

**GUÍA TÉCNICA CONVOCATORIA
PROGRAMAS TECNOLÓGICOS ESTRÁTEGICOS
“RECUPERACIÓN DE ELEMENTOS DE VALOR
EN DEPÓSITOS DE RELAVES”**

GERENCIA DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS

JULIO 2016

INTRODUCCIÓN

A partir de la construcción de las hojas de ruta de los diferentes Programas Estratégicos de Especialización Inteligente (PEEI), impulsados por CORFO en conjunto con el sector público y privado, se levantaron las principales brechas tecnológicas sectoriales y se concordaron las prioridades para avanzar en programas e iniciativas orientadas a la generación de conocimiento científico y tecnológico, al fortalecimiento de la infraestructura y equipamiento tecnológico, y al potenciamiento del capital humano avanzado.

Para abordar estos desafíos, Corfo dispone del instrumento **Programas Tecnológicos Estratégicos**, cuyo objetivo es incrementar la tasa de innovación tecnológica en productos y procesos de las empresas en sectores estratégicos, mediante la ejecución articulada de portafolios de proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico con visión de largo plazo, que permitan cerrar las brechas detectadas, mejorar la productividad del sector y contribuir a diversificar y sofisticar el tejido productivo.

Si bien se trata de un instrumento genérico que puede ser usado para resolver desafíos tecnológicos en cualquier sector o plataforma transversal, su **alcance, objetivos y expectativas de resultados e impacto** deben ser ajustados en función de los desafíos tecnológicos priorizados por los PEEI. Para ello, en las diferentes convocatorias se acompaña a las Bases Técnicas y Generales un documento descriptivo denominado **Guía Técnica**.

La función de esta **Guía Técnica** es orientar al usuario en la elaboración de su postulación a la convocatoria **Programa Tecnológico Estratégico “Recuperación de Minerales estratégicos en depósitos de relaves”**, entregando información relevante para ser utilizada en la formulación. Adicionalmente, el postulante deberá considerar la información técnica contenida en los documentos de **diagnóstico, hoja de ruta u otros** asociados al PEEI, disponibles en el sitio de la convocatoria.

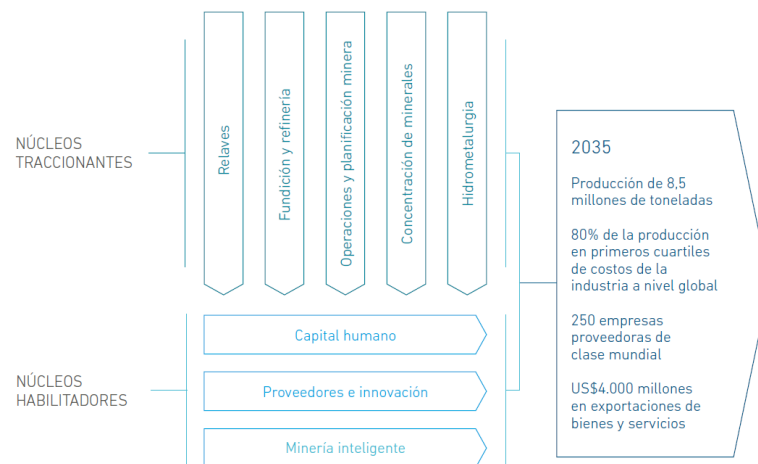
I. ANTECEDENTES GENERALES

En respuesta a la agenda estratégica de desarrollo de la minería establecida por la Presidenta de la República, cuyo objetivo es orientar de manera consensuada y coordinada la minería de Chile con una visión a largo plazo, en Diciembre del 2014 se presentó el documento “Minería: Una Plataforma de Futuro para Chile” el cual propone una visión para los próximos 20 años, identificando prioridades estratégicas para que la minería chilena reafirme su liderazgo a nivel mundial. Las iniciativas de la agenda estratégica se estructuran en base a 3 ámbitos:

- *Minería Virtuosa*: es aquella que fortaleciendo su productividad y competitividad genera condiciones para un ecosistema robusto de información. La minería virtuosa se impulsa a partir de la acción individual y el esfuerzo colectivo.
- *Minería Incluyente*: es aquella que favorece la participación de las comunidades que viven o trabajan en zonas de influencia de la minería. La minería inclusiva apunta a crear valor compartido con su entorno social y mantiene un diálogo fluido y permanente con sus trabajadores; en un marco de pleno respeto a los derechos de todas las partes.
- *Minería sostenible*: es aquella que integra en el diseño de sus operaciones todas las variables críticas que afectan el sistema socio-ambiental en que se desenvuelve. De este modo previene, evita, minimiza, mitiga y compensa sus impactos ambientales (incluida la ecología y biodiversidad, la calidad del agua y del suelo), y también los sociales y culturales a lo largo de todo el ciclo de vida, hasta el cierre y abandono de los proyectos.

El componente de “minería virtuosa” es abordado a través del Programa Estratégico Nacional de Minería, denominado Alta Ley, cuyo objetivo es fortalecer la productividad, competitividad e innovación en la industria minera nacional y sus proveedores, con el fin de impulsar el desarrollo del país. Así también, a nivel regional lo aborda el Programa Regional Cluster Minero de Antofagasta.

Los principales ejes de acción y metas del Programa Alta Ley son los siguientes:



*Metas definidas en el marco de la agenda Minería: Una Plataforma de futuro para Chile

Uno de los núcleos traccionantes del **PEEI Minería Alta Ley** corresponde al de **Relaves**; este ámbito fue priorizado durante el proceso de construcción de la hoja de ruta y se constituyó un grupo de trabajo específico para este núcleo, de manera de generar una visión común, lograr consenso en las prioridades y delinear soluciones y planes de acción que permitan hacer frente a problemáticas detectadas (ver Hoja de Ruta Núcleo Relaves, disponible en los documentos que acompañan la convocatoria).

Para generar la hoja de ruta se convocó la participación de actores interesados y expertos del sector público, del sector minero, del mundo académico, del sector de la consultoría, proveedores especializados, centros tecnológicos y expertos de la minería en el área de relaves. Una de las primeras tareas correspondió a la construcción de la Visión del Núcleo, la cual fue validada por el Comité Directivo. Como parte de las actividades, se desarrolló un estudio de definición de Línea Base Tecnológica enfocada en las actuales líneas de I+D+i relacionadas con la disposición de relaves mineros (documento disponible en los documentos que acompañan la convocatoria). En dicho estudio se realizó una descripción de la situación actual de los depósitos de relaves mineros en Chile, una descripción a nivel mundial de los riesgos asociados a los depósitos, un análisis de las iniciativas de I+D+i relevantes en 10 depósitos chilenos (Carén, Santa Bárbara, El Cobre N°4 y Tranque el Torito, Piuquenes, Quillayes, Pérez Caldera 1 y 2, Depósito en Pasta Planta Delta, Depósito Interior Mina Planta Cabildo, Talabre y Laguna Seca) y finalmente una definición de las perspectivas futuras de I+D+i.

Uno de los ámbitos priorizados en la hoja de ruta del núcleo relaves dice relación con la necesidad de conocer los minerales – además de cobre y molibdeno - contenidos en los relaves y promover estrategias para su recuperación y comercialización, desarrollando capacidades tecnológicas y nuevos proveedores que diversifiquen las oferta de productos y servicios asociados a la minería.

II. ALCANCE, OBJETIVOS Y RESULTADOS ESPERADOS

La propuesta deberá considerar los requerimientos establecidos en las Bases; no obstante, se entregan orientaciones sobre el alcance y los objetivos y resultados mínimos a incluir.

II.1 ALCANCE

Respecto del alcance del programa, se deberá considerar:

- Depósitos de relaves tanto en operación como cerrados.
- Análisis representativos de los distintos tipos de relaves existentes en el país.
- El análisis debe considerar como base los 16 elementos valiosos definidos por la Unión Europea, salvo que se provea una justificación para excluir del análisis alguno de estos.

II.2 OBJETIVOS

El objetivo general del programa es identificar y cuantificar la existencia de minerales de alto valor contenidos en los relaves y promover la adopción, adaptación y/o desarrollo de tecnologías de procesamiento que permitan capturar valor y contribuir a transformar los depósitos de relaves “de un pasivo a un activo”, desarrollando capacidades tecnológicas y nuevos proveedores que diversifiquen las ofertas de productos y servicios asociados a la minería y, a la vez, generen externalidades positivas en materia ambiental.

En el marco de esta convocatoria se esperan iniciativas que promuevan y desarrollen la recuperación de minerales estratégicos - distintos de cobre y molibdeno - en los depósitos de relaves.

Para asegurar el propósito de la convocatoria, la propuesta deberá considerar, entre otros, los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar la presencia de elementos estratégicos en los depósitos de relaves.
2. Determinar el valor económico de estos elementos potencialmente recuperables.
3. Identificar, adaptar y/o desarrollar tecnologías o esquemas/métodos tecnológicos que permitan la recuperación de los elementos estratégicos seleccionados a escala piloto.
4. Fortalecer las capacidades locales, tanto en técnicas de sondaje, como en capacidades analíticas de caracterización y en tecnologías de recuperación de minerales desde relaves.
5. Fomentar el desarrollo de proveedores asociados al uso de las tecnologías o esquemas tecnológicos y sistemas de información desarrollados, con vocación exportadora.
6. Desarrollar una estrategia de difusión y comunicaciones sobre las actividades y resultados del programa hacia los principales grupos de interés, incluyendo mecanismo de consulta pública y documentos de uso público.
7. Implementar modelos de gestión del programa asociativo que aseguren una adecuada gobernanza y que aborden los requerimientos de propiedad intelectual y gestión de calidad de la I+D+i generada.

II.3. RESULTADOS ESPERADOS

La propuesta deberá comprometer resultados consistentes con los objetivos específicos, entre los cuales se deberán considerar:

- 1- Estado del arte de las tecnologías de recuperación de elementos de valor desde depósitos de relaves.
- 2- Análisis de los principales elementos contenidos en los depósitos de relaves de cobre chilenos y potencial de mercado de los más atractivos y priorización de aquellos con mayor viabilidad tecnológica y comercial.
- 3- Adaptación y/o desarrollo de tecnologías que permita la recuperación de los elementos estratégicos seleccionados a escala piloto.
- 4- Modelo de caracterización de relaves abierto, parametrizado y generalizable.
- 5- Estrategia para el escalamiento y aplicación de las tecnologías aquí desarrolladas, a fin de promover la comercialización de elementos de valor, incluyendo una propuesta de consideraciones técnicas para el marco regulatorio que debería normar la actividad.
- 6- Estimación Clase 5 de CAPEX y OPEX para los procesos de extracción de elementos de valor en tranques de relaves.
- 7- Desarrollo de proveedores locales para el escalamiento y comercialización de las nuevas tecnologías de recuperación productiva y de servicios desarrollados en el Programa.
- 8- Capacidades tecnológicas fortalecidas en el ecosistema de ciencia, tecnología e innovación, en técnicas de sondaje, métodos analíticos de caracterización y tecnologías de recuperación.
- 9- Desarrollo de un conjunto de manuales de uso público para la caracterización y recuperación de elementos de valor de tranques de relaves, incluyendo opciones para relaves activos, en proceso de cierre y abandonados.
- 10- Modelo de gestión del programa tecnológico, que incorpore i) Gestión de Propiedad y Transferencia tecnológica, ii) Gobernanza, y iii) Sistema de gestión de calidad de la I+D+i.

II.4 INDICADORES DE RESULTADOS

La propuesta deberá incluir un detallado plan con hitos y resultados esperados por cada etapa definida para el proyecto, incluyendo las métricas de desempeño asociadas, debiendo considerarse los siguientes como resultados mínimos a lograr en los plazos indicados:

Indicador	Metodología de Cálculo	Medio de Verificación	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Estado del arte de las tecnologías de recuperación de minerales estratégicos (16 priorizados UE)	% de avance del informe	Informe de Estado del Arte	100% (mes 6)			
Priorización de elementos con mejor combinación de potencial de mercado y factibilidad de producción (al menos 6, a no ser que potencial indique no viable)	% de avance del informe	Informe de priorización de elementos	100%			
Técnicas de sondaje de bajo costo para realizar la caracterización de nuevos minerales en el relave	Pruebas de técnicas de sondaje (acumulado)	Informe de pruebas de nuevas técnicas analíticas de sondaje		1	3	
Modelo de caracterización de relaves	% de avance del informe	Informe modelo de caracterización de relaves		50%	100%	
Tecnologías y/o procesos adaptados/ desarrollados	Número de tecnologías (acumulado)	Informes de avance de tecnologías de recuperación			3	6
Número de proveedores vinculados a las adaptaciones y desarrollos tecnológicos asociados a este programa.	Proveedores participantes del programa (acumulado)	Informe anual de proveedores participantes en el programa			3	6
Universidades y centros de investigación participan en el proyecto.	Número de universidades y centros que participan en el proyecto. (acumulado)	Informe de actividades de las actividades realizadas por las universidad	1		3	
Manuales de uso público para la caracterización y recuperación de elementos de valor de tranques de relaves	Número de manuales finalizados	Manuales disponibles para el público			3	6
Propuesta para el marco normativo que habilite la recuperación de elementos de valor desde relaves, en coordinación con la autoridad.	% del avance	Informe con la propuesta			Prop. preliminar	Prop. final

III. REQUISITOS DE LA PROPUESTA

En la construcción del plan de largo plazo de un Programa Tecnológico, las propuestas postuladas deben contemplar al menos las siguientes líneas de trabajo asociadas a proyectos de la cartera:

i. **Identificación de principales elementos de valor contenidos en los depósitos de relaves**

- Desarrollar un estado del arte para los elementos estratégicos contenidos en los relaves en Chile, el cual identifique los mercados potenciales para estos elementos. El análisis debe considerar como base los 16 elementos valiosos definidos por la Unión Europea y proveer una justificación en caso de decidir no incluir algún(os) del (de los) elemento(s).
- Realizar un modelo de caracterización representativo de depósitos de relave que permita identificar los elementos de valor contenidos en el relave y desarrollar una estrategia costo-efectiva de muestreo y caracterización.
- Realizar cuantificación de los elementos de valor identificados en el trabajo de caracterización (tonelaje, volumen, porcentajes, etc).
- Realizar perfeccionamiento y/o desarrollo de técnicas de muestreo de bajo costo para la caracterización física del relave.
- Realizar perfeccionamiento y/o desarrollo de tecnologías que permitan identificar de manera fácil y rápida los elementos/minerales contenidos en los depósitos (caracterización química).
- Coordinar con la autoridad de Sernageomin y con las universidades y centros de I+D el uso y reforzamiento de capacidades analíticas disponibles.

ii. **Valor económico y potencial de mercado de los elementos estratégicos presentes en los relaves chilenos.**

- Realizar caracterización de la demanda para los elementos estratégicos identificados.
- Realizar caracterización de los países productores de los elementos estratégicos identificados.
- Definir, en base a los resultados obtenidos en los puntos anteriores de esta línea de trabajo, cuáles elementos estratégicos formarán parte de la priorización de este proyecto, en particular para aquellos donde se realizará desarrollo tecnológico y pruebas de procesos unitarios.
- Estudio de mercado para los elementos priorizados.
-

iii. **Adopción, adaptación y/o desarrollo de tecnologías y procesos para la recuperación de elementos estratégicos**

- Desarrollar estado del arte sobre las tecnologías, proveedores y métodos disponibles actualmente para recuperar en los depósitos de relaves los elementos de valor previamente seleccionados.
- Desarrollar estado del arte sobre los centros de investigación y universidades que se encuentren actualmente probando/desarrollando nuevas tecnologías en la recuperación de elementos de valor en los depósitos de relaves tanto en Chile como en el extranjero, y favorecer la participación activa de éstos en el proyecto.
- Desarrollar estrategia de transferencia tecnológica para aquellas tecnologías/métodos que están disponibles, donde no se requiere hacer desarrollo adicional.
- Desarrollar un plan de I+D y/o transferencia tecnológica para adaptar y/o desarrollar soluciones tecnológicas para la recuperación de los elementos de interés en aquellos ámbitos donde

efectivamente y en forma demostrada no haya tecnologías disponibles, justificando claramente donde están las brechas que requieren ser abordadas y los hitos tecnológicos que permitirían avanzar hacia la fase comercial.

- Incorporar en esta línea de desarrollo tecnológico a proveedores, nacionales e internacionales, que puedan potenciar las propuestas contribuyendo con su *know how* especialista y/o recursos materiales o equipos.
- Estimación Clase 5 de CAPEX y OPEX para los procesos de extracción de elementos de valor en tranques de relaves (según U.S. Government Accountability Office).

iv. Desarrollo de capacidades tecnológicas que permitan el escalamiento de las actividades desarrolladas.

- Desarrollar o fortalecer capacidades analíticas para la identificación y cuantificación de minerales estratégicos
- Desarrollo y preparación de profesionales chilenos para la implementación, utilización y transferencia de las tecnologías desarrolladas, tanto a nivel de Universidades como de los centros de I+D+i
- Conectar a las entidades nacionales con redes internacionales en la materia.

v. Desarrollo de estrategias que permitan el escalamiento y aplicación de las tecnologías aquí desarrolladas.

- Estrategia de escalamiento y comercialización de los elementos de valor de relaves, distintos al cobre, para apoyar nuevas líneas de negocio en empresas existentes o nuevos emprendimientos en este ámbito, definiendo los modelos de negocios y condiciones de transferencia tecnológica.
- Desarrollar una propuesta de los elementos técnicos a incluir en un marco normativo que habilite el escalamiento de la recuperación de elementos de valor.
- Desarrollo de un conjunto de manuales de uso público para la caracterización y recuperación de elementos de valor de tranques de relaves, incluyendo opciones para relaves activos, en proceso de cierre y abandonados.
- Presentación de los resultados del proyecto en congresos y seminarios tanto nacionales como internacionales.
- Desarrollo de cursos y talleres que permitan difundir los resultados del proyecto a organismos públicos y privados.
- Publicación de artículos del proyecto.

vi. Modelo de gestión del proyecto, con al menos los siguientes aspectos:

a) Política de propiedad intelectual y transferencia tecnológica:

- Reglas para determinar la titularidad de todos los resultados de valor derivados o producidos con recursos directos o indirectos del presente proyecto esto es toda solicitud o registro de patente, creaciones, desarrollos tangibles o intangibles y/o cualquier otra forma de PI que exista o llegue a existir,
- Dichas reglas sobre titularidad podrá ser determinada entre los participantes teniendo en consideración los aportes previos y aquellos realizados durante el proyecto. En aquellos casos en

- que los titulares sean dos o más se deberá definir un responsable de la protección de los derechos de propiedad intelectual así como de la transferencia o comercialización de los mismos
- Gestión de la información y conocimiento desarrollado en el proyecto, por medio de los siguientes mecanismos que se mencionan sólo a título enunciativo:
 - ✓ Rotulación de la información por grado de criticidad (por ejemplo: confidencial, propietaria y pública). Cada una de estas categorías limitarán o autorizarán: su modificación, transferencia, custodia y utilización para ciertos fines u objetivos específicos.
 - ✓ Custodia adecuada del conocimiento generado en el presente proyecto, por medios físicos, digitales y legales para asegurar una futura protección por medio de derechos de propiedad intelectual.
 - ✓ Utilización de cuaderno de laboratorio por proyecto. En él registrarán el desarrollo del proyecto, y deberá ser custodiado conforme a lo señalado precedentemente.
 - ✓ Implementar cláusulas de confidencialidad para resguardar la información en contratos de trabajo, honorarios, co-ejecución, proveedores y con terceros en general.
 - ✓ Requerir autorización escrita para publicaciones o presentaciones, para no vulnerar la protección futura por derechos de propiedad industrial.
 - ✓ Incorporar la obligación de divulgación de resultados de los proyectos, para lo cual se podrá incorporar un formulario que facilite dicha comunicación.
 - ✓ Mantener un registro o repositorio de activos intangibles de valor, con finalidad de facilitar su gestión, valoración, protección y posterior transferencia.

 - Observancia de los derechos de propiedad intelectual, lo cual implica verificar el uso legítimo de recursos protegidos por terceros dentro del proyecto mediante las correspondientes libertades de operación u otro análisis similar, para asegurar la futura transferencia de los resultados derivados del mismo.
 - Responsable de la gestión, protección y transferencia de conocimiento y tecnologías.
 - Desarrollar e implementar estrategias de protección de las tecnologías protegibles. En base a los siguientes elementos:
 - ✓ Informe de estado de la técnica de la tecnología (patentes, mercado e información, científica, etc).
 - ✓ Tecnologías competidoras y competitividad de la misma.
 - ✓ Potencial de mercado.
 - ✓ Barreras regulatorias.
 - Definir reglas de conflicto de interés en el cual se comprometan a todos los participantes a privilegiar los objetivos del proyecto por sobre los intereses particulares o de las organizaciones que desarrollan el mismo.

b) Gobernanza:

Modelo de Gobernanza, describiendo los mecanismos de toma de decisiones y la orgánica establecida para la gestión del programa, explicitando los mecanismos de coordinación. En particular, se deberá poner énfasis en:

- ✓ Procurar una composición del directorio o consejo directivo que balancee intereses entre el sector/industria, el mundo académico/investigación y los demás grupos de interés, en particular la autoridad competente.
- ✓ Una clara definición de roles de la entidad gestora, el directorio o consejo directivo, y los comités que se conformen
- ✓ Asegurar la transparencia en los aspectos administrativos y financieros.
- ✓ Establecer mecanismos de resolución de eventuales conflictos.

c) Sistema de gestión de calidad de las actividades de I+D+i del proyecto:

Descripción de la estrategia preliminar para instalar un sistema de gestión de calidad para el manejo de las actividades de I+D+i del programa, considerando mejores prácticas internacionales y las especificidades de las tecnologías/servicios a desarrollar y a los clientes/mercados de destino, incluyendo las eventuales acreditaciones o certificaciones que deberá implementar.

Ejemplo de sistemas de manejo de I+D+i es la norma UNE 166002 Gestión de la I+D+i Requisitos del sistema de gestión de la I+D+i. Así como también la propuesta debe considerar algunas normas o estándares de entidades tales como EPA, ASTM, ISO, UNE, IEC, FDA, entre otras, según corresponda o se ajuste a los ámbitos de los desarrollos tecnológicos del portafolio de proyectos.

Lo anterior se requiere para que los desarrollos generados puedan cumplir con las exigencias de mercados a los cuales apuntan, de manera que sea posible realizar el escalamiento de la I+D a innovaciones replicables y reproducibles de forma eficiente y efectiva.

Adicionalmente, se deberá asegurar el cumplimiento de los requisitos de sustentabilidad ambiental y de seguridad a las personas en concordancia con el marco normativo vigente.

IV. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

Todos los aspectos administrativos referidos a la ejecución del programa están contenidos en las Bases Técnicas y Administrativas, las que deberán ser cumplidas en su totalidad.

IV.1. SUBSIDIO DE CORFO

Corfo cofinanciará hasta el 70% del costo total de cada Programa, con tope de hasta \$2.000.000.000 (Dos mil millones de pesos Chilenos) según se establece en el subnumeral 8.1 de las bases técnicas (modalidad S-5, P-1).

IV.2. APORTES DE LOS PARTICIPANTES

Programa requiere del compromiso por parte de las entidades participantes para ejecutarse. Por esta razón, se establece la siguiente estructura de aportes que deberá realizarse durante la ejecución del Programa, según lo indicado en el numeral 8.3 de las bases técnicas:

Naturaleza Aporte	Porcentaje
Aporte mínimo de las entidades participantes (incluye aportes pecuniarios y no pecuniarios)	Al menos un 30% del costo total del Programa.
Aporte pecuniario mínimo de las entidades participantes (C-2)	Al menos un 20% del costo total del Programa.

En conformidad al subnumeral 10.3 de las Bases Administrativas Generales, el aporte en efectivo o pecuniario, consiste en el desembolso de recursos a causa de la ejecución del Programa, y no corresponde a este concepto la utilización de instalaciones, infraestructura, recursos humanos, etc., ya existentes en el aportante.

IV.3. PLAZOS Y ETAPAS

El plazo de duración del Programa “Recuperación de elementos de valor en depósitos de relaves” podrá ser de hasta 5 años, cumpliendo los resultados mínimos exigidos en el punto II.4.

IV.4 MONITOREO Y SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA

Para el seguimiento y monitoreo del programa, la Gerencia de Capacidades Tecnológicas aplicará un Modelo de acompañamiento estratégico, que considera la creación de un comité técnico para lo cual se coordinará con entidades públicas y/o otras entidades regulatorias vinculadas a la disposición y gestión de relaves mineros.