las aguas servidas tratadas persiste: algunos especialistas sostienen que corresponden a las empresas sanitarias que realizan el proceso de depuración, mientras que otros consideran que pertenecen a los titulares de los derechos de aprovechamiento de agua. A la fecha no hay una definición clara por parte de los organismos competentes ni pronunciamientos judiciales consistentes. El Comité Interministerial de Transición Hídrica Justa (CITHJ), creado en 2022, ha planteado este tema dentro de sus prioridades, pero aún no se observa una resolución normativa que zanje esta ambigüedad.

c) Respecto de la capacidad y condiciones técnicas de las plantas de Tratamiento de Aguas Servidas. Un 42% de las plantas continúa siendo calificadas como "vulnerables", al operar cerca de su límite de capacidad hidráulica y de tratamiento orgánico. Aunque algunas empresas sanitarias, como Aguas Andinas y Aguas del Valle, han comenzado a implementar proyectos piloto para el reúso de aguas tratadas en riego de áreas verdes urbanas, el avance sigue siendo acotado y no logra modificar de manera estructural esta condición de vulnerabilidad.

d) Respecto de los cambios necesarios a la infraestructura regulación para tratamiento de las aguas servidas. El separar las aguas a nivel domiciliario para conducirla por vías diferenciadas del resto de las aguas servidas, a los lugares de tratamiento, implicaría crear nuevas infraestructuras de transporte y acopio con un costo adicional importante; sin embargo, sería posible iniciarlo, por ejemplo, con conjuntos habitacionales acotados, que estén preparados para separar las aguas grises del resto. También los sistemas diferenciados de separación de las aguas podrían destinarse a el agua de riego no agrícola para los mismos conjuntos habitacionales acotados. Otra opción es tratar todas las aguas servidas vaciadas al mar vía emisarios, dejándolas aptas para usos de riego. Ello implicaría costos adicionales para equipar las Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas para realizar tratamientos secundarios y otros que fueran necesarios.

El desarrollo de sistemas diferenciados para separar aguas grises en origen y conducirlas a tratamiento sigue siendo un desafío con elevados costos de infraestructura. Si bien se ha planteado la factibilidad de aplicarlo inicialmente en conjuntos habitacionales específicos o en sistemas urbanos de riego no agrícola, aún no se implementa de manera masiva. En paralelo, la opción de equipar plantas para tratar vertidos de emisarios submarinos con estándares secundarios avanza lentamente. En minería, algunas compañías del norte (como Codelco y Collahuasi) han ampliado el uso de AST en procesos industriales, lo que marca un precedente, pero los avances en el ámbito urbano y agrícola son todavía limitados.

2.2.1.2. DESALACIÓN

En 2025, Chile cuenta con 24 plantas desaladoras en operación y un total de 31 proyectos entre operativos y en planificación, alcanzando una capacidad de producción de 9.882 l/s. Además, existen 5 plantas en construcción que aportarán otros 6.900 l/s adicionales en los próximos años. Cabe destacar que cerca del 85% de esta capacidad instalada corresponde a la industria minera, lo que refleja la alta dependencia del sector en este tipo de soluciones hídricas (Diario Digital de Mineria y Energia, 2024).

Los antecedentes entregados por el IPCC en sus informes destacan claramente la vulnerabilidad de Chile frente a los impactos negativos del Cambio Climático, especialmente respecto a la disponibilidad de recursos hídricos debido a la reducción de las precipitaciones previstas en prácticamente todo el territorio nacional. La megasequía experimentada por varios años y sobre la cual desconocemos hasta cuando puede extenderse a pesar de las precipitaciones registradas en el año 2022, marca un escenario al menos preocupante. Por otro lado, se constata que la demanda nacional por agua ha crecido estrechamente acoplada al desarrollo social y el crecimiento económico. Lo antes señalado pone de relieve la necesidad imperiosa de priorizar el desarrollo de nuevas fuentes de aguas. Al respecto destaca el dinámico crecimiento de las plantas desaladoras de agua para abastecer la minería y el consumo humano en aquellas localidades donde la situación es crítica y no es posible esperar por otro tipo de soluciones.

En este contexto se plantean las siguientes propuestas:

1. Avanzar en el marco jurídico que asegure un tratamiento adecuado del agua de mar y la sustentabilidad de dicho recurso. Por lo tanto, es fundamental la definición de las autorizaciones, concesiones o derechos para extraer agua de mar para desalar. En este sentido, la promulgación de la Ley 21.639 en diciembre de 2023 representa un hito, ya que faculta al Ministerio de Obras Públicas (MOP) para desarrollar infraestructura hídrica y de desalación, gestionando directamente las obras o mediante concesiones público–privadas.

2. En coherencia con lo anterior, se ha impulsado la formulación de una **Estrategia Nacional de Desalinización que establezca las orientaciones y prioridades en el uso del agua de mar y de la instalación de plantas desalinizadoras.** El proyecto de ley (Boletín 11.608-09) ya fue despachado desde la Comisión de Recursos Hídricos a Hacienda, y se espera sea tratado en la Sala del Senado a fines de 2025. Aún no se encuentra aprobado como ley, pero constituye un paso concreto en la institucionalización de esta política.

3. Se discute actualmente la **modificación de los procedimientos de solicitud y caducidad de concesiones marítimas, con el objetivo de priorizar el consumo humano, doméstico y el saneamiento,** además de **resguardar el caudal ecológico en acuíferos.** Estos cambios forman parte del debate legislativo en curso.

4. Buscar junto al MOP y otras instancias públicas relacionadas al tema, reducir los tiempos entre la presentación de un proyecto para una desaladora y su puesta en marcha. Con la entrada en vigor de la Ley 21.639, el MOP ahora cuenta con atribuciones que permiten agilizar la implementación de plantas desaladoras, reduciendo significativamente los tiempos de tramitación, que antes podían extenderse hasta seis años.

5. Promover el desarrollo junto a las universidades, otras empresas y el sector público, proyectos de generación de energía renovables y de menor costo que los basados en combustibles convencionales.

6. Reforzar el desarrollo de proyectos multiusos a fin de dar mayor escala y reducir costos unitarios.
Un ejemplo relacionado a esta propuesta, puede ser el proyecto Aguas Pacífico (2024) y el Proyecto Distrito Norte, que buscan ampliar la escala de la infraestructura hídrica y optimizar los costos unitarios.

7. Impulsar la formación de capital humano especializado en investigación y desarrollo de tecnologías de desalación que sean ambientalmente sostenibles y con menores costos operativos.

2.2.1.3. COSECHA DE AGUAS DE LLUVIAS

En Chile, un ejemplo relevante es la experiencia del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), que desde el secano de la Región de O'Higgins ha impulsado acciones de adaptación frente a la sostenida disminución de precipitaciones. Entre estas medidas resaltan los sistemas de captación de aguas lluvias, que han permitido complementar el abastecimiento hídrico de las comunidades rurales. Pese a estos avances, algunas municipalidades aún deben recurrir al uso de camiones aljibe para asegurar el suministro de agua entre diciembre y mayo, práctica que se vuelve más crítica ante eventuales interrupciones del servicio, como ocurre durante huelgas, generando riesgos de conflictividad social.

Ya en 2009-2010, con apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Unión Europea, se implementaron proyectos de captación de agua de lluvia dirigidos a pequeños agricultores, quienes inicialmente almacenaban el recurso en recipientes improvisados, como botellas plásticas o tambores metálicos de 200 litros. Desde entonces, la experiencia ha evolucionado hacia soluciones más eficientes, incluyendo tranques acumuladores con capacidad de 1.000 a 1.500 m^3, alimentados por terrazas colectoras y canales de pendiente ligera, lo que permite un uso más sustentable para pequeños y grandes agricultores.

Cabe destacar el potencial del riego tecnificado por goteo en sistemas de producción de hortalizas en pequeños invernaderos familiares aplicando técnicas de cultivo hidropónico que permiten obtener varias cosechas.

Otro avance significativo ha sido la incorporación de tecnologías de riego por goteo en pequeños invernaderos familiares, particularmente en cultivos hidropónicos de hortalizas, que permiten obtener varias cosechas anuales. Asimismo, el desarrollo de forraje hidropónico ha demostrado ser una alternativa valiosa en la alimentación de aves y conejos, con la ventaja de aprovechar el "pastel de forraje" completo (hojas, tallos y raíces), lo que optimiza su valor nutritivo. Estas experiencias han sido adoptadas incluso por agricultores que, además de producir, abastecen a negocios locales como restaurantes, fortaleciendo los encadenamientos productivos rurales.

Durante el segundo gobierno de la presidenta Michelle Bachelet, la grave sequía motivó un programa piloto de captación de aguas lluvias en el sur del país, dirigido a familias campesinas afectadas por déficits hídricos. Si bien permitió resolver problemas inmediatos, enfrentó también resistencias de algunas municipalidades vinculadas a la provisión de agua mediante camiones aljibe, evidenciando la necesidad de superar intereses creados con los privados, para lograr avanzar hacia soluciones de largo plazo.

En la actualidad, frente al recrudecimiento de la sequía y los impactos del cambio climático, se vuelve crucial retomar y escalar estas iniciativas. Para ello, resulta esencial integrar innovaciones recientes como los sistemas de monitoreo digital del recurso hídrico, la incorporación de energías renovables en la operación de tranques acumuladores, y la promoción de modelos de gobernanza local que fortalezcan la participación de comunidades, municipalidades y organizaciones de usuarios de agua. Estas medidas permitirán ampliar el rango de cobertura, asegurar la sostenibilidad de los proyectos y beneficiar a un mayor número de familias rurales en situación de vulnerabilidad hídrica.

2.2.1.4. TRASVASE DE AGUAS

El trasvase de agua entre cuencas consiste en trasladar recursos hídricos desde una cuenca con disponibilidad excedente (denominada cuenca donante) hacia otra que enfrenta déficit (cuenca receptora). Este tipo de proyectos suele generar controversia, dado que los impactos socioeconómicos y ambientales sobre la cuenca de origen pueden resultar significativos y, en muchos casos, difíciles de anticipar (Baeza, 2019).

2.2.1.4.1. RÍO SUBMARINO

El proyecto fue diseñado con la finalidad de trasladar agua a lo largo de la costa, específicamente desde la zona al norte y potencialmente hasta Arica. Los impulsores de este proyecto, mencionan como una de las ventajas la posibilidad de construir por partes de acuerdo con la demanda por agua en las diversas localidades costeras

En este sentido, serían aprovechadas las aguas de la desembocadura de los ríos, no afectando a ningún usuario, los que, por definición, están aguas arriba. Por lo tanto, el proyecto del Río Submarino consiste en esencia en el traslado de aguas, cuyos derechos de aprovechamiento conciernen a la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), es decir, el Estado de Chile.

En lo que respecta a los beneficiarios, se estima que alrededor de 3 millones de personas viven en las zonas necesitadas, las que están agrupadas en distintas organizaciones, tales como los Comités de Agua Potable Rural. En sumatoria de lo anterior, se podrían añadir las mineras, particularmente las pequeñas que no tienen acceso a la desalación y el sector agrícola incluyendo pequeños, medianos y grandes propietarios.

Desde el último informe hasta la fecha, el proyecto continúa siendo evaluado en el Ministerio de Obras Públicas para determinar si se declara de interés público; si ocurre, entraría a la Etapa de Proposición que incluye la realización de numerosos estudios (ingeniería de detalle, estudio de impacto ambiental, consulta ciudadana e indígena, permisos, modelo de negocio, etc.) para finalmente entrar a la Licitación y Adjudicación de su construcción que tardaría cuatro años hasta el primer tramo que entregaría agua en el primer destino requerido.

En caso de que el proyecto logre obtener el visto bueno del Ministerio de Obras Públicas, su factibilidad definitiva dependerá de varios factores, entre los cuales se pueden destacar los siguientes:

a) de la seguridad de contar con los Derechos de Aprovechamiento de Aguas que pertenecen a la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP y con los caudales que éstos asignan;
b) de los costos directos e indirectos del proyecto;
c) de que la tecnología, que será puesta a prueba en el proyecto piloto a implementar en la isla Huichas en la región de Aysén;
d) Del costo unitario para el consumidor final (Agricultura, Minería); y
e) De la disposición a pagar de los consumidores.

2.2.1.4.2. CARRETERA HÍDRICA

La *Carretera Hídrica* es un proyecto compuesto por cinco tramos de canalización, que busca transportar agua desde la Región del Biobío hacia Atacama, permitiendo llevar recursos hídricos del sur al norte del país. Según sus impulsores, este proyecto podría duplicar las exportaciones agroalimentarias del país, generar alrededor de un millón de empleos y movilizar una inversión estimada en 30.000 millones de dólares.

"La longitud total de los tramos suma cerca de 3.900 kilómetros, ya que se trata de un trazado serpentino entre esas regiones", afirman los impulsores en un comunicado. Además, esperan que la *Carretera Hídrica* se pueda hacer como concesión a través de una alianza público-privada.

El costo estimado de la Carretera Hídrica se sitúa entre los US $19.000 y los US $30.000 millones. Su desarrollo requeriría alrededor de doce años, considerando cuatro años destinados a estudios de ingeniería detallados y alrededor de ocho años para la construcción.

El proyecto ha visto ciertos avances en torno al proceso de solicitud de implementación del plan, lo cual se evidencia a través de las sesiones llevadas a cabo por la Cámara de Diputados, en la cual se trata este Proyecto de Resolución N°1413, el cual a grandes rasgos, menciona la urgencia por parte del Estado chileno en tomar acciones concretas para superar la crisis hídrica que afecta al país. Por ende, lo que resuelve la Cámara de Diputados en torno a esta problemática, es la solicitud urgente hacia el Presidente de la República a dar inicio a la confección de proyectos de ley, que permitan dar paso al proceso de construcción de la Carretera Hídrica.

Los detractores del proyecto subrayan diversos riesgos asociados a su implementación. En primer lugar, advierten que el cambio climático reducirá la disponibilidad de agua, lo que haría inviable la extracción de grandes volúmenes para trasladarlos al norte. A ello se suma la posible negativa de los actuales titulares de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas a desprenderse de ellos. Asimismo, se mencionan las experiencias negativas de trasvases en otros países, como España, donde los impactos ambientales y sociales fueron significativos. Finalmente, se plantea que el proyecto podría generar efectos adversos sobre las comunidades locales situadas en el punto de origen y ocasionar daños a la biodiversidad de los ecosistemas involucrados.

2.2.2. PROPUESTA INSTITUCIONAL

El creciente desajuste entre disponibilidad y demanda de agua implica la necesidad de avanzar hacia un nuevo marco regulatorio acorde con la crisis climática y ecológica actual. Es por ello, que se propone las siguientes medidas;

a) Reestructurar la institucionalidad existente, hay demasiadas entidades que intervienen. Tomando en cuenta este punto, durante el año 2023 se impulsó la idea de una Agencia Nacional del Agua, sin embargo se mantiene en análisis parlamentario técnico.

b) Fortalecer el rol de fiscalización por parte de la Dirección General de Aguas (DGA). Lo cual durante el año 2023 tuvo un avance significativo, ligado a la aprobación de la Ley N°21.586, la cual fortalece las facultades de fiscalización y sanción de la DGA, incorporando de esta manera herramientas digitales de monitoreo de los derechos de agua.

c) La planificación de los recursos hídricos de las cuencas hidrográficas del país, siendo la Ley Marco de Cambio Climático un importante avance en esta arista. Puesto que bajo esta premisa, obliga al desarrollo de Planes Estratégicos de Recursos Hidricos en Cuencas (PERHC).

d) Asociación público-privada para la materialización de las políticas para incrementar la disponibilidad de aguas. Evidenciado en el caso de la aprobación de la Ley N°21.639 durante el año 2023, la cual faculta al Ministerio de Obras Públicas a desarrollar proyectos de infraestructura hídrica y desalación vía concesiones.

2.3. BOSQUES NATIVOS

2.3.1. PROPUESTAS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

En esta sección se presentan las propuestas de políticas públicas extraídas del capítulo de Bosques Nativos.

1) Dotación de una institucionalidad robusta y actualizada. Uno de los avances más relevantes en este periodo ha sido la promulgación en 2025 de la ley que crea el Servicio Nacional Forestal (SERNAFOR), que reemplazará a la actual CONAF, respondiendo así a una demanda histórica en relación al fortalecimiento institucional en materia forestal. En paralelo, el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP), promulgado en 2023, ya se encuentra en fase de implementación.

2) Aumento significativo del financiamiento para que el Estado de Chile cumpla sus funciones de administración, regulación, protección del bosque nativo, recomendación que está cercanamente vinculada a la anterior. La falta de financiamiento, aunque es transversal, quedó en evidencia respecto de la administración de las Áreas Protegidas del Estado, debido al paro de los guardaparques durante noviembre de 2022, el cual fue difundido ampliamente por los medios y redes. A modo de ejemplo para reflejar esta necesidad acuciosa se puede señalar que Chile es uno de los 10 países que menos invierte en gestión para la conservación de su biodiversidad a nivel mundial. Con la implementación del SBAP en el último periodo, le fue asignado un presupuesto de 12.247 mil millones de pesos, lo que puede entenderse como un avance por parte del Ministerio del Medio Ambiente por fortalecer esta falencia. A su vez el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado SNASPE) que administra la CONAF ha contado con alrededor de 19 mil millones de pesos anuales en la última década $1000/ha/año. A modo de referencia el aporte fiscal al manejo del Parque Metropolitano de Santiago el año 2025 es de más de 40 mil millones de pesos.

3) El Estado debe ampliar los espacios para la discusión, para avanzar hacia la generación de acuerdos entre las partes interesadas. La aprobación de la Ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP) en 2023 representó un avance significativo en materia ambiental, aunque persisten tensiones respecto a otros instrumentos de gestión y regulaciones que aún generan discrepancias entre distintos actores. El Estado, a través de diferentes gobiernos, ha promovido instancias como el Consejo de Política Forestal y espacios de consulta de carácter nacional y regional, en los que se han alcanzado avances concretos, por ejemplo, el Consejo Consultivo del Alerce, y aquellos de varios Parques Nacionales. Sin embargo, se requiere fortalecer estos espacios de diálogo multilateral y bilateral con el fin de lograr acuerdos y superar la confrontación entre los gobiernos y algunos grupos de interés, y de las posiciones de algunos de estos grupos entre sí. En estos espacios, el Estado representado por los gobernantes electos a escala nacional, regional o comunal debe ejercer un liderazgo sólido y responsable, basado en la argumentación técnica y sólida, que le permita materializar políticas y proyectos de largo plazo que trasciendan a un gobierno en particular, para garantizar la conservación y gestión efectiva de la biodiversidad.

Por otro lado, es primordial incrementar la participación y el compromiso de los funcionarios y representantes del Estado en los espacios de discusión que se desarrollan a nivel nacional, regional y comunal, organizados por el sector privado, organizaciones ciudadanas, gremiales y otros actores. Las empresas forestales y los propietarios de tierras enfrentan durante los últimos años graves problemáticas, como la violencia, robo de madera, incendios intencionales y una limitada presencia y control territorial del Estado en regiones como Biobío, La Araucanía y Los Ríos. Este escenario debiera impulsar un mayor nivel de acuerdos entre las partes interesadas, permitiendo avanzar en iniciativas legales y de gestión. Asimismo, el reconocimiento de que estas dificultades se relacionan de manera significativa con los impactos sociales, ambientales y económicos del modelo forestal instaurado en 1974, debería motivar a las empresas forestales y organizaciones gremiales a apoyar de manera más concreta las propuestas legales impulsadas desde 2010, así como la agenda transformadora que el gobierno actual plantea para el sector forestal, el bosque nativo y las plantaciones, frente a desafíos críticos como los incendios, la invasión de tierras y otros conflictos asociados.

4) El Estado debe promover la coordinación y coherencia entre sus instituciones y políticas, así como ampliar e intensificar la cooperación con propietarios, organizaciones de la sociedad civil y sector privado, así como en el ámbito internacional, construyendo sobre importantes logros alcanzados en materia de restauración y conservación. Respecto a lo primero, para avanzar en el manejo sustentable de los bosques nativos, en su conservación y restauración se requiere mejorar sustancialmente la coherencia entre las políticas sectoriales y avanzar hacia enfoques intersectoriales integradores, tal como en el caso de la política de cambio climático o la definición de las NDC las cuales debieran tomarse como ejemplo. La colaboración y coordinación entre CONAF con el Ministerio de Medio Ambiente son particularmente relevantes, además de aquella con los demás servicios e instancias del Ministerio de Agricultura (por ejemplo, Instituto Forestal, SAG e INDAP). El diálogo y coordinación con otros ministerios y sus servicios incluyendo a los Ministerios de Obras Públicas, Economía, Energía y Vivienda y Urbanismo y Minería también es clave para dar efectividad a las acciones de conservación de los bosques nativos y para evitar aquellas que llevan a la pérdida o degradación de los bosques nativos y sus impactos ambientales y sociales negativos.

En relación a los beneficios de la colaboración con propietarios de tierras, organizaciones de pueblos originarios y otras de la sociedad civil, en base a las experiencias del programa +Bosque que se ha descrito, su ampliación y profundización permitirá avanzar hacia metas ambiciosas como es restauración a escala de paisaje de un millón de ha al año 2030 incluida en las NDC.

Otro ejemplo notable de las oportunidades que ofrece la colaboración y la necesidad de reforzarla es la creación de cinco parques nacionales en las Regiones de Los Lagos y Aysén y uno en Tierra del Fuego, a partir de la iniciativa de donación de tierras al Estado por parte de la Fundación Tompkins, entre los años 2015 y 2019 bajo tres gobiernos diferentes (Ricardo Lagos, Sebastián Piñera y Michelle Bachelet). Esto más el aporte del Estado con tierras fiscales para la creación de áreas protegidas, permitió la protección de un total de 5 millones de ha en nuevos parques nacionales, gran parte de los cuales son adyacentes o están cercanos entre sí. Un proceso similar fue la donación de 10.000 ha por parte de The Nature Conservancy (TNC), organización de Conservación basada en Estados Unidos, área que se sumó a tierras fiscales aportadas por el Estado para la creación del Parque Nacional Alerce Costero, en la región de los Ríos de 24.000 ha el cual es emblemático por proteger a la especie alerce y por ser el primer parque nacional ubicado completamente en esta región. El parque es adyacente a la Reserva Costera Valdiviana de propiedad de TNC, totalizando un área bajo protección de 74.000 ha.

Finalmente, un ejemplo en relación a los puntos anteriores, tiene que ver con la consolidación del Acuerdo de Cooperación en el año 2024, entre el Ministerio de Medio Ambiente, el Fondo Naturaleza Chile, WWF, The Nature Conservancy y WCS. El cual va orientado al apoyo de la implementación del creado recientemente en ese entonces SBAP. Bajo esta perspectiva, estos casos significan un gran paso hacia la canalización de esfuerzos por parte de los actores involucrados en esta materia, ya que la colaboración en este ámbito es esencial para superar los desafíos mencionados anteriormente.

5) Generación y/o fortalecimiento de NDC, incentivos y otras acciones del Estado para promover la adaptación al cambio climático en lo que es pertinente a los bosques nativos. En este ámbito, la restauración de bosques se ha consolidado como un pilar fundamental, no solo para mantener y mejorar la provisión de agua en cantidad y calidad, sino también para regular caudales y disminuir la ocurrencia de inundaciones en un contexto de creciente aridificación y eventos climáticos extremos. Entre 2023 y 2025, Chile ha dado pasos significativos en esta materia: el programa +Bosques, liderado por CONAF con apoyo de la FAO y el Fondo Verde del Clima, ha intervenido más de 11.400 hectáreas en seis regiones, beneficiando principalmente a comunidades indígenas y mujeres rurales, lo que refuerza un enfoque inclusivo (CONAF, 2025). Asimismo, el Programa Siembra por Chile 2024 integró un componente de restauración a gran escala, con más de 16.238 hectáreas recuperadas en 148 comunas y la creación de 24.731 empleos, destacando la participación de jefas de hogar en este proyecto (CONAF, 2024). Estos avances reflejan un cambio sustancial respecto del periodo anterior, en donde las acciones de restauración estaban asociadas principalmente a medidas de mitigación, evolucionando en la actualidad hacia una estrategia integral de adaptación ecosistémica comprometida con las NDC y el beneficio comunitario/global.

2.4. BIODIVERSIDAD

En esta sección se presenta una síntesis de las recomendaciones de políticas desprendidas del capítulo de Biodiversidad.

1) Mejorar el conocimiento sobre biodiversidad. Los resultados obtenidos a partir del Informe evidencian que, para avanzar en la protección y conservación de la biodiversidad chilena, es indispensable profundizar el conocimiento existente. Se estima que alrededor del 90% de las especies propias del país aún no han sido descritas, de las cuales más de la mitad corresponderían a artrópodos (insectos y arácnidos). A esto se suman importantes vacíos respecto a las características poblacionales, distribución geográfica, preferencias de hábitat, las amenazas ecológicas y climáticas. Entre los factores que limitan este avance, se destaca la disminución de especialistas en taxonomía y el reducido financiamiento destinado a la ciencia básica. En este sentido, **fortalecer la formación de profesionales y aumentar los recursos económicos** se vuelve fundamental para ampliar el conocimiento sobre biodiversidad y orientar políticas de conservación más efectivas.

2) Fortalecer la recopilación y sistematización de datos sobre biodiversidad. Se vuelve imprescindible reducir las brechas en el acceso, disponibilidad y análisis de los datos asociados a la biodiversidad. Para ello, se requiere **dotar de la infraestructura y equipo necesario, capacitar y fortalecer el capital humano, y crear grupos multidisciplinarios** que entreguen una visión integral y generen un valor agregado a los datos relacionados a la biodiversidad. Estas acciones deben priorizarse en el corto plazo, considerando que la recopilación y sistematización de datos en biodiversidad constituye un mandato legal establecido en la Ley N°19.300 y en la Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENB), ligado con los compromisos internacionales asumidos por Chile ante la Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB) y las Metas Aichi. En este sentido, se observan avances recientes como el **cuarto Informe del Estado del Medio Ambiente (IEMA 2024)**, el cual ha representado un avance relevante, al consolidar más de 250 indicadores ambientales, incluyendo la evaluación del progreso en biodiversidad, con accesibilidad pública a la información y un sistema de monitoreo interinstitucional.

3) Fortalecer y crear nuevos instrumentos para la protección y conservación de la biodiversidad. La protección de la biodiversidad exige la aplicación de una amplia gama de instrumentos de gestión. En primer lugar, resulta fundamental seguir fortaleciendo aquellos ya existentes, como las áreas protegidas —tanto públicas como privadas— y las iniciativas de conservación ex situ, tales como bancos de germoplasma y jardines botánicos. A este esfuerzo se suma la reciente creación del **Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP)**, cuyo mandato legal se centra en la preservación, restauración y uso sustentable de genes, especies y ecosistemas. Paralelamente, es necesario avanzar en la implementación de herramientas innovadoras como el Pago por Servicios Ambientales (PSA) y los Bancos de Compensación de Biodiversidad (BCB), aprendiendo de la experiencia de países como Colombia, Costa Rica, Ecuador, México y Perú.

4) Aumentar el presupuesto asignado a la investigación y protección de la biodiversidad. Resulta esencial que el Estado —o el sector privado— aseguren un financiamiento estable y de largo plazo para los centros de investigación dedicados al estudio de la biodiversidad. Puesto que la entrega de recursos económicos en plazos reducidos, de entre 2 a 5 años, dificulta el monitoreo sostenido de los cambios que ocurren en paisajes, ecosistemas, comunidades y especies. Asimismo, es necesario **incrementar el presupuesto destinado a las áreas de protección públicas del país**, a fin de garantizar su adecuada gestión y conservación.

5) Educar e involucrar activamente a la ciudadanía en la protección de la biodiversidad. Una de las bases esenciales para resguardar la biodiversidad es contar con una ciudadanía informada y comprometida con su protección. Para fortalecer este conocimiento, resulta prioridad **aumentar la dotación de monitores ambientales y profesionales** que lleven información y experiencias formativas a distintos territorios del país. En este ámbito, se destacan iniciativas como el programa de "Comunicación, Educación y Conciencia Pública en Biodiversidad" (CEPA), que promueve actividades al aire libre en ecosistemas representativos de la diversidad ecológica del país, y el programa "Museo a tu Comuna" (MUVACO), que ha contribuido a generar conciencia sobre el valor de la biodiversidad y su conservación. De manera reciente, se han impulsado proyectos como el Bosque Escuela Mediterráneo (2024), que instala mini bosques nativos en establecimientos educacionales para acercar la naturaleza a las comunidades escolares, y el Fondo de Protección Ambiental (FPA 2025), que financia proyectos ciudadanos de educación, conservación y restauración en distintas regiones. Estas experiencias muestran el potencial de las iniciativas educativas y participativas para fortalecer el vínculo entre sociedad y biodiversidad.

6) Aumentar la representación ecosistémica en el SNASPE. Se plantea la necesidad de desarrollar estudios técnicos y económicos que permitan al país avanzar en la creación de nuevas áreas protegidas, con el objetivo de lograr una protección más representativa de los distintos ecosistemas y especies de Chile. Actualmente, existen evidencias que muestran una subrepresentación de al menos 15 ecosistemas dentro del SNASPE, especialmente los dominados por matorrales y bosques del centro del país, que apenas alcanzan un 3% de cobertura. En 2022, la superficie protegida bajo el SNASPE ascendía a cerca de 15.951.220 hectáreas, equivalente al 21% del territorio nacional. No obstante, para 2023 Chile adquirió el compromiso de ampliar esta cifra y alcanzar una meta del 30% del territorio nacional, lo que corresponde aproximadamente a 22.703.100 hectáreas, desafío que refuerza la urgencia de contar con un sistema de protección más amplio y representativo (Figueroa, 2023).

7) Actualizar los Planes de Manejo de las Áreas Protegidas del País. Los resultados del capítulo de biodiversidad muestran que hasta 2022 solo el 42% de las Áreas Protegidas (APs) contaban con un plan de manejo vigente —es decir, con una antigüedad no superior a 20 años—, lo que representaba apenas un 10% de la superficie total protegida del país. En ese contexto, se propone priorizar la actualización del 58% de los planes que a día de hoy no se encuentran vigentes, con el fin de asegurar instrumentos de gestión adecuados a los actuales estándares de conservación, considerando que la conservación necesita de sistemas sólidos para su planificación, y a su vez tomando en cuenta la visión ciudadana. Desde entonces, se han registrado avances relevantes: la creación del **Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP)** en 2023 entregó un marco institucional sólido y metas concretas para este proceso. En 2024 se aprobó el Reglamento Orgánico del SBAP, que obliga a que toda nueva Área Protegida del Estado cuente con un plan de manejo en un plazo máximo de dos años, estableciendo además su actualización periódica cada cinco años. A su vez, en 2025 se aprobó el Reglamento de Planes RECOGE, que fija procedimientos técnicos y participativos para la recuperación y protección de especies amenazadas, fortaleciendo la planificación y el manejo adaptativo. Con estos avances, la gestión de las Áreas Protegidas se orienta cada vez más hacia un sistema sólido, participativo y alineado con estándares internacionales de conservación.

2.5. TIERRAS

En esta sección se presentan las propuestas que se desprenden de los resultados del capítulo de Degradación de las Tierras.

Para el cumplimiento de las metas de la Neutralidad de la Degradación de las Tierras (NDT) al año 2025, es fundamental que el país realice las siguientes acciones destinadas a evitar, reducir y evitar la degradación de las tierras con el objetivo de neutralidad (CONAF, 2017):

1) Crear programas de adaptación para la gestión de los recursos vegetacionales. A través de estos programas, el país debe promover la identificación de insumos clave para diseñar y ejecutar programas de forestación, revegetación, restauración y manejo forestal sustentable. Dichos programas se basan en la articulación y fortalecimiento de instancias nacionales ya existentes, orientadas al monitoreo de especies vegetales frente a la sequía, la elaboración de un plan integral de adaptación de los recursos vegetacionales al cambio climático, estudios dirigidos a dinámicas hidrológicas a nivel de cuencas, programas de conservación ex situ, así como mejoras en los métodos silviculturales de forestación, revegetación, restauración y manejo productivo, entre otras medidas. Al año 2025 Chile debe implementar estos programas en al menos 80 comunas del país. En este sentido, como avance, entre 2023 y 2025 el programa Siembra por Chile y la iniciativa +Bosques han incorporado componentes de restauración y adaptación, alcanzando a decenas de comunas con proyectos en curso.

2) Potenciar la reforestación y revegetación en comunas/áreas priorizadas. Esta iniciativa debe implementarse en terrenos públicos y privados seleccionados a través de instancias técnicas y participativas. Su propósito es que las forestaciones y revegetaciones se realicen principalmente con especies nativas, orientadas a proveer servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, regulación y carácter cultural. Estas acciones deben mantener un carácter permanente y estar respaldadas por la nueva Ley de Fomento Forestal. Para el año 2025, Chile debe reforestar y revegetar **140.000 hectáreas**. Desde 2023, los programas *Siembra por Chile* y el *Plan Nacional de Restauración* han avanzado en la plantación y manejo de miles de hectáreas, sin embargo no es posible ratificar aún el cumplimiento de la meta de 140.000 hectáreas.

3) Fomentar la restauración de ecosistemas afectados post incendios forestales. En este sentido, la iniciativa está enfocada en la implementación de proyectos de restauración ecológica en áreas públicas y privadas dañadas por incendios a nivel nacional. Su desarrollo se sustenta en el Programa Nacional de Restauración Ecológica, formalizado por CONAF en 2016, que establece entre sus lineamientos la recuperación de zonas afectadas que comprometen tanto recursos forestales como otros recursos vegetacionales. Para el año 2025, la meta es ejecutar proyectos de restauración post incendios que, en conjunto, abarquen **10.000 hectáreas acumuladas**. Tras los incendios de 2023 en el centro-sur, CONAF e INDAP, a través del programa +Bosques en colaboración con FAO, se implementaron proyectos de restauración de suelos y reforestación en áreas críticas, mostrando avances significativos en la línea planteada, no obstante las cifras en relación al objetivo propuesto al año 2025 no son verificables a través de los documentos publicados por los organismos respectivos.

4) Promover la silvicultura preventiva con énfasis en la interfaz urbana rural. Esta medida contempla la implementación de cordones de manejo preventivo en bosques nativos, plantaciones y otras formaciones vegetacionales, situadas en áreas públicas y privadas de la interfaz urbana rural. La silvicultura preventiva de incendios forestales busca anticiparse al riesgo de incendios forestales, reduciendo el daño potencial y limitando su propagación y extensión mediante labores silviculturales específicas. Actualmente, CONAF desarrolla un programa emergente en esta materia y, hacia 2025, se proyecta cubrir **8.000 hectáreas acumuladas** con estos cordones de manejo. Desde 2023, el *Programa de Silvicultura Preventiva* de CONAF ha sido reforzado en zonas de alta ocurrencia de incendios, especialmente en Biobío, Ñuble y La Araucanía.

5) Diseñar un modelo de ordenación forestal institucional enfocado en terrenos públicos y privados. La propuesta apunta al diseño de un modelo funcional de gestión forestal que responda tanto a las necesidades silviculturales de los bosques como a la presión multicausal sobre los recursos vegetacionales en el escenario de cambio climático. Algunos lineamientos técnicos básicos serán: Análisis territorial para focalizar los esfuerzos de fomento y asistencia técnica; Propuestas de manejo integral para predios o grupos de predios, que incorporen múltiples acciones (manejo silvícola, forestación, revegetación, restauración); Actividades extractivas ajustadas al crecimiento del bosque; Planificaciones de largo plazo, al menos de cinco años; Incorporación de todos los elementos de gestión privada y pública para lograr su funcionamiento adecuado, incluyendo la articulación de los instrumentos de fomento forestal, agrícolas, ganaderos y otros, bajo una lógica común y enfoque de manejo sustentable de la tierra. Para 2025, se espera haber diseñado y ejecutado planes de ordenación en terrenos públicos y privados que cubran 70.000 hectáreas acumuladas.

6) Fortalecer el programa de dendroenergía y a la matriz energética del país. En el marco de la Estrategia de Dendroenergía de CONAF, se están ejecutando proyectos integrales de gestión forestal cuyo principal objetivo es producir leña certificada para abastecer la demanda de centros de consumo en comunas priorizadas. Esta medida contempla acciones como el desarrollo de planes prediales de manejo sustentable de bosques bajo criterios de ordenación, la implementación de centros de acopio y secado de leña, la creación de sistemas de encadenamiento productivo y comercio justo, así como la certificación de la leña. Para el año 2025, se espera que los proyectos de gestión forestal se extiendan a **16.000 hectáreas acumuladas**. Como avance, desde 2023 se han consolidado centros de acopio y certificación en la zona sur, vinculados a la implementación de la Ley N.º 21.499 sobre biocombustibles sólidos.

7) Elaborar franjas de amortiguación para actividad ganadera. El objetivo de esta medida es regular el uso de sitios fiscales destinados al pastoreo, con el fin de reducir el impacto del ganado sobre áreas de valor para la conservación o como sumideros de carbono. La implementación de estas zonas de manejo incluye un programa de asistencia dirigido a propietarios de predios colindantes con áreas protegidas, incluidas las Reservas de la Biósfera. Al año 2025, se espera haber diseñado y ejecutado franjas de amortiguación que abarquen un total acumulado de **800 hectáreas**. En este ámbito, los avances no han sido significativos, la meta propuesta no tiene evidencia sustancial que revela un progreso relevante en esta materia.

8) Fortalecer el Programa de protección fitosanitaria de los recursos vegetacionales nativos. A través de esta medida se busca fortalecer institucionalmente la capacidad de respuesta frente a la desertificación, la degradación de las tierras, la sequía y el cambio climático, mediante el desarrollo y aplicación de programas nacionales de prevención y control de plagas, con énfasis en recursos nativos y en esquemas de manejo integrado de plagas forestales. Para el año 2025, se proyecta realizar la prospección y monitoreo de recursos vegetacionales en un total de **300.000 hectáreas acumuladas**. Durante los años correspondientes al periodo 2023-2025, la CONAF y el SAG han fortalecido los sistemas de monitoreo de plagas exóticas y nativas, incorporando nuevas metodologías de prospección y vigilancia temprana (CONAF, 2024).

En la actualidad, el seguimiento de las metas NDT establecidas en el período mencionado anteriormente, en relación a la materia referida en este apartado, evidencia avances institucionales relevantes, particularmente en los casos de programas de restauración, silvicultura preventiva, dendroenergía y fortalecimiento fitosanitario, los cuales son liderados por la CONAF y otros organismos públicos. No obstante, las metas numéricas comprometidas en el caso de cada propuesta —como la reforestación de 140.000 hectáreas, la restauración post incendios de 10.000 hectáreas o la implementación de 80 comunas con programas de adaptación— no pueden ser ratificadas en su totalidad con la información pública disponible. Los registros evidencian un progreso parcial y un enfoque de orientación a largo plazo en esta materia, sin embargo no permiten constatar el cumplimiento íntegro de los objetivos fijados para el año 2025.

Más allá de las medidas que el país se ha propuesto cumplir al año 2025, se sugiere que el país adopte una "**Gestión Sostenible de las Tierras Secas**", es decir implementar un proceso que cuenta con **cinco principales ejes: a) cultivos sostenibles** lo que trae consigo eliminar de la matriz económica la agricultura convencional dando paso a otros tipos de agricultura que se enfoquen en proteger el suelo, como lo es la agricultura natural u orgánica; **b) gestión de pastizales**, la que implica que el pastoreo sea efectuado por especies herbívoras adaptadas a las condiciones propias de cada territorio; **c) seguridad hídrica**, lo que significa resguardar el agua para la subsistencia humana y de los ecosistemas a partir de un manejo integrado del recurso hídrico; **d) incentivos políticos**, que incidan en una modificación del marco institucional y político que rige a un determinado país acoplándolo a los nuevos desafíos globales, entre ellos el cambio climático; y **e) investigación**, con estudios que combinen los saberes locales con los conocimientos científicos para reconocer las tecnologías más óptimas de usar en las zonas secas.

2.6. ECOSISTEMAS MARINOS Y DEL BORDE COSTERO

En la presente sección se detallan las propuestas que se pueden extraer de los resultados del capítulo de "Ecosistemas Marinos y del Borde Costero".

1) Dictar normas de calidad secundaria para aguas y sedimentos marinos. Para optimizar la gestión de la red de Áreas Protegidas y Áreas Marinas Protegidas, resulta esencial contar con normas de calidad secundaria que favorezcan la conservación y preservación de los ecosistemas acuáticos marinos y de los servicios ecosistémicos que proveen, mediante la mantención o el mejoramiento de la calidad de sus aguas y sedimentos. Actualmente, el único instrumento normativo formalizado corresponde a la Bahía de Quintero–Puchuncaví, que establece normas secundarias de calidad ambiental para aguas marinas y sedimentos en esa zona. A partir de este hito, se ha avanzado en la protección de otros territorios: en octubre de 2024, el Ministerio del Medio Ambiente presentó un instrumento regulatorio que fija concentraciones máximas permitidas para 17 parámetros —incluyendo metales y compuestos orgánicos— en seis áreas de vigilancia dentro de la bahía, fortaleciendo así su fiscalización. Estos avances abren la vía para ampliar este modelo de regulación a otras zonas costeras, considerando sus particularidades ecológicas y usos económicos, y establecer un marco que permita avanzar hacia futuros Planes de Prevención y Descontaminación de Aguas y Sedimentos Marinos.



2) Priorizar la elaboración de una Ley de Costas. La necesidad de contar con una Ley de Costas en Chile se mantiene vigente, dado que el país requiere un marco normativo integral que permita enfrentar los desafíos de gobernanza del siglo XXI, especialmente frente al cambio climático y el desarrollo sostenible. Actualmente, el proyecto ha avanzado: en la Comisión Nacional de Uso del Borde Costero se acordó reemplazar el concepto de borde costero por el de zona costera, alineando la visión regulatoria hacia una perspectiva más integral. Adicionalmente, esta futura ley debe regirse bajo una serie de principios entre los que se encuentran: **a)** enfoque de gestión integrada de zonas costeras; **b)** enfoque ecosistémico, **c)** enfoque de reducción del riesgo de desastres; **d)** interculturalidad; **e)** coordinación y cooperación; **f)** justicia ambiental, **g)** participativo; **h)** precautorio; **i)** preventivo. En los últimos años se han registrado avances que preparan el camino para esta futura ley: por un lado, continúa en trámite legislativo la propuesta de perfeccionamiento de la Ley Lafkenche, que busca compatibilizar los derechos consuetudinarios de los pueblos originarios con otros usos del espacio costero; y, en paralelo, en 2025 se inició la formulación de una Guía Metodológica para la Zonificación de Usos del Borde Costero, impulsada por el Ministerio del Medio Ambiente junto a otras instituciones públicas, que incorpora enfoques como la Evaluación Ambiental Estratégica y la Planificación Espacial Marina. Ambos procesos reflejan un avance hacia una gestión costera más integrada y participativa, aunque todavía falta consolidar estos esfuerzos en una Ley de Costas que defina principios claros, establezca una Política Nacional Costera y asegure la protección de los ecosistemas litorales más frágiles.

3) Articular las zonificaciones costeras con los Instrumentos de Planificación Territorial. Es necesario avanzar hacia zonificaciones costeras vinculantes que incluyan criterios específicos para los territorios costeros, ya que los instrumentos actuales de regulación del uso del suelo (Plan Regulador Comunal, Plan Regulador Intercomunal) no los consideran. Aunque la Zonificación del Uso del Borde Costero todavía mantiene un carácter no vinculante, nada impide que una futura ley le otorgue fuerza obligatoria (Precht et al., 2016). En este sentido, como se expuso en el punto anterior, la Comisión Nacional de Uso del Borde Costero acordó reemplazar el concepto de “borde costero” por el de “zona costera”, modificando el carácter de este concepto.

4) Conformar una red de trabajo para enfrentar los impactos del cambio climático y la acidificación marina. Se plantea destinar los recursos económicos y sociales necesarios para establecer una red integrada por científicos y técnicos de diversas áreas de especialización, que abarquen tanto las ciencias naturales como el desarrollo tecnológico. Su finalidad será analizar los efectos del cambio climático y de la acidificación en el territorio costero del país, con el objetivo de proponer medidas de mitigación y adaptación en esta materia. Esta instancia debería constituirse como un espacio de articulación entre la comunidad científica y los usuarios de los recursos marinos afectados. Para lograrlo, resulta fundamental contar con apoyo estatal y privado, así como con la participación de especialistas en escalas regionales y locales que permitan abordar problemáticas específicas en zonas más acotadas. De igual forma, la red deberá garantizar el acceso público a datos provenientes de sistemas estuarinos, costeros y oceánicos, junto con productos informativos vinculados al manejo de pesquerías y a la actividad acuícola.

5) Fortalecer la evaluación ambiental de proyectos de desalinización de agua de mar. Teniendo en cuenta que el uso de agua de mar para propósitos de enfriamiento y desalinización, y su posterior descarga hacia el mar, provoca efectos negativos en la flora y fauna marina, se propone robustecer la evaluación de impacto ambiental de este tipo de iniciativas destinadas a la desalinización de agua de mar. En esa línea, se requiere contar con un marco legal que obligue a estos proyectos a ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. En relación a este punto se encuentra el proyecto de ley "sobre uso de agua de mar para desalinización" (Senado, 2022b). Por lo tanto, es primordial que esta evaluación no solo considere los impactos aislados, sino también los acumulativos que pueden generar en los ecosistemas marinos y costeros, junto con la incorporación de mejores tecnologías que mitiguen su efecto (Soto y Ramírez, 2022). En este sentido, se han registrado avances relevantes: a fines de 2023 se otorgaron facultades al Ministerio de Obras Públicas para desarrollar infraestructura hídrica, incluyendo plantas desalinizadoras, priorizando el consumo humano y la sostenibilidad ambiental; además, en 2024 el proyecto de ley mencionado previamente avanzó en el Congreso, proponiendo la incorporación obligatoria de estas instalaciones al SEIA. Estos progresos institucionales marcan un paso importante hacia una regulación más integral de la desalinización en Chile.

En síntesis, tal como se señala en el **capítulo 6** de la segunda parte de este Informe, resulta urgente avanzar en una planificación diligente del desarrollo y la urbanización costera, orientada a la sostenibilidad y a la seguridad de las comunidades humanas, junto con asegurar la conservación y viabilidad de los ecosistemas costeros. Para ello, es indispensable implementar medidas que detengan su degradación y promuevan su restauración.

2.7. MINERÍA

En esta sección se presentan las propuestas extraídas de los resultados del capítulo de "Minería".

1) Efectuar una gestión hídrica sustentable. Este constituye un eje estratégico central en las políticas ambientales del sector minero, especialmente bajo el contexto actual de crisis climática y sus impactos asociados. En este marco, se busca fortalecer la incorporación de tecnologías innovadoras para enfrentar la crisis hídrica, como las plantas desalinizadoras, junto con la consolidación de sistemas de monitoreo permanente y transparente entre instituciones públicas y privadas. El objetivo es garantizar un acceso oportuno y confiable a la información a nivel de cuenca, favoreciendo una gestión más eficiente del recurso hídrico en beneficio de las comunidades y de los diversos usos necesarios para asegurar el buen vivir. En esta línea, un avance relevante ha sido la promulgación de la Ley 21.639 en el año 2023, la cual previamente fue mencionada en el informe, otorga facultades al Ministerio de Obras Públicas a desarrollar proyectos de desalación, lo que ha permitido agilizar la implementación de estas soluciones para enfrentar la crisis hídrica.

2) Definir una hoja de ruta hacia la carbono neutralidad. Este se ha consolidado como un eje estratégico relevante en el marco de los acuerdos internacionales. El enfoque principal está en continuar impulsando la transición hacia energías limpias en la cadena de procesos del mineral, lo que permitiría otorgar al principal sector económico del país una certificación sustentable y baja en emisiones, posicionando a Chile como un referente minero a nivel internacional.

3) Fomentar la adaptación al cambio climático. Es indispensable implementar medidas que permitan enfrentar los impactos de la crisis climática, considerando que la minería ha sido históricamente uno de los motores del crecimiento económico en Chile y, para mantener su vigencia, debe avanzar hacia procesos cada vez más sustentables. En este sentido, resulta prioritario potenciar la elaboración e implementación del Plan Sectorial de Adaptación al Cambio Climático, el cual aún no ha sido publicado. Entre los elementos claves que debe incluir un futuro plan de esta índole, se encuentran medidas específicas para disminuir los riesgos que representan los eventos climáticos sobre los relaves en situación de abandono, identificados en el catastro desarrollado por SERNAGEOMIN (Mesa Técnica Sectorial de Adaptación Sector Minería, 2020).

4) Potenciar la generación de conocimientos e información. El sector minero debiera contemplar, dentro de sus objetivos a largo plazo, el impulso a nuevas investigaciones, la innovación, la transferencia tecnológica y la capacitación de su personal, con el fin de estar mejor preparado frente a los impactos de la crisis climática y ecológica. Un ejemplo relevante de una medida al efecto, corresponde a la asignación de recursos para fortalecer los estudios sobre glaciares, dada su importancia estratégica como fuente de agua para el consumo humano, la agricultura y las propias faenas mineras (Mesa Técnica Sectorial de Adaptación Sector Minería, 2020). En esta misma dirección, el Plan Sectorial de Cambio Climático para Minería (2024) incorporó como eje prioritario la investigación y el monitoreo de glaciares, consolidando el compromiso institucional del país con la protección de estos ecosistemas y su rol en la seguridad hídrica (Ministerio de Minería, 2024).

5) Promover el involucramiento ciudadano en la elaboración e implementación de proyectos mineros. Un cambio en el modelo de desarrollo requiere impulsar de manera decidida la participación de las comunidades locales en las fases de diseño e implementación de los proyectos mineros, tanto públicos como privados. Este enfoque permite disminuir la probabilidad de conflictos socioambientales y avanzar hacia una gobernanza más legítima (Mesa Técnica Sectorial de Adaptación Sector Minería, 2020). La participación ciudadana, idealmente, debiese evolucionar hasta adquirir un carácter vinculante, otorgando a los territorios la capacidad de decidir de forma definitiva sobre la instalación de estas iniciativas. Asimismo, es imprescindible asegurar la inclusión y consulta de los pueblos indígenas cuando corresponda, en concordancia con los compromisos nacionales e internacionales en materia de derechos colectivos.

6) Desarrollar un modelo de Economía Circular para la industria minera. Un sexto eje plantea la necesidad de transitar desde un modelo económico lineal, basado en extraer, utilizar y desechar los recursos, hacia un enfoque de economía circular que utilice y optimice los flujos y stocks de materiales, energía y residuos propios de la actividad minera (Mesa Técnica Sectorial de Adaptación Sector Minería, 2020). Frente a esta necesidad, dentro del informe de Política Nacional Minera 2050, se integra la economía circular como uno de sus ejes estratégicos, enfatizando la eficiencia hídrica y energética en procesos extractivos y de fundición (Ministerio del Medioambiente, 2021). Este cambio debe aplicarse de manera prioritaria en la gestión eficiente de los recursos hídricos y energéticos. Además, el diseño e implementación de este nuevo modelo minero debe incorporar instancias de participación ciudadana, tal como lo establece el eje anterior.

2.8. ASENTAMIENTOS HUMANOS

En esta sección se presentan las propuestas extraídas de los resultados del capítulo sobre "Asentamientos Humanos".

1) Elaborar los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial. Una de las principales deficiencias que persisten en materia de asentamientos humanos y planificación territorial es la limitada implementación de los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial (PROT). Si bien en 2022 se aprobó el Decreto Supremo N° 243, que establece los procedimientos para la elaboración, evaluación y actualización de los PROT, aún se requiere **avanzar en su aplicación práctica** y en la disposición de los recursos económicos y humanos necesarios para que todas las regiones del país cuenten con este instrumento. Estos planes resultan fundamentales, ya que orientan el desarrollo regional a través de lineamientos estratégicos y una microzonificación territorial, identifican áreas de localización preferente para infraestructura y actividades productivas, y reconocen zonas bajo protección oficial. Cabe recordar, además, que este instrumento es de carácter obligatorio para los ministerios y servicios públicos que operan en cada región.

2) Modificar el Decreto Ley N° 3.516, que establece normas sobre división de predios rústicos. Como se señaló en el capítulo de Asentamientos Humanos, el incremento de parcelas de agrado en sectores rurales bajo el marco del Decreto Ley N° 3.516 ha generado una creciente presión sobre el medio natural, particularmente en el sur del país, donde se han registrado procesos de deforestación del bosque nativo, disminución de los servicios ecosistémicos de los humedales y, en general, una reducción de la biodiversidad. Frente a esta situación, se ha propuesto modificar dicho decreto para incorporar criterios de protección y conservación ambiental, que permitan mitigar los impactos asociados a la subdivisión de predios rústicos. En este ámbito, se han dado algunos avances institucionales: en 2022 se promulgó la Ley N° 21.458, que introdujo ajustes al DL 3.516 en materia de acceso y caminos en comunidades rurales, mejorando aspectos de ordenamiento y gestión de las subdivisiones; además, en 2023 ingresó al Congreso un proyecto de ley (Boletín N° 16.342-14), actualmente en tramitación, que busca modificar el decreto en lo referido a la subdivisión de inmuebles por herederos. Si bien estas iniciativas no abordan de forma concreta los criterios ambientales planteados, constituyen un primer paso en el proceso de revisión del marco normativo aplicable a la división de predios rústicos.

3) Potenciar la Planificación Ecológica de los Territorios. Una de las principales vías para fortalecer la integración de la dimensión ambiental en el ordenamiento del territorio es la elaboración de una Planificación Ecológica, destinada a orientar la formulación y actualización de los instrumentos de planificación territorial, tales como los Planes Reguladores Comunales, Intercomunales, Metropolitanos y los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial. Originalmente impulsada bajo el alero del proyecto de ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas, esta propuesta se consolidó con la aprobación de la Ley 21.600 en 2023, cuyo artículo 28 establece la obligación de elaborar periódicamente una planificación ecológica a nivel nacional. Este instrumento debe identificar sitios prioritarios de conservación en distintas escalas, reconocer los usos del territorio conforme a la normativa vigente, señalar procesos y actividades con posibles efectos negativos sobre la biodiversidad y proponer buenas prácticas que permitan compatibilizar los diferentes usos del territorio con la preservación de los ecosistemas.

Considerando que las ciudades son el principal espacio donde se desarrolla la vida de las personas, resulta indispensable que cuenten con condiciones mínimas de sustentabilidad e infraestructura que aseguren la protección del entorno en el que habitan. En este marco, el ordenamiento territorial adquiere un papel central, pues a través de sus instrumentos se definen las vocaciones del territorio, el uso de los recursos naturales y la hoja de ruta para su desarrollo futuro (Gumucio et al., 2022). Asimismo, es fundamental que la ciudadanía participe activamente en la definición de los usos del territorio, garantizando que las decisiones respondan a las necesidades locales y promuevan un desarrollo equilibrado.

2.9. ENERGÍA

En este apartado se mencionan las propuestas que se desprenden de los resultados del capítulo de Energía.

1) Inversión en proyectos de investigación y desarrollo. Para lograr una alta participación de las ENRC y cumplir con los objetivos institucionales, tanto a nivel nacional como internacional, resulta esencial fortalecer la inversión en proyectos de I+D. Estos permiten generar innovación y eficacia tecnológica en el sector energético, consolidando así el rol más protagónico de las ERNC dentro de la matriz energética nacional. Tal como se presenta el panorama actual hay indicios favorables, aunque no se puede pensar de manera autárquica o behaviorista en la materia, ya que el tema de la energía es crucial en estos tiempos de globalización. En este marco, se presenta como un avance en esta materia el Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático para Energía (2024), incorporó líneas estratégicas específicas para la promoción de la innovación tecnológica y el desarrollo de los proyectos mencionados previamente, orientados a una transición energética baja en emisiones (Ministerio de Energía, 2024).

2) Descentralización del sistema energético. La descentralización del sistema energético continúa siendo un punto clave para garantizar la accesibilidad equitativa y el desarrollo regional, evitando la concentración de en un sistema centralizado. Resulta fundamental para el desarrollo del sistema energético en todos sus niveles, la existencia de un sistema que permita la descentralización tanto de su uso, como de su fuente, de su manejo, etc. Esto debido a que a través de un sistema descentralizado se podría mejorar la accesibilidad de la energía para todas las personas y el tratamiento de problemas específicos para cada región. Un avance significativo en esta línea es la consolidación del Programa "Comuna Energética", el cual se puede visualizar como un ejemplo que ha permitido a municipios y comunidades, la implementación de proyectos locales de energía renovable, lo cual aumenta su autonomía y fortalece la resiliencia de las regiones frente a los desafíos energéticos y climáticos.

3) Inclusión de criterios de sustentabilidad en el sector energético. Es crucial para la situación ecológica mundial esta línea estratégica, cosa que ya ha ratificado Chile mediante acuerdos y el establecimiento de metas de logro con respecto al sector energético. Por esto, todas las decisiones que se realizan en torno a la energía deben tener como pilar un enfoque sustentable desde el punto de vista de las amenazas del calentamiento global, del cual Chile es un país que se está viendo afectado de manera significativa. En este sentido, el Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático para Energía mencionado anteriormente, en concordancia con la Ley de Marco de Cambio Climático (Ley 21.445), consolidó la incorporación de criterios de sustentabilidad en la planificación energética nacional. Por ende, este plan establece metas de mitigación de emisiones y acciones de adaptación, garantizando que las decisiones del sector energético consideren de forma prioritaria el resguardo ambiental y la reducción de los impactos del cambio climático.

4) Promover la implementación de la Ley de Biocombustibles Sólidos. El 04 de noviembre de 2022 fue publicada en el Diario Oficial la Ley N° 21.499 que regula los biocombustibles sólidos. De acuerdo con la presente ley, establece que todo biocombustible sólido que se comercialice en el país debe cumplir con especificaciones técnicas mínimas de calidad. En virtud de lo dispuesto en esta ley, resulta esencial que el Ministerio de Energía de paso a la elaboración del **Plan Nacional para la Modernización del Mercado de los Biocombustibles Sólidos**, el cual debe contemplar medidas como: **a)** planes de acompañamiento a los pequeños productores y asociatividad entre éstos; **b)** fomento de la certificación de los Centros de Procesamiento de Biomasa y de la inscripción de los Centros de Procesamiento de Biomasa y comercializadores; **c)** coordinación entre los programas de reacondicionamiento térmico de viviendas; **d)** recambio de artefactos residenciales e institucionales; **e)** las medidas atingentes a calefacción contempladas en los PPDA y otras políticas públicas relacionadas con la comercialización, la información y estadísticas relativas a ésta, y el uso de biocombustibles sólidos; y **f)** metas y objetivos a nivel nacional, regional o local, considerando plazos y gradualidad en su cumplimiento. Sin embargo, hasta la fecha no se registran avances significativos en esta materia, más allá del inicio del proceso de reglamentación con consultas públicas en 2024-2025, permaneciendo pendiente la publicación oficial del Plan Nacional.

5) Elaborar una Política energética basada principalmente en Energías Renovables no Convencionales. El cambio en el modelo de desarrollo exige la construcción de una política energética nacional basada principalmente en las ERNC. Esto resulta especialmente pertinente considerando que Chile importa gran parte de la energía primaria de su matriz, lo que hace aún más necesario aprovechar el potencial que ofrecen las fuentes renovables, no sólo en términos ambientales, sino también como oportunidad de negocio. La amplia disponibilidad nacional de ERNC y ERC refuerza esta posibilidad. Una política de promoción en este ámbito debe involucrar al Estado, al sector privado y a la ciudadanía. Entre las medidas posibles se encuentran campañas de fomento del uso de paneles solares en viviendas y edificios, así como la aplicación responsable del principio de eficiencia energética, evitando el derroche y los consumos innecesarios. Una estrategia integral de este tipo permitiría ampliar la cobertura energética de manera sustentable en los hogares. Además, dado su carácter transversal, la energía debe abordarse desde múltiples perspectivas —género, infancia, marginalidad— para garantizar que las medidas implementadas consideren a todos los habitantes del país, asegurando acceso equitativo y calidad en el suministro. En este ámbito, los avances han sido significativos: en 2024, las ERNC alcanzaron un 41 % de la generación eléctrica en el primer trimestre y el país cerró el año con un 59 % de su capacidad instalada en energía solar y eólica (Ministerio de Energía, 2024).

Más allá de las propuestas, no debe olvidarse que existe una marcada tendencia mundial a resistirse al abandono de los combustibles fósiles, principalmente carbón y petróleo. Esta situación responde a los múltiples intereses en juego, pues numerosos países sostienen gran parte de su economía en la exportación y uso de estos recursos, como ocurre con Arabia Saudita, o mantienen su poder geopolítico a partir de su influencia en la matriz energética de otros Estados, como es el caso de Rusia. A nivel regional, ejemplos cercanos son Argentina y Bolivia, que poseen un considerable potencial en materia de gas natural.

La magnitud del poder económico y político que se concentra en estas industrias explica la reticencia de los Estados a reducir su dependencia de los recursos fósiles para su propio desarrollo. En este sentido, la mutación en el perfil energético no es un tema de euforias, sino de *realpolitik*.

Una transición energética acelerada o precipitada, al margen de las presiones dialécticas que realizan los sectores productores y distribuidores, movidos por sus intereses, es algo que debe ser impulsado con los recaudos del caso, sobre todo porque estamos hablando de procesos de largo plazo que tendrán expresión solo en el mediano, en el mejor de los casos (Salazar, 2022). El sector energético es activo como lo prueban sus reacciones rápidas y contundentes frente a cambios en lo que llaman “reglas del juego” aplicables al sector (Munita, 2022).

Una transición energética apresurada, al margen de las presiones dialécticas ejercidas por los sectores productores y distribuidores —guiados por sus propios intereses—, debe ser impulsada con cautela, considerando que se trata de procesos de largo plazo, cuyos efectos se evidenciarán en el mediano plazo en el mejor de los casos (Salazar, 2022). El dinamismo del sector energético es activo como lo prueban sus reacciones rápidas y contundentes frente a cambios en lo que llaman “reglas del juego” aplicables al sector (Munita, 2022).

Por su parte, los productores de energías renovables demandan mayor flexibilidad para integrarse al sistema interconectado, condiciones de equidad acordes con sus aportes a la sustentabilidad y el respaldo del Estado para evitar los bloqueos que los sectores tradicionales más poderosos —como los vinculados a combustibles fósiles, grandes hidroeléctricas o biomasa— pudieran ejercer para limitar su expansión en los mercados.

2.10. DESASTRES SOCIONATURALES

En el presente apartado el conjunto de propuestas de políticas públicas relativas a los desastres socio-naturales, y que se extraen del capítulo con nombre homónimo.

En el contexto del ”cambio estratégico” del estilo de desarrollo predominante, Chile debe realizar acciones específicas en las siguientes líneas fundamentales:

1) Reforzar la profesionalización y descentralización del Sistema Nacional de Protección Civil, convocando a los principales actores del Estado y del sector privado para generar un entorno de apoyo a las acciones de prevención y respuesta ante desastres. Cada actor debe contar con un “rol decidido, conocido y entrenado”. Para ello, resulta clave disponer de recursos extraordinarios que se apliquen de manera urgente en cada región o macrorregión del país. De esta forma, la respuesta territorial debe consolidarse como el esquema prioritario frente a situaciones de crisis.

2) Sistematizar, organizar y constituir un “todo coherente” del conjunto de las investigaciones, hallazgos y formulaciones científicas y tecnológicas de la comunidad científica. En particular, es relevante la sistematización de “experiencias desastrosas”, con sus enseñanzas, críticas y tareas pendientes. De este modo, tanto la prevención como la respuestas deberán sustentarse en un conocimiento científico robusto. Estas instancias deben constituirse como comisiones permanentes de consulta para la toma de decisiones estratégicas específicas en eventuales desastres.

3) Incluir los riesgos de desastres socionaturales en el Ordenamiento Territorial. Es urgente la adopción de acciones fundamentales en el ámbito del Ordenamiento del Territorio, esto debe concretarse a través de los instrumentos definidos por los Gobiernos Regionales, bajo la supervisión técnica del Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Resulta prioritario establecer “zonas de riesgo” en el corto plazo, a lo menos en aquellos lugares donde los desastres pasados han evidenciado amenazas claras, como en áreas costeras expuestas a tsunamis, quebradas y cauces de ríos, zonas boscosas críticas u otros territorios que requieren restricciones de uso debido a su vulnerabilidad.

4) Acción regional para el enfrentamiento de desastres socionaturales. Es imprescindible que cada Gobierno Regional avance con urgencia en la elaboración de mapas de riesgo que abarquen todo su territorio, con especial énfasis en ciudades y asentamientos humanos principales. Estos instrumentos deben incorporarse como insumos esenciales a nivel comunal, sirviendo de base para definir acciones preventivas y medidas de preparación ante desastres previsibles. Asimismo, los Gobiernos Regionales deben establecer de inmediato Comités Interministeriales de prevención y acción frente a emergencias.

5) Catastrar al conjunto de las empresas productivas principales en el territorio de cada región. Es fundamental levantar un catastro de las principales empresas productivas en cada región del país, con el fin de definir el rol que deberán desempeñar en la prevención y manejo de desastres. Este registro permitirá comprometer acciones concretas para asegurar la continuidad de la producción, el abastecimiento y, en caso necesario, apoyar las labores de remediación y reconstrucción frente a emergencias de gran magnitud.

2.11. GESTIÓN AMBIENTAL

La acción ambiental debe concebirse como una **política de Estado** con perspectiva de largo aliento, fundamentada en acuerdos políticos estables y consensuados, en lugar de ser objeto de "debates confrontacionales". Aunque recientemente se ha avanzado en esta línea (ej. Ley de Cambio Climático), persisten tensiones históricas, hoy centradas en el debate sobre la **"permisología"**: la necesidad de equilibrar los complejos procesos de aprobación de inversiones con la protección ambiental.

La existencia de una institucionalidad más robusta y una mayor participación social están ayudando a transitar desde la disyuntiva "sí o no" a la pregunta de **"bajo qué condiciones"** se aprueba un proyecto. Son la gravedad de la crisis ambiental y los desastres socionaturales los que fuerzan esta consolidación como "temática de Estado", exigiendo una mayor coordinación público-privada y ciudadana. En este marco, la profesionalización de las agencias públicas ha sido clave, permitiendo que las decisiones se basen cada vez más en **evidencias científicas** por sobre meros prejuicios.

En esta sección se presentan y se sugieren un conjunto de elementos que deberían formar parte de una futura **política de gestión ambiental** del país.

2.11.1. VISIÓN

Como visión, se plantea que la **Política de Gestión Ambiental (PGA)** oriente las acciones de los sectores público, privado y de la sociedad civil, con el fin de impulsar el desarrollo ambientalmente sustentable del país.

Para ello, los principios de **Articulación Ambiental, Multiescalaridad, Sustentabilidad, Participación Ciudadana, Transparencia y Transferencia Ambiental y Resiliencia Territorial**, se reconocen como prerrequisitos esenciales para establecer un proceso de gestión ambiental integral. Dicho proceso debe propender al uso racional de los recursos naturales, la conservación de los atributos ambientales que fortalecen la resiliencia de los ecosistemas y la promoción de un desarrollo humano que conciba al medio ambiente como la base que sustenta y posibilita la vida.

Corresponde al Estado garantizar la implementación y cumplimiento de la PGA, bajo un enfoque de gobernanza territorial sistémico y estratégico que fomente la coordinación e integración horizontal y multinivel entre los actores del territorio.

2.11.2. PRINCIPIOS

Los principios rectores, que deberían inspirar a la PGA y orientar su implementación, corresponden a los siguientes:

a) Articulación ambiental: Propende a la coordinación horizontal de los actores territoriales de una determinada escala con el objeto de asegurar instancias de encuentro y concertar acciones para la administración del medio ambiente y el resguardo de su integridad.

b) Multiescalaridad: Impulsa la **integración** de la **escala** nacional, regional, provincial, comunal y local, con el fin de fortalecer la administración y regulación del medio ambiente en todos los niveles.

c) Participación ciudadana: El Estado tiene el deber de garantizar mecanismos que aseguren la participación vinculante de toda persona o agrupación de personas en la gestión ambiental, tanto a nivel nacional como en los ámbitos regionales y locales.

d) Transparencia y transferencia ambiental: Es deber del Estado facilitar y difundir de forma adecuada y oportuna la información ambiental, promoviendo la difusión y sensibilización en la materia, reduciendo las asimetrías de información, mediante un intercambio bilateral entre el conocimiento local e institucional.

e) Sustentabilidad: Promueve el **desarrollo integrado** de las dimensiones ambientales, sociales, económicas y culturales de los territorios, reconociendo estos últimos como **unidades complejas** y únicas.

f) Resiliencia territorial: Promueve la capacidad de los **territorios** para adaptar **su identidad y mantener su funcionalidad** ante perturbaciones **exógenas** propias de las relaciones de exterioridad que establece.

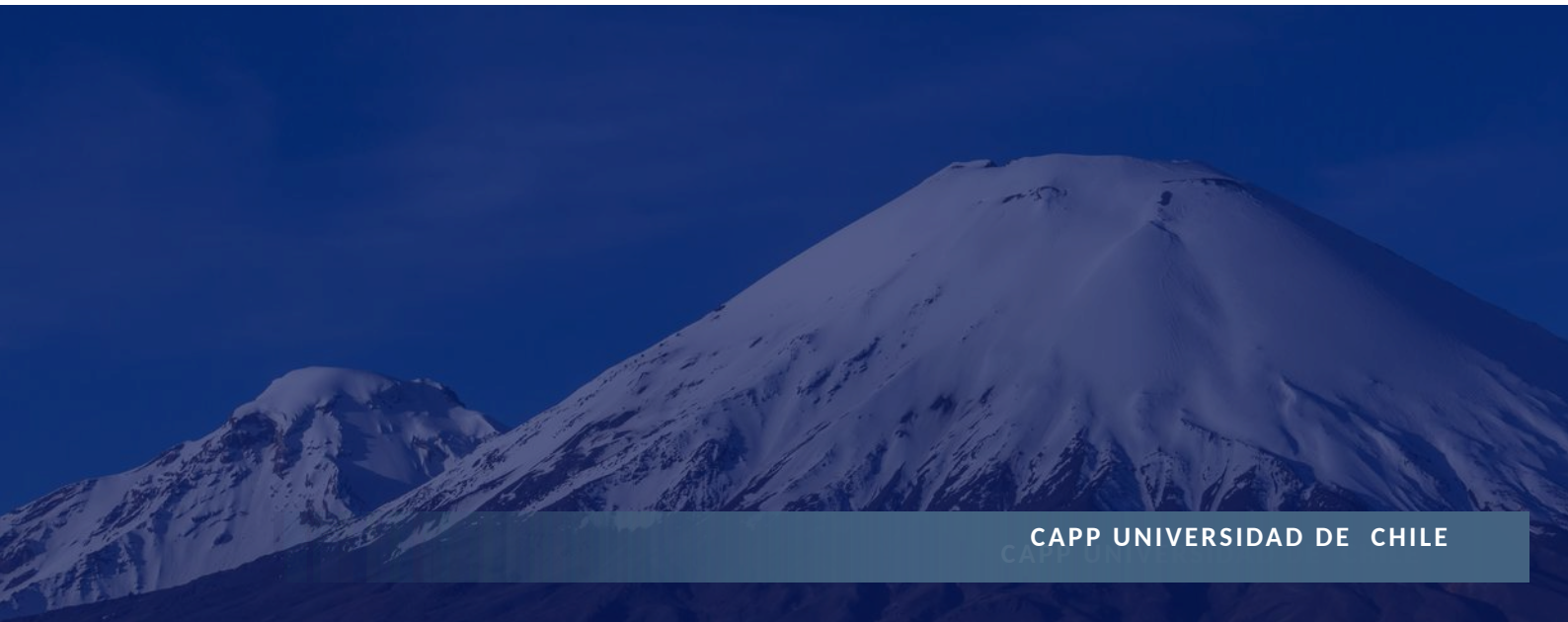
2.11.3. EJES Y OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

En el **Cuadro 2.2**. Se presentan los ejes y objetivos estratégicos propuestos. Tal como ocurrió con la propuesta de la calidad del aire, este conjunto de ejes no se encuentra ordenado según relevancia.



Cuadro 2.2. Ejes y objetivos estratégicos de la propuesta de política de gestión ambiental.

Eje estratégico	Objetivo estratégico	Avances período 2023-2025
1. Institucionalidad ambiental para el desarrollo sustentable	1.1. Constituir un Comité Interministerial para la Planificación y Gestión Sustentable, encargado de formalizar los mecanismos de implementación y supervisión de los instrumentos de gestión ambiental.	En 2023 se creó el Comité Interministerial de Transición Socioecológica Justa, constituyendo un precedente institucional alineado con los objetivos de coordinación en planificación y gestión sustentable.
	1.2. Constituir Comités Regionales y Locales para la Planificación y Gestión Sustentable.	No hay avances significativos que demuestren un desarrollo concreto en esta materia.
	1.3. Asegurar los recursos económicos y técnicos para el funcionamiento de cada comité para la planificación y gestión sustentable.	Entre 2023 y 2025, los avances se han concentrado en fortalecer las capacidades técnicas de los comités, como lo son el caso de las guías “PER” Y “PRELO”, persistiendo un rezago en la asignación de recursos económicos suficientes.
	1.4. Definir los roles y funciones de cada uno de los integrantes del Comité.	Aunque no se constituyó el Comité Interministerial de Planificación y Gestión Sustentable, se definieron roles y funciones en el Comité de Consumo y Producción Sustentables en 2024.



2. Desarrollo de redes regionales y locales tripartitas para la gestión del medio ambiente.	2.1. Articular e implementar instancias de encuentro tripartitas entre el Estado, el sector privado y la sociedad civil.	Bajo la Ley Marco sobre Cambio Climático, el Ministerio del Medio Ambiente impulsó mesas de trabajo tripartitas en regiones como Biobío y Los Lagos, integrando Estado, empresas y sociedad civil en la gestión ambiental participativa.
	2.2. Definir los roles y funciones de cada uno de los actores territoriales en base a las componentes ambientales y sociales.	La Guía Metodológica para la Elaboración de los Planes de Acción Comunal de Cambio Climático, orientaron y definieron funciones diferenciadas de actores territoriales, fortaleciendo su rol en componentes ambientales y sociales de la gestión regional.
	2.3. Esquematizar y priorizar las principales problemáticas medioambientales regionales, comunales y locales.	Hasta 2025, cuatro regiones cuentan con Planes de Acción Regional de Cambio Climático, y comunas como las de Los Ríos avanzaron en la implementación casi total de sus PACCC.
	2.4. Elaborar e implementar un plan de acción para las principales problemáticas medioambientales.	La elaboración de planes de acción comunales registra progresos, como se evidencia en el caso de la región de Los Ríos, donde todas las comunas ya cuentan con sus PACCC.



3. Manejo integrado del territorio que propenda a la protección y/o conservación de los recursos naturales y sus ecosistemas, y al desarrollo sustentable de las actividades productivas.	3.1. Caracterizar el estado de los instrumentos de conservación, restauración y preservación de los recursos naturales y ecosistemas.	Durante 2023–2025, Chile fortaleció la institucionalidad ambiental mediante el SBAP y planes de restauración, caracterizando el estado de conservación y restauración de ecosistemas y recursos naturales.
	3.2. Diseñar un instrumento que articule las herramientas existentes para el manejo de los recursos naturales y sus ecosistemas.	Se avanzó en la articulación de herramientas existentes a través de la Estrategia Nacional de Biodiversidad, integrando conservación, restauración y desarrollo sostenible del territorio.
	3.3. Implementar el instrumento de articulación considerando una participación ciudadana anticipada e iterativa.	La ejecución de instrumentos consideró consultas ciudadanas, talleres y planes participativos, garantizando la incorporación anticipada de la ciudadanía en la gestión ambiental y la planificación territorial. Ejemplo de aquello, es el caso de la Consulta Ciudadana en la Evaluación Ambiental Estratégica.
	3.4. Evaluar la eficacia del instrumento para la protección y/o conservación de los recursos naturales y sus ecosistemas a partir de instancias tripartitas.	Se consolidaron mecanismos de monitoreo, observatorios ambientales y evaluación participativa, permitiendo medir la efectividad de políticas y estrategias de conservación y protección de ecosistemas en distintas regiones. Esto se puede evidenciar a través de lo expuesto en el Informe Ambiental 2024, en donde se trata de manera directa esta materia.

Fuente: Elaboración propia.

Es relevante enfatizar que cada uno de los ejes y objetivos estratégicos planteados incluyen ámbitos críticos para la gestión del medio ambiente, por lo que su tentativa implementación debiera ser efectuada bajo una mirada estratégica e integral y no de forma separada.

3. SÍNTESIS DE LAS PROPUESTAS AMBIENTALES PARA EL NUEVO MODELO DE DESARROLLO



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE
CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SANTIAGO DE CHILE 2025

Finalmente, se presenta una síntesis de las propuestas para cada uno de los componentes de la naturaleza tratados en el presente Informe País, incluyendo aquellas derivadas del resultado de los capítulos de la segunda parte y de las extraídas de la información provista por los límites ambientales nacionales:

AIRE:

- Fortalecer las capacidades del personal encargado de sistematizar, verificar y unificar las bases de datos de la calidad del aire.
- Definir estaciones de monitoreo representativas en todas las comunas del país, incluyendo así, la reevaluación de las preexistentes.
- Fomentar la retroalimentación ciudadana por medio de ciclos de participación y compromisos ambientales a nivel local.
- Mejorar los mecanismos de comunicación pública a través de medios digitales y el uso de aplicaciones que difundan la información de manera clara y oportuna.
- Mantener actualizada las normas de calidad del aire y en concordancia con los estándares de la OMS.
- Reajustar los criterios para la declaración de zonas saturadas y ejecutar la implementación de planes de prevención o descontaminación ambiental.
- Fortalecer la fiscalización ambiental por medio de unidades territoriales, coordinación institucional y el aumento de sanciones.
- Modernizar los espacios tecnológicos de fiscalización actuales, así se asegura una mejor base de análisis de datos y proceso de denuncias/monitoreo en línea.
- Capacitar y profesionalizar al personal fiscalizador con guías, talleres y mecanismos de formación constante.
- Promover sistemas de transporte sustentable como medida complementaria ante las emisiones contaminantes.

AGUAS CONTINENTALES:

- Regular la calidad de las aguas servidas tratadas (AST) para asegurar su uso en riego agrícola y urbano.
- Resolver la definición legal de la propiedad de las AST para eliminar la ambigüedad entre sanitarias y titulares de derechos de agua.
- Potenciar la reutilización de aguas vertidas a emisarios submarinos, adaptando plantas con tratamiento secundario para usos productivos.
- Integrar un marco jurídico para la desalación, el cual establezca autorizaciones y concesiones para extraer agua de mar.
- Impulsar una estrategia nacional de desalinización con prioridades de uso y localización de plantas.
- Modificar los procesos de concesiones marítimas, asegurando la priorización del consumo humano, de los caudales ecológicos y de saneamiento.
- Reducir los tiempos de tramitación de proyectos de desalación con facultades del MOP para agilizar los procesos.
- Añadir energías renovables en plantas desaladoras para reducir emisiones y costos.

- Promover proyectos de gran escala que beneficien múltiples causas para optimizar costos unitarios.
- Impulsar el capital humano especializado en tecnologías de desalación sustentable.
- Integrar herramientas de riego por goteo e hidropónicos para generar mayor eficiencia hídrica.
- Añadir energías renovables y monitoreos digitales en tranques acumuladores y sistemas de captación.
- Elevar la gobernanza local en temáticas de agua con participación activa de comunidades, municipios y organizaciones.
- Reestructurar la institucionalidad hídrica, avanzando hacia la creación de una Agencia Nacional del Agua.
- Fortalecer la fiscalización de la DGA con las facultades otorgadas por la Ley 21.586 y herramientas digitales de monitoreo.
- Implementar planes estratégicos de recursos hídricos en cuencas según la ley.
- Impulsar asociaciones público-privadas en infraestructura hídrica y desalación bajo la Ley 21.639.

BOSQUES NATIVOS:

- Fortalecer la institucionalidad forestal, instaurando el Servicio Nacional Forestal (SERNAFOR) y el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP) como pilares de gestión.
- Aumentar el financiamiento público para conservar y manejar estos ecosistemas, manteniendo su protección y biodiversidad.
- Fortalecer el diálogo multilateral como consejos consultivos y mesas de política forestal para contemplar la participación ciudadana en los procesos de toma de decisiones.
- Mejorar la coordinación interinstitucional con políticas sectoriales integrando diversas temáticas como minería, energía, agricultura, entre otras, con la conservación del bosque nativo.
- Promover alianzas con propietarios de tierras, pueblos originarios, ONGs y sociedad civil para la restauración y creación de áreas protegidas.
- Consolidar acuerdos de conservación como modelos de cooperación entre alianzas público-privadas.
- Generar programas de restauración a gran escala de siembra y generación de empleo verde.
- Integrar la adaptación al cambio climático en las NDC, considerando la restauración forestal como un eje elemental para regular caudales y mitigar eventos.

BIODIVERSIDAD:

- Mejorar el conocimiento científico sobre la biodiversidad, reforzando la taxonomía e investigación básica.
- Fortalecer la recopilación y sistematización de datos vía interinstitucional.
- Fortalecer y crear nuevos instrumentos para la protección y conservación de la biodiversidad como, por ejemplo, el Pago por Servicios Ambientales.
- Aumentar el presupuesto asignado a la investigación y protección de la biodiversidad.
- Educar e involucrar activamente a la ciudadanía en la protección de la biodiversidad.
- Aumentar la representación ecosistémica en el Servicio Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE).
- Actualizar los Planes de Manejo de las Áreas Protegidas del país.

TIERRAS:

- Crear programas de adaptación para gestar recursos vegetacionales con planes de reforestación, revegetación,restauración y manejo forestal sustentable en al menos 80 comunas.
- Fomentar la restauración de ecosistemas post incendios forestales, ejecutando proyectos de recuperación ecológica.
- Incentivar la silvicultura preventiva en la zona urbano-rural con manejo preventivo que cubran 8.000 hectáreas.
- Diseñar un modelo de ordenación forestal para terrenos públicos y privados que cubran 70.000 hectáreas.
- Ampliar el programa de dendroenergía, expandiendo la certificación y producción sustentable de leña en 16.000 hectáreas.
- Establecer franjas de amortiguación para actividad ganadera, logrando regular el pastoreo y valor de conservación de espacios.
- Proteger los recursos fitosanitarios vegetacionales nativos, con monitoreo y control de plagas en 300.000 hectáreas.
- Ejecutar un enfoque sostenible de tierras secas basado en agricultura orgánica, seguridad hídrica, incentivos políticos e institucionales frente al cambio climático e investigaciones sobre ciencia medioambiental aplicada.

ECOSISTEMAS MARINOS Y DEL BORDE COSTERO:

- Elaborar normas de calidad para aguas y sedimentos marinos, expandiendo la zona de Quintero-Puchuncaví a otras zonas costeras.
- Priorizar la elaboración de una Ley de Costas que integre principios de gestión con enfoque ecosistémico, justicia ambiental y participación ciudadana local.
- Conformar la zonificación costera con herramientas de Planificación Territorial, brindando un enfoque vinculante y garante con los criterios de territorios litorales.
- Crear una red científica y técnica para enfrentar los impactos del cambio climático y la acidificación marina, obteniendo acceso a las bases de datos e incentivando la innovación.
- Fortalecer la evaluación ambiental de proyectos de desalinización, ingresando al SEIA y promoviendo el uso de tecnologías de mitigación.

MINERÍA:

- Ejecutar una gestión hídrica sustentable en el sector minero, incorporando tecnologías innovadoras, plantas desalinizadoras y sistemas de monitoreo permanentes y transparentes.
- Trazar una hoja de ruta hacia la carbono neutralidad y así, transicionar al enfoque de energías limpias en las cadenas productivas.
- Fomentar la adaptación al cambio climático con medidas frente a eventos extremos y riesgos en relaves abandonados.
- Potenciar la innovación, capacitación y el conocimiento investigativo en materias de glaciares como recurso estratégico.

- Promover la participación ciudadana vinculante en el diseño de proyectos mineros, asegurando que las medidas sean adecuadas para las comunidades locales y pueblos indígenas.
- Desarrollar un modelo de economía circular que priorice la eficiencia hídrica y energética, como también la reducción de residuos.

ASENTAMIENTOS HUMANOS:

- Generar Planes Regionales de Ordenamiento Territorial (PROT) en todas las regiones del país.
- Modificar el Decreto de Ley N° 3.516 sobre subdivisión de predios rústicos, añadiendo criterios de protección y conservación ambiental para mitigar el impacto en bosques nativos, humedales y en la biodiversidad.
- Potenciar la planificación ecológica de los territorios como herramienta obligatoria que sitúe sitios prioritarios de conservación, regule usos de suelos y promueva buenas prácticas de desarrollo y preservación.

ENERGÍA

- Fortalecer la inversión en proyectos de investigación y desarrollo (I+D) para incentivar la innovación tecnológica y aumentar el uso de energías renovables no convencionales.
- Impulsar la descentralización del sistema energético con acceso equitativo mediante proyectos locales.
- Cumplir con criterios de sustentabilidad en todas las decisiones energéticas.
- Implementar la Ley de Biocombustibles Sólidos mediante un Plan Nacional que incluya una certificación y apoyo a pequeños productores, conteniendo metas graduales de cumplimiento.
- Desarrollar una política energética nacional basada en las energías renovables no convencionales, fomentando el uso de energía solar, eólica y otras fuentes renovables.

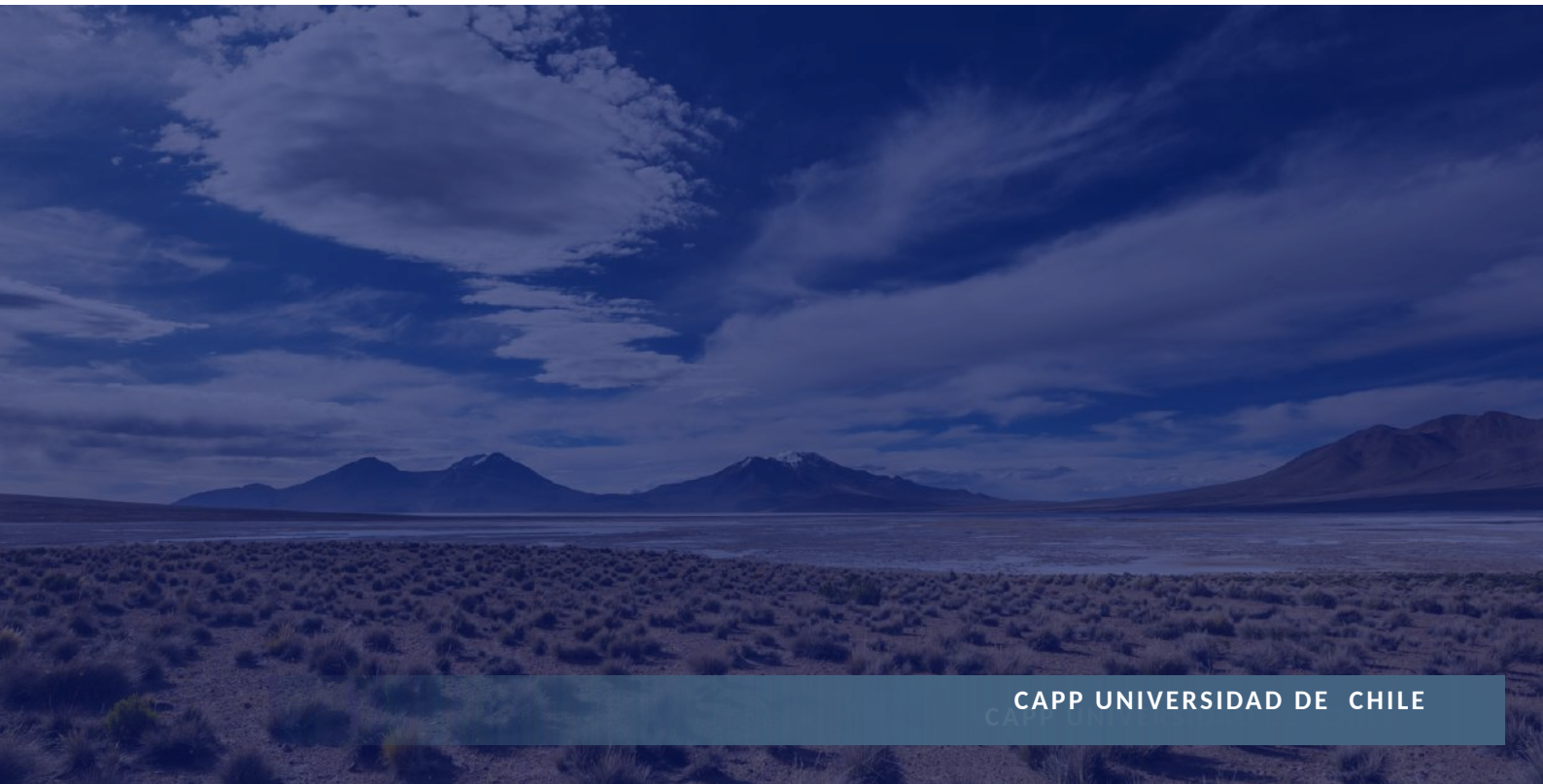
DESASTRES SOCIONATURALES:

- Incrementar la profesionalización y descentralización del Sistema Nacional de Protección Civil con roles para actores estatales y privados, detallando los recursos extraordinarios a nivel regional y su planificación estratégica.
- Sistematizar el conocimiento científico sobre desastres a través de experiencias previas mediante comisiones permanentes consultivas.
- Incorporar los riesgos de desastres en el Ordenamiento Territorial a través de la incorporación de zonas de riesgo en áreas como cauces, quebradas, zonas boscosas, territorios vulnerables, entre otros.
- Generar mapas de riesgo regionales e integrar comités para la prevención y gestión de emergencias.
- Catastrar a las empresas productivas regionales para definir sus roles a modo preventivo operacional frente a emergencias.

GESTIÓN AMBIENTAL:

- Elaborar un comité interministerial para la planificación y gestión de la sustentabilidad, el cual coordine, implemente y supervise instrumentos de gestión ambiental.
- Crear comités regionales y locales con roles definidos, recursos y capacidades técnicas para su autosuficiencia y sostenibilidad.
- Desarrollar redes regionales que integren al Estado, sector privado y sociedad civil en la gestión ambiental.
- Definir roles y funciones para los actores territoriales en base a componentes ambientales y sociales.
- Identificar, priorizar y ejecutar planes de acción frente a problemáticas ambientales a nivel regional, comunal y local.
- Caracterizar el estado de conservación de los recursos naturales en el territorio nacional.
- Diseñar herramientas de articulación que integren mecanismos que preserven y restauren el desarrollo sostenible.
- Implementar la participación ciudadana de manera temprana, fortaleciendo el tejido social en la gestión ambiental.
- Evaluar periódicamente la eficacia de los instrumentos ambientales mediante informes de impacto, monitoreos constantes, observatorios, participación, entre otros.

SI bien la propuesta de esta edición del informe País se presenta de forma esquemática, su implementación resultará decisiva para generar las condiciones necesarias al enfrentar una realidad medioambiental que ha experimentado cambios profundos con el paso de los años y que, actualmente es necesario aprovechar la oportunidad de fortalecer la coyuntura histórica de comprometernos a nivel nacional contra el cambio climático y comenzar a abordar un enfoque sostenible en nuestra productividad.



BIBLIOGRAFÍA

- Alaniz, A.J., Galleguillos, M., Perez-Quezada, J.F. (2016). Assessment of quality of input data used to classify ecosystems according to the IUCN Red List methodology: The case of the central Chile hotspot. Biological Conservation, 204, 378–385. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.10.038.

- Buschmann, A.H., Troell, M., Kautsky, N. (2001). Integrated algal farming: a review. Cahiers de Biologie marine, 42, 83–90.

- Baeza, E. (2019). *Regulaciones y experiencias extranjeras sobre trasvase de aguas intercuencas* (Asesoría Técnica Parlamentaria). Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio%2F10221%2F27924%2F2%2FInforme_Trasvase_Intercuencas.pdf

- Cole, M.J., Bailey, R.M., New, M.G. (2014). Tracking sustainable development with a national barometer for South Africa using a downscaled "safe and just space" framework. Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), 111, E4399–E4408. https://doi.org/10.1073/pnas.1400985111

- CONAF. (2017). Reporte de Neutralidad en la Degradación de las Tierras (NDT) ante la Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación (CNULD). Recuperado de https://redd.unfccc.int/uploads/4833_6_reporte_ldn__282ene2018_29_-_vfpc.pdf

- CONAF. (2024). *Estadísticas CONAF 2024* [PDF]. Recuperado de https://sit.conaf.cl/varios/ESTADISTICAS_CONAF_2024_FINAL.pdf

- CONAF. (2024). *Programa Siembra por Chile 2024 potenciará desarrollo agroforestal*. Corporación Nacional Forestal. Recuperado de https://www.conaf.cl/programa-siembra-por-chile-2024-potenciara-desarrollo-agroforestal/

- CONAF. (2025). *Estrategia de Cambio Climático y su proyecto +Bosques en Chile es un ejemplo a nivel mundial*. Corporación Nacional Forestal. Recuperado de https://www.conaf.cl/estrategia-de-cambio-climatico-y-su-proyecto-bosques-en-chile-es-un-ejemplo-a-nivel-mundial/

- Convención Constitucional. (2022). Propuesta Constitución Política de la República de Chile 2022. Recuperado de https://www.chileconvencion.cl/wp-content/uploads/2022/07/Texto-Definitivo-CPR-2022-Tapas.pdf

- Dao, Q.-H., Peduzzi, P., Chatenoux, B., De Bono, A., Schwarzer, S., Friot, D. (2015). Environmental limits and Swiss footprints based on Planetary Boundaries.

- De la Vega, F. (2020). Día Nacional del Medio Ambiente. Participación ciudadana y educación ambiental: las claves para avanzar en la Conservación de la Naturaleza. Recuperado de https://uchile.cl/noticias/169199/participacion-ciudadana-y-educacion-claves-en-conservacion-ambiental

- Diario Digital de Minería y Energía. (26 de marzo de 2024). Chile: “El 85 % de la capacidad de desalación instalada en Chile pertenece a la industria minera”. Dipromin. https://www.dipromin.com/noticias/mineria/chile-el-85-de-la-capacidad-de-desalacion-instalada-en-chile-pertenece-a-la-industria-minera

- Fang, K., Heijungs, R., Duan, Z., de Snoo, G. (2015). The Environmental Sustainability of Nations: Benchmarking the Carbon, Water and Land Footprints against Allocated Planetary Boundaries. Sustainability, 7, 11285–11305. https://doi.org/10.3390/su70811285.

- Figueroa, E. (2023). Actualización de las áreas protegidas de Chile (Documentos de Trabajo N.º 40). Centro de Estudios Públicos. Recuperado de https://static.cepchile.cl/uploads/cepchile/2023/11/DdT_40_figueroa.pdf
-
- Fuster, R., González, L., Morales, L., Cerca, C., Hernández, J., Sotomayor, D. (2009). Informe Final. Estudio "Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en Chile". Recuperado de https://research.csiro.au/gestionrapel/wp-content/uploads/sites/79/2016/11/Estudio-%E2%80%9CGesti%C3%B3n-Integrada-de-los-Recursos-H%C3%ADdricos-en-Chile%E2%80%9D.-Informe-final-2009.pdf

- Instituto Nacional de Estadísticas. (2017). Censo de población y vivienda 2017. [Base de datos]. Recuperado de https://redatam-ine.ine.cl/redbin/RpWebEngine.exe/Portal?BASE=CENSO_2017&lang=esp

- INE. (2020). Informe anual de medio ambiente 2020. Santiago, Chile.

- Ipsos. (2022). Claves IPSOS Noviembre 2022. Recuperado de https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2022-11/Claves%20Ipsos%20Noviembre%202022%20Medici%C3%B3n%2013%20-%20Especial%20Espacio%20P%C3%BAblico%20VF_0.pdf

- Marquet, P.A., Gaxiola, A., Ávila-Thieme, M.I., Pica-Téllez, A., Vicuña, S., Alaniz, A., ... & Menares, L. (2022). Las tres brechas del desarrollo sostenible y el cierre de la brecha ambiental en Chile, Oportunidades para una recuperación pospandemia más sostenible y con bajas emisiones de carbono en América Latina y el Caribe. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 109 pp.

- Mente, E., Pierce, G.J., Santos, M.B., & Neofitou, C. (2006). Effect of feed and feeding in the culture of salmonids on the marine aquatic environment: a synthesis for European aquaculture. Aquacult Int, 14, 499-522. https://doi.org/10.1007/s10499-006-9051-4

- Mesa Técnica Sectorial de Adaptación Sector Minería. (2022). Reporte Mesa Técnica Sectorial de Adaptación Sector Minería. Recuperado de https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/07/Reporte-Mineria-12082020.pdf

- Ministerio de Medio Ambiente. (2018). Chile y su cumplimiento ante al Protocolo de Montreal.

- Ministerio del Medio Ambiente. (2021). Evaluación Ambiental Estratégica de la Política Nacional Minera 2050: Informe Ambiental. https://eae.mma.gob.cl/storage/documents/02_IA_Pol%C3%ADtica_Nacional_Minera_2050.pdf.pdf

- Ministerio de Minería. (2024). Plan sectorial de cambio climático para el sector minería. https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2024/09/2024.06.27_Plan_Cambio-Climatico-Mineria-ETICC.pdf

- Ministerio de Energía. (2024). ERNC y otro récord: generación eléctrica en base a este tipo de energía llegó al 41 % en lo que va de 2024. Recuperado de https://energia.gob.cl/noticias/nacional/ernc-y-otro-record-generacion-electrica-en-base-este-tipo-deenergia-llego-al-41-en-lo-que-va-de-2024

- Ministerio de Energía. (2024). Proyecto definitivo: Plan sectorial de mitigación y adaptación al cambio climático del sector energía . Recuperado de https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/20241213_proyecto_definitivo_plan_sectorial_energia_13_dic.pdf

- Diario Oficial de la República de Chile. (2024). Anteproyecto de la norma primaria de calidad del aire para material particulado fino MP2,5. Recuperado de https://www.diariooficial.interior.gob.cl/publicaciones/2024/04/12/43824/01/2478100.pdf

- Emol. (2025). Ranking global de mala calidad del aire: Seis ciudades chilenas en el Top 10 con mayor contaminación en Sudamérica. Recuperado de https://www.emol.com/noticias/Internacional/2025/03/11/1160056/contaminacion-aire-chile-listado-paises.html

- Universidad San Sebastián. (2023). Diagnóstico sobre la información de calidad del aire disponible en Chile. Recuperado de https://politicaspublicas.uss.cl/wp-content/uploads/2023/09/Diagnostico-sobre-la-informacion-de-calidad-del-aire-disponible-en-Chile.pdf

- United Nations. (2021). SDG 6 data for Chile: Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all. United Nations Statistics Division. Recuperado de https://www.sdg6data.org/en/country-or-area/Chile

- Álvarez-Garretón, C., et al. (2024). Increasing water stress in Chile evidenced by novel datasets of water availability, land use, and water use. ResearchGate. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/384203678_Increasing_water_stress_in_Chile_evidenced_by_novel_datasets_of_water_availability_land_use_and_water_use

- Universidad de Chile. (2023). Seguridad hídrica alcanzaría niveles críticos hacia mediados de siglo por menor disponibilidad y mayor consumo de agua. Recuperado de https://uchile.cl/noticias/211675/seguridad-hidrica-alcanzaria-niveles-criticos-hacia-mediados-de-siglo

- Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. (2019). Recursos hídricos en Chile: Impactos y adaptación al cambio climático. Gobierno de Chile. Recuperado de https://minciencia.gob.cl/uploads/filer_public/ea/54/ea54f567-9919-43ad-9b66-221f0f433b11/recursos_hidricos_en_chile.pdf

- International Energy Agency. (2024). National climate resilience assessment for Chile. Recuperado de https://www.iea.org/reports/national-climate-resilience-assessment-for-chile

- Boisier, J. P., et al. (2025). Hyperdroughts in central Chile: Drivers, impacts and projections. Recuperado de https://egusphere.copernicus.org/preprints/2025/egusphere-2025-517/egusphere-2025-517.pdf

- Ministerio del Medio Ambiente. (2024). Informe del estado del medioambiente. Gobierno de Chile. Recuperado de https://sinia.mma.gob.cl/estado-del-medio-ambiente/

- Ministerio del Medio Ambiente. (s.f.). El problema de las especies exóticas invasoras en Chile. Gobierno de Chile. Recuperado de https://especies-exoticas.mma.gob.cl/el-problema-de-eei-en-chile

- Centro de Estudios de Ciudad y Territorio (CECT). (2022). Estudio del CECT revela crecimiento descontrolado de asentamientos urbanos en Chile y propone actualizar planificación territorial. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Recuperado de https://centrodeestudios.minvu.gob.cl/estudio-del-cect-revela-crecimiento-descontrolado-de-asentamientos-urbanos-en-chile-y-propone-actualizar-planificacion-territorial

- Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. (2023). Estado de situación de las principales pesquerías chilenas. Gobierno de Chile. https://www.subpesca.cl/portal/618/articles-121344_recurso_1.pdf

- Oceana Chile. (2024). Oceana: “Se requiere una acción urgente del gobierno ya que hay mínimos avances en la recuperación de las pesquerías”. Recuperado de https://chile.oceana.org/comunicados/oceana-se-requiere-una-accion-urgente-del-gobierno-ya-que-hay-minimos-avances-en-la-recuperacion-de-las-pesqueria

- Ministerio del Medio Ambiente. (2021). Estrategia climática de largo plazo de Chile (ECLP). Gobierno de Chile. Recuperado de https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/11/ECLP-LIVIANO.pdf

- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2022). La situación del uso de fertilizantes en Chile. Recuperado de https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio%2F10221%2F33716%2F1%2FN_71_22_Fertilizantes_en_Chile.pdf

- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). (2022). Estudio: Fertilización sostenible y gestión integral de nutrientes. Recuperado de https://territoriocircular.sofofahub.cl/wp-content/uploads/2024/01/Estudio-Fertilizacion-sostenible-y-Gestion-Integral-de-Nutrientes.pdf

- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024). Pesticides use and trade 1990–2022. Recuperado de https://www.fao.org/statistics/highlights-archive/highlights-detail/pesticides-use-and-trade-1990-2022

- Muñoz., et al. (2025). Exposure to pesticides in Chile and its relationship with carcinogenic potential: a review. Recuperado de https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11996790

- Munita, I. (08 de diciembre de 2022). Alerta en sector energético: Industria en picada contra nuevo y "crucial" reglamento de potencia que prepara el Gobierno. Emol. Recuperado de https://www.emol.com/noticias/Economia/2022/12/08/1080499/reglamento-potencia-critica-sector-electrico.html

- Neubauer, P., et al. (2013). Resilience and Recovery of Overexploited Marine Populations. Science, 340, 347-349.

- Nicolopoulou-Stamati, P., et al. (2016). Chemical Pesticides and Human Health: The Urgent Need for a New Concept in Agriculture. Front. Public Health, 0. https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00148

- Nykvist, B., & Sverige, Naturvårdsverket. (2013). National environmental performance on planetary boundaries: a study for the Swedish Environmental Protection Agency. Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm.

- ODEPA. (2020). Ficha Nacional. Información Nacional 2020.

- Ongley, E.D. (1997). Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos. GEMS/Water Collaborating Centre Canada Centre for Inland Waters, 55.

- Pedersen, E., Thompson, P., Ball, R., et al. (2017). Signatures of the collapse and incipient recovery of an overexploited marine ecosystem. R. Soc. open sci., 4, 170215. http://dx.doi.org/10.1098/rsos.170215

- Pliscoff, P. (2015). Aplicación de los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) para la evaluación de riesgo de los ecosistemas terrestres de Chile. Ministerio del Medio Ambiente, Santiago, Chile.

- Precht, A.; S. Reyes. y C. Salamanca. 2016. El ordenamiento territorial de Chile. Santiago, Chile: Ediciones UC.

- Rockström, J., et al. (2009). Planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity. Ecology and Society, 14.

- Salazar, D. (09 de diciembre de 2022). Transición Energética Acelerada o Precipitada. La Tercera. Recuperado de https://www.latercera.com/opinion/noticia/columna-de-daniel-salazar-transicion-energetica-acelerada-o-precipitada/2BW2XP2OFJBHJAWAGNWDEQNOYM/

- Secretaría de Ozono de las Naciones Unidas. (2021). Chile. Reported data. Recuperado de https://ozone.unep.org/countries/profile/chl

- Senado. (2022a). Boletín 15513-12. Recuperado de https://www.senado.cl/appsenado/templates/tramitacion/index.php

- Senado. (2022b). Boletín 11608-09. Recuperado de https://www.senado.cl/appsenado/templates/tramitacion/index.php

- Servicio Electoral de Chile. (2022). Resultados definitivos Plebiscito Constitucional 2022. Recuperado de https://www.servel.cl/resultados-definitivos-plebiscito-constitucional-2022/

- Soto, E., y Ramírez, H. (2022). Minuta Impactos Ambientales, Regulación y Evaluación de los Proyectos de Desalinización de Agua de Mar. Recuperado de https://www.terram.cl/descargar/naturaleza/agua/Minuta-sobre-la-regulacion-de-plantas-desaladoras.pdf

- Steffen, W., et al. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. Science, 347. https://doi.org/10.1126/science.1259855

- Ulibarry, P.G. (2019). Consumo y mercado de los fertilizantes 5. Asesoría Técnica Parlamentaria, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, Abril 2019.

- Universidad de Chile y Pontificia Universidad Católica de Chile. (2017). Actualización del Balance Hídrico Nacional. Recuperado de: https://snia.mop.gob.cl/sad/REH5796v1.pdf

- Zhang, X., et al. (2015). Managing nitrogen for sustainable development. Nature, 528, 51-59. https://doi.org/10.1038/nature15743

SANTIAGO DE CHILE 2025

Informe PAIS

Edición 2025

ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE
Y DEL PATRIMONIO NATURAL



FACULTAD DE GOBIERNO
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS