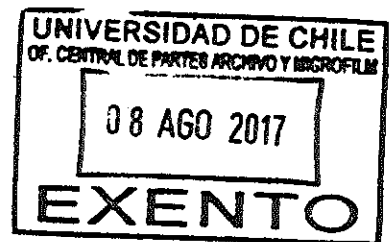




RECIBIDO
SENADO UNIVERSITARIO

18 AGO 2017



APRUEBA CONTRATO A SUMA ALZADA
ENTRE EL BANCO INTERAMERICANO DE
DESARROLLO Y LA UNIVERSIDAD DE CHILE
(FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y
MATEMÁTICAS).

RESOLUCION EXENTA N° 00973

SANTIAGO, 30 DE JUNIO DE 2017.

Con esta fecha, la Rectoría de la Universidad de Chile ha expedido la siguiente Resolución:

VISTOS:

Lo dispuesto en el DFL N°3, de 2006, que fija el texto refundido, coordinado y sistematizado del DFL N°153, de 1981, que establece los Estatutos de la Universidad de Chile, ambos del Ministerio de Educación; el Decreto Supremo N°266, de 2014, del referido Ministerio; el Decreto Universitario N°2358 de 1996; el Decreto Universitario N°1939 de 2015; el Decreto Universitario N°5140 de 1995; el Decreto Universitario N°1706, de 26 de mayo de 2017; y la Resolución N°1600, de 2008, de la Contraloría General de la República.

CONSIDERANDO:

1. Que, de acuerdo al artículo 2° de los Estatutos de la Universidad de Chile, la generación, desarrollo, integración y comunicación del saber en todas las áreas del conocimiento y dominios de la cultura, constituyen la misión y el fundamento de sus actividades.
2. Que el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) se aboca a mejorar la calidad de vida en América Latina y el Caribe, desarrollando proyectos en torno a la salud, la educación y la infraestructura, a través del apoyo financiero y técnico a los países que trabajan para reducir la pobreza y la desigualdad.
3. Que, con fecha 15 de junio de 2017, la Universidad de Chile y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) celebraron un contrato de consultoría a suma alzada, el cual se encuentra enmarcado en el proyecto de Estudio Regulatorio para la Optimización del Mercado Eléctrico, y será desarrollado por el Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. La Consultoría que realizará el centro antedicho tendrá como resultado la elaboración de Estudio de penetración aceptable de energías renovables no convencionales en República Dominicana.
4. Que, de acuerdo al artículo 19 literal b) de los Estatutos de la Universidad, le corresponde al Rector, especialmente, dictar los reglamentos, decretos y resoluciones de la Universidad.

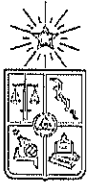
RESUELVO:

1° Apruébase el Contrato a Suma Alzada suscrito, con fecha 15 de mayo de 2017, entre la Universidad de Chile (Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas) y el Banco Interamericano de Desarrollo, que a continuación se transcribe, con sus dos anexos, que se entienden formar parte integrante del mismo:

CONTRATO A SUMA ALZADA

Título del proyecto: **Estudio Regulatorio para la Optimización del Mercado Eléctrico**

Las partes del presente contrato: "BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO - BID", Organización Financiera Internacional, con domicilio en oficina de país en Calle Luis F. Thomen,



UNIVERSIDAD
DE CHILE

esq. Winston Churchill, Piso 10, Santo Domingo, República Dominicana, representada para este acto por Flora Montealegre Painter y de, quien adelante se denomina "EL CONTRATANTE o EL BID, o el Banco", por una parte; y por la otra parte Universidad de Chile, con domicilio principal en Av. Tupper 2007, Santiago, Chile, debidamente representada para este acto por Ennio Vivaldi Vejar, en su calidad de Rector de la Universidad de Chile, quien para efectos de este documento se denomina (La /El Consultora- -);

Hacen constar que:

POR CUANTO, La Consultora está legalmente constituida, para prestar servicios de Consultoría especificados en las normas y procedimientos establecidos por EL BID;

POR CUANTO, el Banco desea contratar a La Consultora para que le proporcione servicios de consultoría para la elaboración de Estudio de penetración aceptable de ERNC en República Dominicana, (en adelante, "Servicios de Consultoría");

POR CUANTO, el Banco desea que La Consultora proporcione los "servicios de consultoría" en virtud de los términos y condiciones de este Contrato;

ACUERDAN:

La ejecución de servicios profesionales de consultoría, los cuales se rigen entre otras por las siguientes cláusulas:

1. SERVICIOS DE CONSULTORÍA

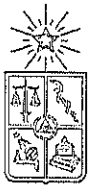
- 1.1 La Consultora en virtud del presente Contrato se compromete a ejecutar a satisfacción del BID lo establecido en los Términos de Referencias del Banco, adjuntos como ANEXO A; además de lo estipulado en su propuesta técnica y económica con fecha de marzo 2017, adjuntos como ANEXO B.
- 1.2 Ambos documentos (ANEXO A y ANEXO B), son parte integrante del presente contrato. Igualmente, en caso de presentarse falta de claridad, contradicción, confusión, o complementariedad entre lo definido en los ANEXOS A y B, las partes de este contrato, se comprometen expresamente a solucionarlo o darles claridad, primeramente, según lo establecido en el presente documento, seguido conforme al ANEXO A, del mismo.

2. PERIODO DE EJECUCIÓN Y COSTO

- 2.1 Estos servicios deberán iniciarse a la firma del contrato y deberán ser finalizados antes **30 de septiembre del 2017**. A opción del Banco, las fechas de inicio y / o terminación podrán extenderse de ser necesario, para asegurar el pleno cumplimiento de los Términos de Referencia anteriormente mencionados. El presente contrato entra en pleno rigor una vez haya sido firmado por ambas partes.
- 2.2 Todas las modificaciones siempre serán acordadas por escrito.
- 2.3 El BID, por la debida ejecución del presente contrato, pagará a la Consultora, la suma total de **USD\$ 106.788.00 (Ciento Seis Mil Setecientos Ochenta y Ocho Dólares de los Estados Unidos)**.

3. PAGOS

- 3.1 El pago de los "Servicios de Consultoría" prestados conforme a lo dispuesto en este documento se hará de acuerdo con los términos estipulados en la sección Calendario de Pagos/Forma de pago /pago establecidos de los Términos de Referencia (Anexo A).
- 3.2 La Consultora deberá recibir su pago luego de la presentación de una factura fiscal debidamente elaborada que refleje el IVA (impuesto al valor agregado), de manera



desglosada, conforme las tarifas/costos estipulados en el presente documento tanto para los productos o servicios entregados y aceptados por el Banco, conforme a los términos de este Contrato¹⁹. La Consultora deberá proporcionar información detallada a petición del Banco para corroborar cualquier cargo o aclarar cualquier factura.

- 3.3 Todas las facturas deberán ser enviadas por correo electrónico al Líder del Equipo del Proyecto a **Jorge Mercado**; JORGEM@iadb.org , con una copia para Helen Cruz; Helenc@iadb.or . El/La Consultora hará referencia a este # de Contrato C-DR-T1128-P001 en cada factura.
- 3.4 El Banco dispondrá de un plazo de tiempo razonable desde la fecha de recepción de los informes de La Consultora, para solicitar cualquier aclaración, revisión o modificación de los mismos con el fin de garantizar el cumplimiento de los Términos de Referencia (Anexo A). El Banco a través del Líder del Equipo de Proyecto dispondrá de un plazo razonable, para que a partir de la fecha de presentación del informe final para evaluar el desempeño de la Consultora en virtud del presente Contrato. En caso de que cualquier tarea realizada o informe preparado por La Consultora sea considerado insatisfactorio por el Banco, lo notificará a La Consultora por escrito, especificando la naturaleza del problema y solicitando el cómo, remediará las deficiencias identificadas.

4. RELACIÓN ENTRE LAS PARTES

- 4.1 Nada de lo contenido en la totalidad del Contrato se interpretará como el establecimiento o creación de una relación de empleador y empleado entre La Consultora y el Banco, habiéndose acordado que la posición de La Consultora o cualquier otra persona que realice cualquier trabajo conforme a este documento, es la de un contratista independiente. Los funcionarios, empleados o subcontratistas de La Consultora que participan en la realización de los servicios de consultoría mencionados en este documento, son empleados de La Consultora para todos los fines y bajo ninguna circunstancia se considerarán empleados del Banco.

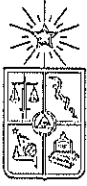
5. SUBCONTRATACIÓN

- 5.1 La Consultora podrá subcontratar los "Servicios de Consultoría" aquí mencionados siempre con la aprobación previa y por escrito del Banco. Si la subcontratación es aprobada expresamente por el Banco, La Consultora deberá dirigir y controlar adecuadamente a sus funcionarios, empleados y subcontratistas, y tendrá plena responsabilidad para que todos los servicios de consultoría establecidos en este documento se apeguen a los términos y condiciones del presente Contrato.

6. IMPUESTOS E INMUNIDADES

- 6.1 El Banco no será responsable por el pago o la retención de ningún impuesto, prima, seguro u otra remuneración adicional por cualquier concepto, que pueda(n) incidir sobre los ingresos que el/La Consultora, sus, funcionarios, contratistas o subcontratistas, perciban por la prestación de los servicios pactados bajo el presente contrato. Será de la exclusiva responsabilidad de La Consultora obtener y mantener para sus funcionarios, empleados o subcontratistas, el seguro médico, de vida, seguridad social u otra cobertura que sea requerida por la legislación nacional de cualquier país miembro del Banco.
- 6.2 El Banco está exento por ley del pago o recaudación de impuestos. El Banco podrá proporcionar a la Firma Consultora los certificados de exención fiscal como evidencia

¹⁹ La factura de la Firma Consultora deberá seguir el formato fiscal requerido del país de registro.



de la exención del pago de impuestos sobre ventas y uso, que puedan ser necesarios. La Firma Consultora deberá informar al Banco si cualquier autoridad fiscal se niega a reconocer la prueba de exención de impuestos del Banco.

- 6.3 Nada de lo establecido en el presente Contrato debe restringir, limitar o rechazar los derechos, privilegios o inmunidades otorgados al personal del Banco o al Banco en virtud del derecho internacional y de la legislación nacional vigente en cualquier país miembro del BID. La Consultora informará a el Banco, sin demora, en los casos en que las autoridades públicas o empresas privadas se nieguen a reconocer sus privilegios e inmunidades reconocidos, para que el Banco pueda tomar las medidas que considere oportunas para proteger dichos privilegios e inmunidades. Nada, de lo aquí establecido deberá evitar que el Banco tome las medidas que sean necesarias para impedir un perjuicio inmediato e irreparable a sus privilegios e inmunidades.

7. CONFIDENCIALIDAD

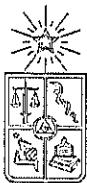
- 7.1 La Consultora y sus funcionarios, empleados o subcontratistas están conscientes de que en el cumplimiento de sus obligaciones en virtud del presente Contrato, podrán tener acceso a información privilegiada, confidencial y/o reservada del Banco o de un tercero, pero en posesión del Banco, incluyendo, sin limitación, información financiera, estadística, de mercadeo o comercial, de negocios e información del personal del Banco, proyecciones, planes, previsiones, informes, capacidades de servicio o cualquier otro dato o información obtenida en la prestación de los servicios de consultoría y en relación con los negocios del Banco; y cualquier información, , tendrá el carácter de información confidencial del Banco ("Información Confidencial"). Bajo ninguna circunstancia, salvo con autorización expresa por escrito del Banco, La Consultora, sus funcionarios, empleados o subcontratistas podrán copiar, reproducir, vender, ceder, autorizar, comercializar, transferir, otorgar o divulgar de cualquier modo, a cualquier persona u organización, de cualquier manera, ahora o después de la expiración del Contrato, dicha "Información Confidencial" o cualquier parte de la misma.
- 7.2 A pedido del Banco o luego de la conclusión de los "Servicios de Consultoría", La Consultora devolverá inmediatamente al Banco toda la "Información Confidencial" producto de la ejecución del presente Contrato. Los costos en que se incurra por este concepto correrán por cuenta y riesgo de La Consultora.

8. DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

- 8.1 Todos los informes, estudios, planos, dibujos, código fuente, datos técnicos, especificaciones, entregables y cualquier otro material preparado por o utilizado por La Consultora para el Banco en virtud de este Contrato, son propiedad única y exclusiva del Banco, y como tal, el Banco tiene título, derechos e intereses exclusivos sobre todo tipo de material, incluyendo el derecho de difusión, reproducción y publicación.

9. GARANTÍAS

- 9.1 Si cualquiera de los servicios de consultoría se ha iniciado o realizado anteriormente a la emisión del presente Contrato, tales servicios de consultoría estarán sujetos a los términos y condiciones del presente Contrato.
- 9.2 La Consultora manifiesta y garantiza al Banco, que todos sus funcionarios, empleados o subcontratistas que realicen servicios de consultoría en virtud de este Contrato, se rigen por las obligaciones de confidencialidad establecidas en este documento, además La Consultora manifiesta y garantiza como parte de su proceso de reclutamiento o contratación, que todos sus empleados o subcontratistas con acceso a "Información Confidencial", serán informados de sus obligaciones con respecto a dicha información . Además, el Banco podrá solicitar a La Consultora, la firma de un Contrato de Confidencialidad antes de la realización de cualquier trabajo



en virtud del presente Contrato.

- 9.3 La Consultora manifiesta y garantiza al Banco, que tiene la experiencia, credenciales adecuadas, está calificada, equipada, organizada y es financieramente capaz de realizar los servicios de consultoría del presente Contrato de conformidad con las leyes, ordenanzas, códigos y reglamentos aplicables.
- 9.4 La Consultora manifiesta y garantiza al Banco, que tiene todo el derecho legal, la autoridad y poder corporativo para celebrar, cumplir y obligarse con todas sus obligaciones en virtud del presente Contrato.
- 9.5 La Consultora manifiesta y garantiza al Banco, que el personal empleado en la realización de los servicios de consultoría mencionados en este documento, está calificado y cuenta con las habilidades y experiencia necesarias para realizar los servicios de consultoría y tendrá el registro de trabajo debidamente actualizado tal y como se muestra ante el Banco.
- 9.6 La Consultora manifiesta y garantiza al Banco, que cualquier producto, equipo, software, metodología, diseño, dispositivo, material, proceso, informe, marca comercial, documentación o información proporcionada al Banco o utilizada en relación con este, no viola o infringe ninguna patente, derecho de autor, secreto civil o comercial u otro derecho de propiedad de terceros, y con el respaldo del presente documento indemnizará y mantendrá al Banco, a sus funcionarios y empleados indemnes ante cualquier pérdida, daño, responsabilidad, causa de acción, laudo, costo o gastos, incluyendo honorarios de abogados, que puedan resultar de la violación o supuesta violación de esta garantía.
- 9.7 Sin costo adicional para el Banco, La Consultora se compromete a ejecutar y proporcionar todo el servicio que sea necesario para mantener un alto nivel de rendimiento en la ejecución del presente contrato. En caso de contrario, el Banco tendrá el derecho a rescindir el presente Contrato en cualquier momento, de acuerdo con lo establecido en el presente documento.
- 9.8 La Consultora manifiesta y garantiza al Banco, que La Consultora, sus accionistas, funcionarios, subcontratistas y personal participando en la ejecución de los Servicios de Consultoría, al igual que cualquier controlante, cualquier subsidiaria y cualquier sub-contratista y proveedor (y sus accionistas, funcionarios, subcontratistas y personal participando en la ejecución de los Servicios de Consultoría): (i) no están actualmente suspendidos o inhabilitados para llevar a cabo negocios con el Banco; (ii) no están actualmente suspendidos o inhabilitados por otra Institución Financiera nacional o Internacional²⁰ reconocida por el Banco, de conformidad con cualquier acuerdo que el Banco pueda tener para el reconocimiento recíproco de sanciones; y (iii) no se les ha prohibido recibir pagos de un país miembro del Banco²¹ en cumplimiento de una decisión del Consejo de Seguridad adoptada en virtud del Capítulo VII de la Carta de las Naciones Unidas.
- 9.9 La Consultora manifiesta y garantiza al Banco, si: (i) en algún momento durante los cinco (5) años anteriores ha sido objeto de suspensión o inhabilitación por el Banco bajo cualquiera de sus políticas y procedimientos; y (ii) si en algún momento durante los cinco (5) años anteriores, ha sido objeto de una sanción por parte de cualquier otra Institución Financiera nacional o internacional.
- 9.10 La Consultora manifiesta y garantiza al Banco, que no ha incurrido en Prácticas Prohibidas y que reportará al Banco cualquier sospecha de dichas prácticas y de la

²⁰ Las Instituciones Financieras Internacionales se refieren a las instituciones financieras que han sido establecidas y son propiedad de los gobiernos nacionales de dos o más países (por ejemplo, las instituciones del Grupo del Banco Mundial, el Fondo Monetario Internacional, el Banco Africano de Desarrollo, el Banco Asiático de Desarrollo, el Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo, etc.).

²¹ Alemania, Argentina, Austria, Bahamas, Barbados, Bélgica, Belice, Bolivia, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Costa Rica, Croacia, Dinamarca, Ecuador, El Salvador, Eslovenia, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Israel, Italia, Jamaica, Japón, México, Nicaragua, Noruega, Países Bajos, Panamá, Paraguay, Perú, Portugal, Reino Unido, República de Corea, República Dominicana, República Popular de China, Suecia, Suiza, Surinam, Trinidad y Tobago, Uruguay, y Venezuela.



que tenga conocimiento directo o indirecto o sea informada, y que asistirá adecuadamente al Banco en la investigación de cualquier denuncia y/o investigación para el descubrimiento de cualquier indicio o evidencia de Prácticas Prohibidas relacionadas con las actividades financiadas por el Banco, según sea el caso²².

10. PERSONAL DE LA CONSULTORA

- 10.1 La Consultora deberá supervisar para que las prestaciones de los servicios de consultoría garanticen el cumplimiento del Contrato, incluyendo todas las especificaciones y los plazos.
- 10.2 Si el Banco lo requiere, La Consultora deberá presentar las credenciales del personal clave para realizar los servicios de consultoría en virtud del presente Contrato; dichas credenciales podrán ser revisadas por el Banco antes o después de la asignación o inicio de cualquier trabajo en virtud del presente Contrato. El personal con credenciales satisfactorias para los servicios de consultoría será asignado durante la vigencia del presente Contrato según sea necesario.
- 10.3 La Consultora se compromete a asumir plena responsabilidad ante cualquier deuda u obligación para con sus funcionarios, empleados o subcontratistas, por causa o con ocasión de lesiones, incapacidad total o parcial, o muerte, como resultado del desempeño y/o ejecución del trabajo aquí encomendado, objeto del presente contrato.
- 10.4 A petición del Banco, La Consultora deberá retirar a su personal debido a un desempeño deficiente o a conflictos en el lugar de trabajo durante la realización de los servicios de consultoría, y a petición del Banco, deberá hacer todos los esfuerzos razonables para asignar nuevo personal idóneo para la ejecución de los servicios contratados. Si durante el presente Contrato La Consultora, por su propia iniciativa elimina o sustituye a algún personal clave asignado al Banco, asumirá el costo de 5 días hábiles para que el personal recientemente asignado adquiera un nivel

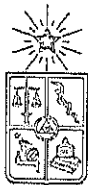
²² El Banco exige a la Firma Consultora, sus accionistas controlantes, funcionarios, agentes y personal usado en la ejecución de los Servicios de Consultoría, al igual que a cualquier controlante, cualquier subsidiaria y cualquier sub-contratista y proveedor (y sus accionistas controlantes, funcionarios, agentes y personal usado en la ejecución de los Servicios de Consultoría) observar los más altos niveles éticos y no incurrir en Prácticas Prohibidas.

El Banco ha establecido mecanismos para reportar denuncias de Prácticas Prohibidas. Toda denuncia deberá ser remitida a la Oficina de Integridad Institucional (OII) del Banco por cualquiera de los medios señalados en la siguiente dirección electrónica: (<http://www.iadb.org/es/temas/transparencia/integridad-en-el-grupo-bid/como-se-denuncia-el-fraude-y-la-corrupcion,2872.html>). Las denuncias podrán ser presentadas confidencial o anónimamente.

El Banco ha adoptado Procedimientos de Sanciones para la resolución de casos (<http://www.iadb.org/document.FCm?id=39676379>). Si el Banco determina que una Práctica Prohibida ha ocurrido, podrá tomar acciones apropiadas de conformidad con la Política para la Selección y Contratación de Empresas Consultoras para Trabajo

El término "Prácticas Prohibidas" denota cualquier acto corrupto, fraudulento, coercitivo, colusorio u obstructivo que se lleve a cabo en una actividad financiada por el Banco y sea cometido por una parte involucrada en dicha actividad, según los términos que se definen a continuación:

- a. una "práctica corrupta" consiste en ofrecer, dar, recibir o solicitar, directa o indirectamente, cualquier cosa de valor para influenciar indebidamente las acciones de otra parte;
- b. una "práctica fraudulenta" es cualquier acto u omisión, incluida la tergiversación de hechos y circunstancias, que deliberada o imprudentemente engañen, o intenten engañar, a alguna parte para obtener un beneficio financiero o de otra índole, o para evadir una obligación;
- c. una "práctica coercitiva" consiste en perjudicar o causar daño, o amenazar con perjudicar o causar daño, directa o indirectamente, a cualquier parte o a sus bienes para influenciar indebidamente las acciones de una parte;
- d. una "práctica colusoria" es un acuerdo entre dos o más partes realizado con la intención de alcanzar un propósito inapropiado, incluido influenciar en forma inapropiada las acciones de otra parte;
- e. una "práctica obstructiva" consiste en: (i) destruir, falsificar, alterar u ocultar deliberadamente prueba(s) importante(s) para la investigación o realizar declaraciones falsas ante los investigadores con el fin de impedir materialmente una investigación del Grupo del Banco sobre denuncias de una práctica corrupta, fraudulenta, coercitiva o colusoria; y/o amenazar, hostigar o intimidar a cualquier parte para impedir que divulgue su conocimiento de asuntos que son importantes para la investigación o que prosiga la investigación; o (ii) actos realizados con la intención de impedir sustancialmente el ejercicio de los derechos del Banco a realizar inspecciones y auditorías.



productivo. Cualquier cambio en el equipo de expertos asignados debe ser aprobado previamente por el Banco.

- 10.5 La Consultora se compromete con el Banco, a realizar esfuerzos razonables para asegurar que todo el personal clave y/o in situ, que realiza servicios de consultoría en virtud de este Contrato no esté emparentado con un empleado activo del Banco²³, o esté sujeto a restricciones de trabajo en virtud de su empleo anterior en el Banco. Si se llega a conocer que algún empleado clave y/o in situ que realiza los servicios de consultoría es familiar de un empleado del Banco, La Consultora deberá reemplazar, sin demora, a dicho empleado, con alguien que tenga habilidades equivalentes, sin costo adicional para el Banco.

11. ESTÁNDARES DE EJECUCIÓN

- 11.1 La Consultora deberá realizar los servicios de consultoría aquí mencionados, con el debido cuidado, habilidad y diligencia, de conformidad con los estándares nacionales e internacionales de habilidad profesional y de atención comunes a la profesión. La Consultora deberá hacerse responsable de la calidad profesional, precisión técnica, así como de la integridad y la coordinación de lo relacionado con los "Servicios de Consultoría" realizados en virtud del presente Contrato.

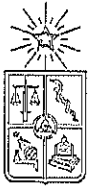
12. ACCESO A LA INSPECCIÓN DEL TRABAJO Y AUDITORÍA

- 12.1 El Banco deberá, en todo momento, tener acceso a los "Servicios de Consultoría" que se llevan a cabo en virtud del presente contrato, donde quiera que estén en curso o preparación. El Banco tendrá el derecho a hacer observaciones en cualquier momento sobre el rendimiento de La Consultora y de solicitar modificaciones en la ejecución y la preparación de los servicios de consultoría dentro del ámbito del presente Contrato. La Consultora deberá conservar y mantener cuentas y registros precisos con respecto a los servicios descritos en el presente documento, de conformidad con los principios contables aceptados internacionalmente, y en la forma y detalle que identifiquen claramente todos los cargos y costos pertinentes y las bases de acreditación de los mismos. La Consultora le permitirá al Banco o a su representante designado, inspeccionar y auditar todas las cuentas y registros pertinentes periódicamente, incluyendo de conformidad con la sección 9.10 de este Contrato. La Firma Consultora deberá conservar todas las cuentas y archivos relacionados con el presente Contrato por un período de siete (7) años después del pago final conforme a este Contrato, a menos que se establezca de parte de cualquier donante del Banco y a través del Banco se manifieste lo contrario.
- 12.2 La Consultora reconoce y acepta que en caso de que requieran el acceso de su parte y / o cualquiera de sus funcionarios, empleados o subcontratistas a los sistemas internos del Banco a través de conexiones informáticas en cualquier tiempo, obtendrá la aprobación previa y por escrito del Departamento de Tecnologías de Información del Banco. Además, La Consultora entiende y acepta que el Banco tiene el derecho de auditar las medidas de seguridad en vigor en cualquiera de los sistemas conectados en cualquier momento, sin previo aviso, y de interrumpir inmediatamente cualquier conexión de red con cualquier sistema de La Consultora, que el Banco considere cuenta con medidas de seguridad insuficientes.

13. ARBITRAJE

- 13.1 Si surgiere alguna controversia grave o insalvable entre La Consultora y el Banco en cuanto a la ejecución o interpretación del presente contrato o a cualquier asunto o tema en relación con las mismas, que no pueda ser solucionada mediante un acuerdo amistoso, , después de que una de las partes dé Aviso de la diferencia o controversia a la otra, , la misma se someterá a arbitraje y resolución definitiva de

²³ Cónyuge, pareja de hecho, madre, padre, hermano, hermana, hijo, tío, tía, sobrino, sobrina, (yerno-nuera-cuñado(a)), abuelo, nieto, primo hermano, (padrastra-madrastra-hijastro-hijastra), (suegro o suegra), y los cónyuges de los cuñados o cuñadas, (nietos-tío-tía-sobrino-sobrina-abuelos) registrados por el Banco



conformidad con las reglas establecidas para el efecto, por la cámara de comercio local donde se ejecute el contrato. Los gastos de cualquier procedimiento de arbitraje correrán a cargo de La Consultora y el Banco a partes iguales.

14. JURISDICCIÓN Y LEY APLICABLE

- 14.1 Todas las cuestiones, asuntos o controversias, incluyendo, pero no limitado a las cuestiones de interpretación, construcción, validez y ejecución derivadas del presente contrato podrá impedir cualquier derecho, privilegio o inmunidad otorgados al Banco o al personal del Banco en virtud su Convenio Constitutivo amparado de acuerdo a la ley nacional de cualquier país miembro del Banco o al derecho internacional.

15. ANUNCIO DE LA ADJUDICACIÓN

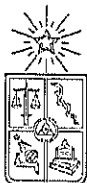
- 15.1 La Consultora deberá obtener el previo consentimiento por escrito del Banco antes de usar el nombre del Banco para cualquier propósito.

16. INDEMNIZACIÓN

- 16.1 La Consultora acepta defender, indemnizar y mantener al Banco, sus funcionarios, empleados, agentes, e invitados al margen de todo perjuicio y de cualquier reclamación, responsabilidad, causa de acción, juicio, daño, costo y gasto, incluyendo, pero no limitado a honorarios razonables de abogados, todos y cada uno de ellos pudiendo sostener como causa de los daños o lesiones el alcance causado por La Consultora, sus funcionarios, empleados o subcontratistas, ya sea por acción u omisión culposa o negligente, incluyendo, pero no limitado a, cualquier uso o divulgación no autorizada de información confidencial o de propiedad del Banco o de un tercero, pero en posesión del Banco, o servicios de consultoría inadecuados o defectuosos. Adicionalmente, La Consultora acuerda defender, indemnizar y mantener al Banco, sus funcionarios, empleados y subcontratistas al margen de cualquier reclamación relacionada con la contratación, realizada por personal contratado para realizar los servicios de consultoría descritos en el presente Contrato, pero sólo en la medida en que la reclamación relacionada con la contratación sea causada por La Consultora.

17. SEGUROS

- 17.1 La Consultora deberá contar con una cobertura de seguros satisfactoria para el Banco y aplicable a todos los aspectos de sus servicios profesionales y frente a cualquier bien mueble o inmueble que pueda ser utilizado en la prestación de los servicios descritos en el presente documento, y que sea válida en el país donde se llevan a cabo los servicios de consultoría. Antes del inicio de la prestación de los servicios, La Consultora presentará al Banco evidencia de dicha cobertura, así como en cualquier otro momento en que esta sea requerida.
- 17.2 La Consultora, sus funcionarios, empleados y subcontratistas entienden que el Banco no es responsable de los seguros de vida, salud y accidentes de los empleados o subcontratistas encargados por La Consultora.
- 17.3 La Consultora, sus funcionarios, empleados o subcontratistas entienden que el Banco no es responsable de cualquier bien personal que puedan introducir a las instalaciones del Banco, y aceptan cubrirlo con sus propias pólizas de seguro, para cualquier cobertura en caso de daños, desaparición o destrucción de dichos bienes; a renunciar a cualquier derecho de subrogación, y deberán mantener al Banco al margen de cualquier responsabilidad, reclamo, daño, juicio, costo o gasto que ellos o su compañía de seguros puedan tener contra el Banco, en relación con el daño, desaparición o destrucción causado a dichos bienes.
- 17.4 Ninguna de las disposiciones de la totalidad del Contrato entre La Consultora y el



UNIVERSIDAD
DE CHILE

Banco deberá interpretarse como una disminución de la responsabilidad legal, como se especifica en los artículos 10 (Garantías), 16 (Indemnización) y 17 (Seguros).

18. AVISOS

- 18.1 Cualquier aviso o solicitud que requiriera entregado o hecho en virtud del presente Contrato deberá haber sido debidamente realizado o entregado por correo electrónico o correo tradicional a la entidad, redactado de la siguiente manera:

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

Calle Luis F. Thomen, esq. Winston Churchill, Piso 10
Santo Domingo
República Dominicana

Atención: Sr. Jorge Mercado, Especialista Sectorial

Con copia los siguientes correos electrónicos:

Jorgem@iadb.org; helenc@iadb.org

Y OCSU.procurement@iadb.org

Consultor: UNIVERSIDAD DE CHILE

Av. Tupper 2007

Santiago, Chile

Atención: Sr. Carlos Benavides;

Correo electrónico: decanato@ing.uchile.cl

19. MODIFICACIONES, EXTRAS Y ENMIENDAS

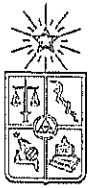
- 19.1 Todas las modificaciones al presente Contrato se harán por escrito. La Consultora deberá presentar una propuesta formal para obtener la aprobación del Banco y realizar la ejecución formal de las modificaciones necesarias al presente Contrato.
- 19.2 Todas las modificaciones para que tengan validez, deben ser realizadas antes de la expiración del presente Contrato. A menos que el Banco expresamente lo autorice o diligencie.
- 19.3 Todas estas modificaciones, extras y órdenes de cambio sólo deberán realizarse mediante modificación por escrito firmada por funcionarios autorizados del Banco y por el funcionario de La Consultora debidamente autorizado. En caso de que La Consultora efectúe cualquier cambio sin dicha modificación por escrito, se considerará que tales cambios han sido hechos sin la debida autoridad y no se harán ajustes al precio del contrato para cubrir cualquier incremento en los costos en que se haya incurrido como resultado de ello.

20. FIRMA ELECTRÓNICA

- 20.1 La firma electrónica de los contratos, modificaciones, correcciones, avisos o cualquier otro procedimiento en virtud del presente Contrato, se considerará como una firma original del representante respectivo debidamente autorizado.

21. RESCISIÓN

- 21.1 El Banco podrá dar por terminado este Contrato en su totalidad, o en parte, a su conveniencia, en cualquier momento y por cualquier circunstancia y podrá pagar por decisión unilateral a La Consultora por los servicios realizados de manera satisfactoria hasta la fecha de dicha rescisión. Igualmente, el Banco podrá rescindir el presente Contrato, mediante notificación por escrito, en cualquier momento si: 1) Por razón de huelga, guerra, disturbios, emergencia nacional, catástrofes naturales o casos fortuitos, el cumplimiento de las obligaciones de la Consultora descritas en este documento se ve afectada sustancialmente por un período prolongado, 2) La Consultora presenta una solicitud de proceso de bancarrota, se declara en quiebra,



o consigue un nuevo dueño para su negocio; 3) La Consultora asigna o subcontrata cualquiera de sus obligaciones o derechos en virtud del presente Contrato sin el consentimiento previo por escrito del Banco; o 4) la Consultora hace asignación de los entregables del Contrato para el beneficio de los acreedores; 5) La Consultora no es capaz de remediar cualquier incumplimiento del Contrato dentro de los diez (10) días siguientes al recibo de la notificación escrita por parte del Banco, de dicho incumplimiento; 6) La Consultora y el Banco no logran llegar a un acuerdo mutuo con respecto a cualquier modificación prevista en el presente Contrato; 7) La Consultora no ha logrado mantener estándares adecuados de desempeño como lo establecen los términos de este Contrato, y no ha respondido adecuadamente a una solicitud de modificación de tal desempeño; 8) el desempeño de la Consultora se ve disminuido debido a acontecimientos imprevistos.

22. PRESENTACIÓN DE INFORMES

22.1 La Consultora y el Banco deberán acordar mutuamente la frecuencia de las reuniones e informes necesarios para controlar y realizar un seguimiento de las actividades de este Contrato, sin embargo, será responsabilidad de La Consultora garantizar que dichas reuniones se lleven a cabo y que los informes sean presentados al Banco.

23. CESIÓN

23.1 Ninguna de las partes podrá ceder este Contrato en su totalidad o en parte, o cualquiera de sus responsabilidades y obligaciones descritas en este documento, sin el consentimiento previo por escrito de la otra parte.

24. DIVISIBILIDAD

24.1 Si alguna disposición de este Contrato fuere declarada inválida por un árbitro o un tribunal de jurisdicción competente, las disposiciones restantes no se verán afectadas y permanecerán en pleno vigor y efecto.

25. NO EXCLUSIVIDAD

25.1 Ningún punto de este Contrato será interpretado para restringir que el Banco solicite, contrate o realice un trabajo similar o idéntico a los servicios de consultoría provistos por La Consultora.

26. INTEGRACIÓN

26.1 Los términos y condiciones del presente Contrato, incluyendo cualquier archivo adjunto incorporado en el presente documento y adjunto al mismo, representan la totalidad del Contrato. No hay promesas, términos, condiciones u obligaciones distintos de los contenidos en este documento. El presente Contrato anulará todos los comunicados, o acuerdos anteriores, ya sean orales o escritos, entre las partes del presente contrato.

Los funcionarios o representantes debidamente autorizados, tanto de EL BID, como de La Consultora firman el presente contrato en 2 (dos) ejemplares del mismo tenor y valor, encontrándose de conformidad y en señal inequívoca de aceptación en cuanto a su forma y contenido.

Firmado por la Sra. Flora Montealegre Painter, por el Banco Interamericano de Desarrollo y el Sr. Ennio Vivaldi Véjar, por la Universidad de Chile.

ANEXO A

27. DR-T1128-P001

TÉRMINOS DE REFERENCIA

DETERMINACIÓN DE LA MÁXIMA PENETRACIÓN DE GENERACIÓN RENOVABLE EN EL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL INTERCONECTADO (SENI) EN FUNCION DE LA SEGURIDAD Y LA CAPACIDAD DEL SISTEMA DE TRANSMISION

DR-T1128

ATN/OC-15643-DR "Estudio Regulatorio del Mercado Eléctrico"

GLOSARIO

CONSEJO	Órgano superior de administración de la SIE
CNE	Comisión Nacional Energía de la República Dominicana
ETED	Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana
LGE	Ley General de Electricidad 125-01
MEM	Mercado Eléctrico Mayorista de la República Dominicana
OC	Organismo Coordinador del SENI
RLGE	Reglamento para aplicación de la LGE
SENI	Sistema Eléctrico Nacional Interconectado
SIE	Superintendencia de Electricidad de la República Dominicana
TDR	Términos de Referencia

1. ANTECEDENTES

La evolución del sector eléctrico en República Dominicana, en los próximos cinco a diez años, estará marcada por el cambio de la matriz energética nacional, la necesidad de darle preeminencia y observancia a las leyes del mercado liberalizado, por la seguridad del abastecimiento, la búsqueda permanente de ventajas competitivas, la sostenibilidad y el desarrollo económico del sector, y por la protección del medio ambiente.

Conforme con las tendencias actuales que promueven que los países se enfoquen en la seguridad del abastecimiento energético como el eje central del desarrollo de sus economías, la República Dominicana se levanta como referencia entre los países de la región que han decidido explotar sus recursos renovables de una forma intensiva y eficiente, mediante la promulgación de la LEY DE INCENTIVOS A LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y SUS REGÍMENES ESPECIALES (LEY 57-07).

El impacto que sobre la matriz energética de algunos los países están teniendo las energías renovables es significativa, destacándose las energías eólica y fotovoltaica como las de mayor crecimiento a nivel mundial, gracias a los avances tecnológicos logrados para su integración en la operación de los sistemas eléctricos de potencia.

Para aprovechar plenamente estos recursos renovables es importante minimizar los efectos adversos del impacto que provoca su intermitencia en la calidad y seguridad del servicio. El aumento de la energía eólica demandará cambios en los criterios de operación y en los esquemas de protección y control del Sistema Eléctrico Nacional Interconectado (SENI). En lo que respecta a la energía solar fotovoltaica el país experimenta un gran crecimiento a pequeña escala, asociada al Programa de Medición Neta, existiendo además grandes y medianos proyectos en desarrollo de generación distribuida. El primero, con capacidad de 30 MW, se interconectó al SENI recientemente.

Uno de los elementos que en la operación del sistema puede resultar afectado por la generación eólica, en el marco de la prestación de los servicios de regulación de frecuencia y tensión, es la calidad del servicio. En la actualidad el sistema eléctrico dominicano mantiene indicadores de calidad de frecuencia y tensión por debajo de los estándares establecidos por la norma, lo cual unido al desempeño aleatorio de los aerogeneradores, podrían provocar un deterioro en la calidad de los mismos. Para permitir el máximo aprovechamiento posible de la energía eólica será necesario identificar las soluciones más efectivas, que permitan garantizar un control adecuado de la frecuencia y de la tensión. El balance generación-demanda deberá asegurarse en todo instante para evitar desvíos significativos de la frecuencia, así como también un control efectivo de las variaciones de tensión, originadas por fluctuaciones de potencia eólica.

En la actualidad el parque de generación cuenta con una capacidad efectiva de 3,552.8 MW, de los cuales 80% corresponde a generación térmica, 18% a generación hidráulica y 2% a generación eólica, y una demanda máxima abastecida de aproximadamente 2,079.56 MW.

El Estado Dominicano como resultado de la promulgación de la LEY 57-07, a través de los organismos competentes, ha otorgado concesiones para proyectos de generación de energía eléctrica en parques eólicos y fotovoltaicos por un total de 911.15 MW: (i) 723.25 MW corresponden a Parques Eólicos y, (ii) 187.90 MW a Proyectos Fotovoltaicos.

Actualmente se encuentran en operación los parques eólicos: JUANCHO LOS COCOS de 25.2 MW, LOS COCOS 2 de 52 MW, QUILVIO CABRERA de 8.25 MW y LARIMAR de 49.9 MW; y el Parque Fotovoltaico JRC/ Electronic de 30 MW de capacidad. Para un total de 165.35 MW.

Se encuentran en construcción: (1) EL PROYECTO EÓLICO CUATRO VIENTOS, de 50 MW de capacidad; y (2) PARQUE EÓLICO DEL CARIBE, 100 MW de capacidad.

El Artículo 4 de la Ley 57-07, establece que la Superintendencia De Electricidad (SIE) en coordinación con la Comisión Nacional De Energía De La República Dominicana (CNE), en lo que respecta a la generación de energía eléctrica con fuentes de energías renovables, establecerá límites a la concentración de la oferta por provincia o región, y al porcentaje de penetración de la potencia eléctrica en cada sub-estación del sistema de transmisión, con la finalidad de propiciar seguridad en la estabilidad del flujo eléctrico inyectado al Sistema Eléctrico

Nacional Interconectado (SENI). En este mismo sentido, el Artículo 117 del reglamento de aplicación de la Ley 57-07, dicta que la SIE deberá establecer el límite de penetración de potencia de fuentes de energía renovable no gestionable, en función de la situación de consumo – generación, y límites motivados por riesgos estáticos y dinámicos de la red.

2. OBJETIVO

Esta CONSULTORÍA tiene por objeto determinar el nivel de penetración de la energía renovable en el mediano y largo plazo, teniendo en cuenta la seguridad y la capacidad del sistema de transmisión, determinando que implicaciones tiene para el despacho, específicamente cómo afecta la suficiencia del sistema y la reserva disponible. Para tales fines, la firma deberá considerar y tener en cuenta lo siguiente:

El potencial de los recursos eólicos y solar por región o zona geográfica, las restricciones medio ambientales, la capacidad presente y futura del sistema de transmisión y la disponibilidad de generación renovable en servicio, en construcción e identificada para desarrollo en el corto y mediano plazo.

Tipos de tecnologías renovables consideradas: Eólicas y Solar

- a. Para las centrales eólicas considerar las tecnologías de mejores costos eficientes. Se recomienda consensuar los parámetros de las centrales y las especificaciones de los equipos con el OC al inicio de la consultoría.
- b. Para las centrales fotovoltaicas considerar las tecnologías más competitivas para proyectos de 10 – 50 MW interconectados;
- c. Otras recomendadas por la firma

Estudios requeridos

La firma realizará los estudios necesarios para lograr los objetivos del proyecto, incluyendo al menos: Flujo de potencia (condiciones N ó N-1), análisis dinámico (regulación de frecuencia, estabilidad transitoria, contingencias). Los parámetros iniciales y los criterios de desempeño serán acordados previamente con el OC. Deberá definir también la metodología para pasar de medición de viento a valores de potencia.

Subestaciones

La firma considerará para fines del estudio las subestaciones en operación, en construcción y programadas.

Horizonte del Estudio

- a. Es recomendable definir un horizonte de demanda Máxima, Media y Mínima actual y uno futuro de 4 - 10 años.

3. ACTIVIDADES y ALCANCE

La firma deberá ejecutar las actividades que se describen a continuación y entregar los productos, documentos o informes correspondientes.

- Actividad 1:** i) Análisis de la información disponible, que incluya una evaluación del SENI que permita determinar su actual condición, las áreas más críticas, y

recomendaciones para superarlas, teniendo en cuenta que se pueda incrementar la participación de las renovables;

ii) definición de los criterios a utilizar, y realizar los estudios de flujo y de sobrecarga admisible, y de estabilidad dinámica para determinar cómo afectan las energías renovables en el SENI;

Actividad 2: Determinar y cuantificar las limitaciones que impone el sistema de transmisión actual sobre el nivel de penetración de las energías renovables y proponer las mejoras necesarias al mismo;

Actividad 3: Para tres escenarios diferentes recomendar los niveles máximos de penetración de las energías renovables. Los escenarios deben ser consensuados con el Ministerio de Energía y Minas, la Comisión Nacional de Energía, la CDEEE, la ETED, el OC y la SIE. Las instituciones y agentes del sector facilitarán a la firma las informaciones disponibles y consensuarán los supuestos a utilizar en los escenarios de análisis.

Aunque la generación eólica y fotovoltaica es beneficiosa por tratarse del aprovechamiento de recursos renovables no contaminantes que disminuyen la dependencia de combustibles importados, y que además tienen costos marginales casi nulos, pueden, sin embargo, tener algunos impactos negativos que deben ser prevenidos con suficiente anticipación; por ello se hace necesario estimar los impactos en el SENI sobre la red y el despacho que pueden provocar generadores eólicos y fotovoltaicos.

Para tales fines, la firma deberá tomar en cuenta la realización de las tareas enunciadas a continuación, no siendo las mismas limitativas, para lograr los objetivos de la CONSULTORÍA.

- Recopilación y preparación de la información disponible y de los escenarios de análisis; las instituciones del sector y el OC proveerán las informaciones y los supuestos deben ser consensuados con el OC.
- Realizar una simulación dinámica de las distintas tecnologías considerando su ubicación geográfica por provincia o región;
- Proponer una metodología y luego modelar los efectos de corto plazo (etapas horarias) de las energías renovables, con el fin de reconocer los eventuales costos adicionales de operación que puede causar la variabilidad del recurso renovable;
- Realizar simulaciones con el DigSILENT para analizar como la variabilidad aleatoria del viento afecta la estabilidad de la frecuencia en el SENI;
- Realizar análisis de flujo de carga y cortocircuito para determinar cómo se afectan los flujos por las líneas y transformadores, las tensiones y las potencias de cortocircuito en los nodos de las subestaciones, por efecto del desplazamiento de la generación convencional debido a las nuevas centrales de generación renovable y por el incremento también de generación de este tipo más eficiente y económica.

4. PLAN DE TRABAJO.

La firma luego de la contratación, y basado en los presentes TDR, en su Propuesta Técnica, y en las consultas realizadas con los funcionarios de la SIE, la CNE y el OC, presentará a más tardar en cinco (5) días calendarios, a partir de la fecha de la firma del contrato, un “**Plan de Trabajo Detallado**”, que abarque cada una de las actividades especificadas para la presente consultoría, y que deberá incluir (aunque no limitado) lo siguiente:

- a) Descripción detallada de las tareas y acciones que realizará para desarrollar las actividades y lograr los objetivos especificados en los presentes TDR;
- b) Cronograma detallado, con indicación de fechas y plazos claves:
 - i) Inicio y terminación de las actividades, tareas y acciones;
 - ii) Entrega de informes, etc.
- c) Presentación del esquema de contenido de los informes preliminares y del Informe Final, basándose en los presentes TDR.

La SUPERINTENDENCIA con la colaboración de la COMISION NACIONAL DE ENERGIA revisará el plan de trabajo propuesto, y en un plazo no mayor de diez (10) días laborables, emitirá la aprobación del plan con las modificaciones que considere de lugar.

5. Resultados y Productos esperados. La firma deberá entregar tres informes parciales, uno por cada actividad y un informe final sobre el objeto de la consultoría, conforme se indica a continuación:

- 1) PRIMER INFORME: Contenido de la Actividad 1;
- 2) SEGUNDO INFORME: Contenido de las Actividad 2;
- 3) TERCER INFORME: Contenido de las Actividad 3;
- 4) INFORME FINAL: Contenido de los resultados y recomendaciones finales.

La firma deberá entregar a la SUPERINTENDENCIA los informes vía carta formal, presentados en: (i) Formato físico 8.5” x 11”, en un (1) original y dos (2) copias impresas, exceptuando aquellos documentos (planos, diagramas, tablas, etc.), que por su naturaleza exijan su presentación en tamaños mayores, encuadernados o insertados en carpetas de anillos; y, (ii) Formato digital, en dos (2) discos compactos (CD o DVD). Los informes deberán contener, sin que la presente enunciación sea limitativa, los siguientes acápites:

- i) Portada;
- ii) Índice;
- iii) Resumen Ejecutivo;
- iv) Contenido.

En adición, la firma deberá entregar el modelo utilizado para el estudio en formato CIM o similares.

6. PLAZO TOTAL EJECUCIÓN y PLAZOS DE ENTREGA.

Plazo total para ejecución de la consultoría. La firma deberá realizar los trabajos en un plazo máximo de cuatro (4) meses contados a partir de la firma del Contrato.

La SUPERINTENDENCIA remitirá a la firma, sus observaciones, las de la COMISION NACIONAL DE ENERGIA, el OC y el Ministerio de Energía y Minas, vía carta formal o correo electrónico, sobre cada informe, en un plazo máximo de cinco (5) días laborables, contados a partir de la recepción del mismo. La firma tendrá cinco (5) días laborables a partir de la recepción de los comentarios para presentar la versión definitiva del informe.

7. INFORMACIÓN DE SOPORTE

El OC, la CNE y la SIE proporcionarán a la firma las siguientes informaciones, las cuales le servirán de soporte para la realización de la CONSULTORÍA.

- Base de Datos en DigSILENT con datos básicos de todos los componentes de red (generadores, transformadores, equipos de maniobra, líneas, etc...). Esta base de datos será entregada por el ORGANISMO COORDINADOR.
- Estudio de las características necesarias de la red eléctrica para la evacuación de la energía eólica en la República Dominicana elaborado por CENER, publicado en fecha noviembre 2008. Está disponible en la SUPERINTENDENCIA.
- Tesis de Máster "Determinación de Índices de Penetración Eólica en el Sistema Eléctrico Nacional Interconectado de República Dominicana". Está disponible en la SUPERINTENDENCIA.
- Información de todos los proyectos eólicos y fotovoltaicos que han solicitado concesión provisional. Estas informaciones serán entregadas por la COMISION NACIONAL DE ENERGIA.
- Información de todos los proyectos eólicos y fotovoltaicos interconectados al SENI. Estas informaciones serán entregadas por la COMISION NACIONAL DE ENERGIA.
- Plan de Expansión de Transmisión 2013-2020. Estas informaciones serán entregadas por la SUPERINTENDENCIA.
- Procedimiento complementario para la integración y operación de las centrales de generación de régimen especial en el SENI. Está disponible en la SUPERINTENDENCIA.
- Ley General de Electricidad 125-01 y su reglamento de aplicación. Está disponible en la SUPERINTENDENCIA.
- Ley de incentivo a las energías renovables y sus regímenes especiales y su reglamento de aplicación. Está disponible en la SUPERINTENDENCIA.

- Análisis de la Penetración Eólica en el SENI 2016. Publicado por Empresa Generadora de Electricidad Haina (EGE HAINA).

8. Calendario de Pagos

- Primer pago – 20% del monto total del contrato a la firma para financiar los viajes. *
- Segundo pago- 20% contra aceptación por parte de SIE y el Banco al primer informe
- Tercer pago- 20% contra aceptación por parte de SIE y el Banco al segundo informe
- Cuarto pago- 20% contra aceptación por parte de SIE y el Banco al tercer informe
- Quinto pago- 20% contra aceptación por parte de SIE y el Banco al Informe Final

* Viaje y participación en reuniones presenciales con contraparte (2 viajes: inicio, plan de trabajo y recolección de información, presentación final y participación en workshop).

ANEXO B

Estudio de penetración aceptable de ERNC en República Dominicana

Propuesta técnica y económica. Marzo
2017

Contenido

1	Introducción.....	18
1.1	Objetivos.....	18
1.1.1	Objetivo general.....	18
2	Sobre el Centro de Energía y el equipo de trabajo	18
3	Actividades.....	20
3.1	Metodología general.....	20
3.2	Planificación de la expansión de la generación y transmisión	21
3.3	Simulación de la operación con modelos de predespacho	22
3.3.1	Descripción de simulaciones	22
3.3.2	Análisis de sensibilidad.....	25
3.4	Selección de puntos de operación y contingencias críticas	25
3.5	Estudio de estabilidad	26
3.6	Recomendaciones finales	26
4	Plan de trabajo	27
5	Equipo de trabajo	28
6	Presupuesto	28
7	Confidencialidad.....	28

1. Introducción

En los últimos años se ha observado un importante incremento de la capacidad instalada de energías renovables no convencionales (ERNC) a nivel mundial. Esto ha venido acompañado de una importante disminución de los costos de inversión, lo que ha hecho que estas tecnologías se vuelvan más atractivas para los inversionistas. Las ventajas de estas tecnologías son múltiples: no emiten gases de efecto invernadero y contribuyen a la mitigación del cambio climático, tienen menos impactos ambientales y tienen menos rechazo social que las tecnologías convencionales. Sin embargo, una de sus desventajas es la variabilidad intra-anual e intra-día de su generación, lo que hace que se deba gestionar de mejor manera los requerimientos de reserva del sistema. En este sentido, este estudio tiene como objetivo analizar los niveles técnicamente aceptables de penetración de en el sistema eléctrico nacional interconectado (SENI) para el corto, mediano y largo plazo en República Dominicana. Este documento corresponde a la propuesta técnica y económica preparada por el Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemática de la Universidad de Chile⁶ para el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

El objeto de este estudio es determinar los niveles técnicamente aceptables de ERNC en el sistema eléctrico nacional interconectado (SENI) para el corto, mediano y largo plazo, teniendo en cuenta la(s) (i) capacidad del sistema de transmisión, (ii) condiciones de seguridad operativa, que incluya un análisis del despacho, reserva operativa y estabilidad transitoria, entre otros, y, (iii) las implicaciones económicas de imponer ciertos niveles de aporte de ERNC en el SENI.

2. Sobre el Centro de Energía y el equipo de trabajo

El Centro de Energía tiene una amplia experiencia en el desarrollo y uso de modelos de planificación de largo plazo, modelos de coordinación hidrotérmica, modelos de operación de corto plazo y modelo de simulaciones dinámicas. En los últimos 5 años se han desarrollado más de 20 proyectos relacionados con la temática de esta propuesta. Los resultados de algunos de estos proyectos han ayudado a definir la política energética de largo plazo del gobierno de Chile. Por ejemplo, los resultados del estudio "Mesa de ERNC" ayudaron a definir la meta de 70% de energías renovables al 2050 de la actual política energética de largo plazo⁷.

Algunos de los proyectos destacados se indican a continuación los cuales están relacionados con la temática de esta consultoría.

Tabla 1: Proyectos destacados en los cuales ha participado el Centro de Energía de la U. de Chile.

Proyecto	Modelos utilizados	Descripción del proyecto
Mesa de Geotermia, (Ministerio de Energía, 2017)	Modelo de planificación PET Modelo de coordinación hidrotérmica PLP Modelo de predespacho o <i>unit commitment</i> PCP	Identificar el impacto sistémico que puede introducir el desarrollo de la geotermia en el sistema eléctrico interconectado, analizando los eventuales beneficios, co-beneficios y elementos diferenciadores de la geotermia ⁸ .
Propuesta de metodología para selección de escenarios robustos en una planificación energética de largo plazo (BID, Ministerio de Energía, 2016)	Metodología para ser utilizadas en modelos de planificación	Se desarrolla metodología para definir los planes de expansión de largo plazo en el contexto de la Planificación Energética que elabora el Ministerio de Energía ⁹ .

⁶ <http://centroenergia.cl/>

⁷ <http://www.energia2050.cl/wp-content/uploads/2016/07/Politica-Energetica-Nacional.pdf>

⁸ <http://www.minenergia.cl/mesa-geotermia/>

⁹ http://www.minenergia.cl/archivos_bajar/2016/12/PT_PELP_5Dic16.pdf

Actualización del modelo PCP, Centro de Despacho Económico de Carga del SIC (CDEC-SIC), 2016	Modelo de predespacho o <i>unit commitment</i> PCP	Se actualizó el modelo de predespacho con el objeto de incorporar nuevas restricciones. La versión actualizada permite modelar escenarios de alta penetración de ERNC ¹⁰ .
Introducción de ERNC al Sistema Interconectado Nacional, Centro de Despacho Económico de Carga del SIC (CDEC-SIC), 2016.	Modelo de predespacho o <i>unit commitment</i> . Simulaciones dinámicas con DigSilent. Integración de resultados con bases de datos PLP	Se analizaron escenarios de alta penetración de ERNC en el Sistema Interconectado Nacional para los años 2021 y 2025 ¹¹ .
Optimal management of Liquefied Natural Gas (LNG) infrastructure and contracts in the Chilean energy system, Comisión Nacional de Energía (CNE), Prosperiy Fund, 2016	Modelo de coordinación hidrotérmica PLP	Se analiza la operación óptima de los terminales de regasificación de GNL en escenarios de penetración de ERNC.
Actualizaciones modelo PLP, CDEC-SIC. Esto incluye más de 5 proyectos independientes desarrollados para el Centro de Despacho Económico de Carga del SIC (CDEC-SIC), 2013-2016.	Modelo de coordinación hidrotérmica PLP	Se realizaron mejoras al modelo de coordinación hidrotérmica que utiliza el Centro de Despacho de Carga CDEC-SIC. Algunas mejoras: Procesamiento multinúcleo, Escalamiento y estabilidad numérica. Compatibilidad con diversos motores de optimización (CPLEX, GUROBI, CLP); mejoras en diversas formulaciones del modelo eléctrico e hidráulico, como por ejemplo: modelo de embalses con múltiples salidas, reformulación de los convenios de riego y tratamiento de afluentes ficticios mediante cortes de factibilidad.
Mesa de ERNC, Ministerio de Energía, 2014-2015.	Modelo de planificación PET Modelo de coordinación hidrotérmica PLP Modelo de predespacho o <i>unit commitment</i> propio	Se analizaron distintos escenarios de penetración de ERNC para el horizonte 2015-2032. Los resultados de este estudio ayudaron a definir la meta de 70% de penetración de energías renovables al año 2050 ¹² .
Desarrollo modelo de integración de ERNC variables de corto y de largo plazo, Colbún, 2016.	Modelo de coordinación hidrotérmica PLP, versión Chebyshev	Desarrollo de un modelo de coordinación hidrotérmica de largo plazo utilizando algoritmos computacionales complejos. Este modelo permite tener una mejor representación temporal para modelar la introducción de ERNC.

¹⁰<https://sic.coordinadorelectrico.cl/novedades/cdec-sic-otorgara-de-manera-gratuita-licencias-para-uso-del-software-modelo-pcp/>

¹¹<https://sic.coordinadorelectrico.cl/informes-y-documentos/fichas/estudios-de-planificacion/attachment/estudio-integracion-de-ernc-al-sistema-interconectado-nacional-informe-final-preliminar/>

¹² <http://www.energia2050.cl/es/documentos/mesa-ernc/>

Zonificación del sistema eléctrico nacional chileno para optimizar su despacho económico seguro, Centro de Despacho Económico de Carga del SING (CDEC-SING), 2016.	Modelos de operación de corto plazo	Se propuso una metodología para definir requerimientos de reserva por zona (la metodología actual no hace una definición por zona).
Estudio de proyección de corto, ENAP, 2016.	Modelo de coordinación hidrotérmica PLP	Estudio para proyectar la operación del sistema en el mediano y largo plazo.
Energía 2050, Ministerio de Energía, 2015.	Modelo de planificación del sector generación eléctrica	El Centro de Energía brindó apoyo técnico al equipo consultivo que lideró la elaboración de la política energética de largo plazo de Chile ¹³ .
Desarrollo de solución para la conexión del PLP con PLEXOS, ECL, 2013-2014.	Modelo de coordinación hidrotérmica PLP Modelo de predespacho o <i>unit commitment</i> PLEXOS	Se asesoró a empresa ECL para ejecutar de manera secuencial el modelo de coordinación hidrotérmica PLP con el modelo de predespacho PLEXOS.
Impacto de niveles de penetración de ERNC en la operación del SIC y SING, 2014	Modelos de coordinación hidrotérmica PLP Modelo de predespacho o <i>unit commitment</i> Modelo Digsilent para Sistema Interconectado del Norte Grande (SING).	Estudios previos a la "Mesa de ERNC" para analizar la penetración de energías renovables en horizontes de largo plazo.
MAPS-Chile, Ministerio de Medio Ambiente, 2011-2013	Modelo de planificación del sector generación eléctrica	Estudio donde se analizaron más de 100 medidas de mitigación de gases de efecto invernadero para el horizonte 2014-2050. Los resultados de este estudio ayudaron a definir el compromiso de reducción que presentó Chile en la COP que se desarrolló en París de 2015 ¹⁴ .
Plataforma escenarios energéticos - Chile 2030, Fundación Chile, 2014-2015.	Modelo de planificación PET	Análisis de escenarios de penetración de ERNC para el año 2030. El Centro de Energía realizó las proyecciones de los planes de expansión. ¹⁵

Asimismo, sus miembros participan de actividades de capacitación en el Diplomado Coordinación de Sistemas Eléctricos Hidrotérmicos e Integración de Energías Renovables del ECODIE de la Universidad de Chile. En este diplomado se enseñan los aspectos teóricos de los modelos de coordinación hidrotérmica y se capacita en el uso del modelo PLP¹⁶.

3. Actividades

A continuación se describen las actividades a desarrollar por el consultor.

3.1 Metodología general

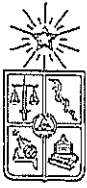
La metodología general considera la utilización de distintas herramientas computacionales que se describen a continuación.

¹³ <http://www.energia2050.cl/es/energia-2050/hoja-de-ruta-al-2050/>

¹⁴ <http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/05/2015-INDC-web.pdf>

¹⁵ <http://fch.cl/recurso/sustentabilidad/escenarios-energeticos-2030/>

¹⁶ <http://ecodie.cl/diploma-coordinacion-de-sistemas-electricos-hidrotermicos-e-integracion-de-ernc/>



1. **Planificación de la expansión de la generación y transmisión:** En una primera etapa se simularán distintos planes de expansión de largo plazo de la generación y transmisión en República Dominicana. Los planes de obras serán modelados utilizando el software PET. El modelo PET entrega como resultado el plan de obras de generación y transmisión que minimiza el valor esperado del costo de inversión de nuevas centrales y líneas de transmisión, el costo de operación y mantenimiento anual (COMA), los costos variables (combustible y no combustible) y el costo de la energía no suministrada. El modelo está sujeto a distintas restricciones técnicas tales como balance oferta-demanda, límites de generación y transmisión, etc. El modelo se resuelve utilizando un horizonte de evaluación de largo plazo para el horizonte 2017-2032. Como resultado de este ejercicio se espera obtener 2 planes de expansión: "Plan de Obras Base" y un "Plan de Obras ERNC" (con 25% de ERNC a año 2030).
2. **Simulaciones de corto plazo:** Los resultados de los planes de expansión de largo plazo serán utilizados para realizar simulaciones de corto plazo. Se simulará en detalle la operación de los años 2017 y 2030. Para realizar estas simulaciones se utilizará un modelo pre-despacho (o *unit commitment* en inglés). Los parámetros de entrada del modelo de simulación de corto plazo serán ajustados de acuerdo a los parámetros del modelo de planificación. Aquellos parámetros técnicos adicionales serán ajustados de acuerdo a los datos de los parámetros técnicos de las centrales que actualmente operan en República Dominicana. Los parámetros finales que serán utilizados serán acordados con la contraparte técnica previa propuesta fundamentada del consultor.
3. **Selección de puntos de operación y contingencias críticas:** La gran complejidad involucrada en el desarrollo de modelos dinámicos para sistemas eléctricos de potencia, así como los tiempos de ejecución asociados a la simulación dinámica de los mismos, lleva a que analizar la operación de las 8760 horas del año considerando todas las fallas que podrían surgir en el sistema sea un problema inabordable debido al tiempo que se requeriría para su ejecución. Lo anterior resulta aún más evidente si se consideran varios escenarios de expansión a futuro, en cuyo caso un estudio dinámico incluyendo todos los puntos de operación y contingencias posibles es imposible. Por este motivo, un primer paso antes de realizar el estudio dinámico es acotar los puntos a operación y contingencias a simular. El criterio para seleccionar tanto los puntos de operación como las contingencias es en base al criterio del "peor escenario", es decir, se seleccionan aquellos escenarios que representen las peores circunstancias, desde el punto de vista de estabilidad, que podría experimentar el sistema de potencia. En el presente proyecto los puntos de operación y contingencias se seleccionarán a partir de los resultados de las simulaciones de corto plazo considerando criterios de estabilidad.
4. **Estudio de estabilidad:** En base a un modelo dinámico detallado del sistema, se realizarán simulaciones dinámicas para los puntos críticos identificados para el año 2017 y 2030 considerando las contingencias seleccionadas para cada uno de ellos. Las simulaciones serán realizadas con el software Digsilent Power Factory.

A continuación se describe con mayor detalle las actividades a realizar.

3.2 Planificación de la expansión de la generación y transmisión

El estudio considera la elaboración de un Plan de Obras Base y un Plan de Obras ERNC de expansión óptima del sistema eléctrico, tanto de la generación como de las redes de transmisión de más alta tensión necesarias para un abastecimiento adaptado de la demanda.

Para ambos planes de obras, se considerarán dos tipos de ERNC, (i) recursos eólicos y (ii) solar fotovoltaica. Serán considerados proyectos candidatos aquellos disponibles en las bases de datos de la Comisión Nacional de Energía (CNE), y proyectos que elaborará el Consultor de modo de no considerar restricciones por falta de proyectos.

El Plan de Obras Base considerará los costos de inversión y operación de todas las centrales candidatas sin ningún tipo de subsidio.

El Plan de Obras ERNC considerará una reducción en los costos de inversión de modo de alcanzar en forma gradual un nivel de penetración de 25% al año 2030.

Para la elaboración de los planes de obra se utilizará el Modelo de Expansión de Generación y Transmisión PET, que considerará:

-Horizonte de optimización 2017-2032.

-Un sistema de transmisión en los niveles de tensión de 345 y 138 kV, que permita identificar el aumento de las capacidades de transmisión en paralelo con proyectos similares a los existentes. El sistema de transmisión se representará con costos unitarios típicos de inversión, operación, mantenimiento y administración.

-Modelación de la demanda con dos días típicos por trimestre, laboral y no laboral con al menos 7 bloques por día.

-Modelación de las centrales hidroeléctricas con afluentes promedio,

-Modelación de los aportes eólicos con tres condiciones de viento.

-Los parámetros de los proyectos candidatos de generación y transmisión se coordinarán con la CNE, la Superintendencia de Electricidad (SIE) y el Organismo Coordinador.

3.3. Simulación de la operación con modelos de predespacho

3.3.1 Descripción de simulaciones

Se modelará el sistema eléctrico de República Dominicana en una herramienta que define el despacho de las unidades de generación a nivel horario. El análisis de la operación de corto plazo será realizado mediante la simulación de la operación basada en un modelo de predespacho o Unit Commitment (UC). El consultor utilizará la versión actualizada del Modelo de Programación de Corto Plazo (PCP) que utiliza el Centro de Despacho Económico de Carga del Sistema Interconectado Central de Chile, CDEC-SIC (ahora Coordinador Independiente). La versión actualizada del PCP permite modelar las restricciones más relevantes en un sistema con alta penetración de energías renovables (Para más detalles ver notas al pie)¹⁷¹⁸. El consultor trabajó en la actualización de dicho modelo en un proyecto previo.

El modelo de predespacho es un modelo multi-nodal y multi-embalse que resuelve un problema de optimización que minimiza los costos de operación del sistema y está sujeto a un conjunto de restricciones técnicas. El modelo entrega como resultados la generación por centrales, las partidas o encendidos de las unidades, los flujos por las líneas de transmisión, las cotas de embalses, los costos marginales, etc.

La siguiente tabla resumen las características del modelo de operación de corto plazo que será utilizado por el consultor.

Tabla 2: Características del modelo de predespacho utilizado para realizar las simulaciones.

Item	Características
Función Objetivo	Costos variables de generación con representación de funciones de costos lineales por tramos.
	Costos asociados al arranque y detención de unidades.
	Penalización de energía no suministrada por barra.
Restricciones	El balance nodal de demanda por barra (modelo multinodal).
	Balances hidráulicos para centrales de embalse, serie y pasada
	Vertimientos de generación
	Flujos DC por líneas de transmisión. El modelo tiene una representación multinodal.
	Pérdidas de transmisión.
	Restricción de flujos máximos y mínimos por las líneas de transmisión.
	Restricciones de rampas para variaciones de volumen de los embalses.
Restricciones de potencia para centrales con estados de operación binarios (encendido o apagado). Si central está en operación opera entre su potencia mínima y potencia máxima y si la central no está en operación	

¹⁷ <https://sic.coordinadorelectrico.cl/novedades/cdec-sic-otorgara-de-manera-gratuita-licencias-para-uso-del-software-modelo-pcp/>

¹⁸ <https://sic.coordinadorelectrico.cl/informes-y-documentos/fichas/modelos-para-la-planificacion-y-programacion-de-la-operacion-del-sic/>

	Restricciones lógicas asociadas a variables de arranque y detención de centrales.
	Tiempos mínimos de operación y fuera de servicio.
	Rampas de generación en centrales hidráulicas y térmicas.
	Restricciones para modelar el control secundario de frecuencia, tanto de subida como bajada. Se representan las restricciones por unidad y a nivel sistémico.
	Restricciones para modelar el control primario de frecuencia, tanto de subida como de bajada. Se representan las restricciones por unidad y a nivel sistémico.

Para cada uno de los años seleccionados, las simulaciones de la operación de corto plazo serán ejecutadas de manera secuencial en etapas de duración de 7-8 días. Es decir, para cada año se simulan entre 52-54 semanas con resolución horaria. Esto se hace necesario debido a que el modelo de operación de corto plazo es un modelo de optimización entero-mixto (MIP), cuyos tiempos de ejecución crecen exponencialmente con el horizonte de evaluación, haciendo prácticamente inviable la resolución de un problema real con horizonte de tiempo mayores. Lo anterior ha sido verificado por el consultor en su experiencia en estudios previos.

La siguiente figura muestra el esquema secuencial de simulación de la operación de corto plazo.

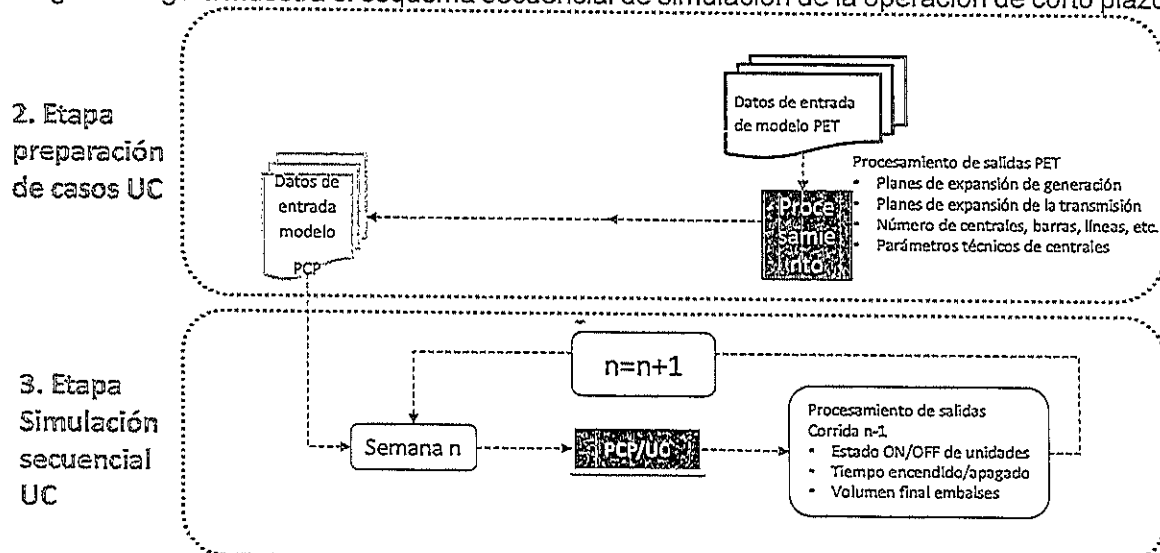


Figura 1: Metodología desarrollada por el Centro de Energía de la Universidad de Chile.

Los datos de entrada y salidas de las simulaciones con el modelo PET es un dato de entrada para las simulaciones de corto plazo. Las simulaciones de corto plazo se ejecutan en forma secuencial. Las condiciones finales de operación de la semana "n" fijan las condiciones iniciales de la operación de la semana "n+1". Ejemplo de estas condiciones son: el número de horas encendidas o apagada de las centrales, las potencias iniciales, los volúmenes de los embalses, etc. Este proceso se ejecuta en forma automática utilizando rutinas programadas por el consultor haciendo posible la obtención de resultados en los plazos estipulados por los TDR de este estudio.

Las características de las simulaciones con el modelo de corto plazo se describen a continuación:

- Simulación de los 2 años seleccionados por la contraparte (2017 y 2030) y para los 2 planes de expansión determinados con el modelo PET.
- Las simulaciones tendrán resolución horaria.
- Los perfiles de generación eólica y solar se construirán a partir de los datos de mediciones de centrales que actualmente están en operación y/o otros datos de mediciones que pueda proveer la contraparte técnica. Los perfiles a utilizar consideran la variabilidad intra-anual e intra-diaria de los recursos ERNC.
- Para cada año se consideran una hidrología promedio. Los afluentes asociadas a las centrales hidroeléctricas se basarán en las estadísticas disponibles.
- Las centrales, barras, líneas de transmisión y demandas que se representarán en el modelo PCP serán las mismas que utiliza el modelo de planificación con las cuales se

- obtendrán los planes de expansión de generación y transmisión. Con esto se garantiza la consistencia entre base de datos.
- Se representará la red hidráulica de las centrales hidroeléctricas de embalse, pasada y serie.
 - Los parámetros técnicos de las centrales (potencia máxima, potencia mínima, capacidad de embalses, etc.) y líneas de transmisión (flujos máximo, flujos mínimos, reactancias, etc.) serán consistentes con los parámetros utilizados por la contraparte técnica para obtener los planes de expansión y consistentes con los parámetros técnicos de las unidades que operan en República Dominicana.
 - Asimismo, los parámetros técnicos adicionales para simular la operación de corto plazo, tales como tiempos mínimos de operación y fuera de servicio, gradientes, costos de partida y detención, reserva primaria y secundaria máxima que puede entregar cada unidad, corresponderán a los parámetros reales de las unidades de República Dominicana. Para las centrales nuevas se utilizarán parámetros basados en las centrales existentes o en parámetros basados en estándares internacionales. Esto último será acordado en común acuerdo entre las partes previa propuesta del consultor.
 - Los requerimientos sistémicos para el control primario de frecuencia se estimarán de manera aproximada siguiendo las metodologías actuales del operador de República Dominicana.
 - El control secundario de frecuencia se determinarán de manera aproximada considerando el error de predicción de la demanda y el error de predicción de los recursos eólico y solar. Este error se estimará de acuerdo a los errores de pronóstico actuales y eventuales mejoras que puedan haber a futuro. En caso de no existir suficientes datos se construirán distribuciones del error de predicción basado en antecedentes internacionales. Se espera realizar sensibilidades con respecto a los requerimientos de reserva para el control secundario. Es importante destacar que el modelo a utilizar modela adecuadamente los requerimientos de reserva por unidad (limitando eventualmente la potencia máxima que puede entregar cada central) y los requerimientos sistémicos, es decir, la reserva mínima que deben aportar todas las unidades que participan del control secundario.
 - Los costos variables de las centrales serán los mismos que se utiliza en el modelo de planificación de largo plazo.
 - Las eventuales importaciones o exportaciones de energía a otros países se representarán como generadores equivalentes y/o demandas equivalentes. Esto dependerá del plan de expansión que reciba la contraparte técnica.
 - Las simulaciones se harán en los servidores de alta capacidad del Centro de Energía, asegurando que el proyecto se desarrolle dentro de los plazos contemplados.
 - Las bases de datos en planillas quedarán disponibles para la contraparte técnica.

Como resultado de las simulaciones de predespacho se entregarán como mínimo las siguientes salidas:

- Energía generada por cada tecnología (resultados en resolución horaria).
- Vertimiento de las centrales eólicas y solares (debido a limitaciones técnicas del parque convencional o a limitaciones del sistema de transmisión, se pueden observar vertimientos de ERNC en escenarios de alta penetración).
- Energía no suministrada por barra.
- Caracterización de la operación de las centrales térmicas: Número de partidas anuales, número de horas operando a mínimo técnico, número de ciclajes, etc. Debido a la variabilidad de los recursos renovables se podrían observar aumentos en el número de partidas y ciclaje de las centrales convencionales. El modelo utilizado por el consultor considera los costos de partida y detención de las unidades.

- Evolución de los factores de planta de las centrales convencionales y no convencionales. Se comparará los factores de planta que se obtienen del modelo de predespacho con los factores de planta obtenidos con el modelo de planificación.
- Requerimientos para el control primario y secundario de frecuencia.
- Costos de operación (variables, costos de partidas y detenciones).
- Se estimará el costo adicional de incorporar restricciones adicionales al modelo de predespacho. Debido a que el modelo de planificación de largo plazo no modela ciertas restricciones que son necesarias incorporar a los modelos de corto plazo, se estimará el costo total adicional de modelar las restricciones de reserva, mínimos técnicos, tiempos mínimos de operación y fuera de servicio, entre otras restricciones adicionales.

3.3.2 Análisis de sensibilidad

En la experiencia del consultor en estudios previos relacionados con escenarios de alta penetración de ERNC se ha detectado que los resultados son sensibles a los supuestos de los datos de entrada de los modelos. En general, cuando los países comienzan a realizar este tipo de estudios (al menos esto ocurrió en Chile) no está toda la información necesaria para representar adecuadamente la operación del sistema. Por ejemplo, no existen estadísticas de los errores de predicción de los recursos ERNC, además se deben hacer supuestos para los errores de predicción futura, no están disponibles todos los parámetros técnicos de las centrales (tiempos mínimos de operación y fuera de servicio, mínimos técnicos de las unidades, costos de partida y apagado, etc.), entre otras dificultades detectadas. Por tal motivo, el consultor recomienda hacer un análisis de sensibilidad con respecto a los supuestos más relevantes. Se harán 3 sensibilidades para un año y plan de expansión determinado. El año y el plan de expansión al cual se le hará la sensibilidad se definirán de acuerdo a los resultados obtenidos y será determinado en común acuerdo con la contraparte técnica.

3.4 Selección de puntos de operación y contingencias críticas

Los puntos de operación relevantes para el estudio dinámico deben incluir condiciones de operación críticas desde la perspectiva de la estabilidad de voltaje, transitoria y frecuencia. En este contexto, las ERNC con convertidor, como son la generación eólica con turbinas de velocidad variable y las centrales fotovoltaicas, se caracterizan por la naturaleza estocástica del recurso (variabilidad minuto a minuto) y la incertidumbre de las inyecciones (error de pronóstico). Lo anterior implica que altos niveles de penetración de estas tecnologías llevan un aumento de la variabilidad e incertidumbre del sistema de potencia. Lo anterior tiene un efecto directo en la capacidad de regulación de frecuencia del mismo. De esta forma, frente a altas inyecciones ERNC, el sistema deberá estar preparado no sólo para compensar el incremento máximo probable de la demanda o la pérdida del mayor generador, sino también las variaciones intempestivas en la potencia generada por las ERNC. Desde la perspectiva de la estabilidad de frecuencia, a diferencia de las centrales convencionales, las turbinas eólicas de velocidad variable y los paneles fotovoltaicos no aportan con inercia al sistema. La inercia de un sistema limita la tasa de cambio de la frecuencia (df/dt) durante los primeros segundos después de ocurrido un desbalance entre carga y generación. Mientras menor inercia tenga el sistema, más rápida es la caída inicial de la frecuencia. La constante de inercia da una indicación del tiempo (en segundos) que un generador puede proveer potencia nominal utilizando únicamente la energía almacenada en sus partes giratorias. En el caso de la generación fotovoltaica no existe inercia (los paneles no tienen partes giratorias), mientras que en el caso de las turbinas eólicas con velocidad variable, el convertidor desacopla el aerogenerador de la red por lo que su respuesta inercial "natural" frente a cambios en la frecuencia desaparece. De esta forma, un alto nivel de penetración de ERNC puede llevar a un aumento de la caída inicial de la frecuencia después de un desbalance de potencia, lo que podría repercutir en una mayor frecuencia de activación de los esquemas de desconexión automática de carga y en un empeoramiento del desempeño del control primario de frecuencia. Como consecuencia de lo anterior, dentro de los puntos de operación críticos que deberían ser analizados desde la perspectiva de estabilidad de frecuencia se encuentran aquellas horas en el año caracterizadas por un bajo nivel de inercia sistémica y horas con baja demanda neta, es decir, con pocos generadores sincrónicos en operación.

Dado que las capacidades de regulación de tensión de las ERNC con convertidor son generalmente menores que las de un generador sincrónico convencional equivalente, la hora de demanda neta mínima también es un punto de operación relevante desde la perspectiva de

la estabilidad de voltaje. Lo anterior pues la hora de demanda neta mínima se caracteriza por tener pocos generadores convencionales en operación y por ende, por una menor capacidad de regulación de voltaje.

Finalmente, otra condición de operación relevante son aquellas horas en que la red se encuentra con un alto nivel de estrés, es decir, con altos flujos de potencia por las líneas.

En el presente proyecto los puntos de operación críticos se seleccionarán a partir de los resultados obtenidos de las simulaciones de corto plazo. En total se seleccionarán 6 puntos de operación.

En cuanto a las contingencias críticas, para cada punto de operación seleccionado se debe seleccionar un conjunto apropiado de contingencias críticas. Dentro de las contingencias que generalmente se simulan se encuentran cortocircuitos trifásicos en las cercanías de generadores altamente cargados, desconexión intempestiva de la unidad generadora más grande en operación, cortocircuitos trifásicos en líneas cargadas (con la posterior desconexión del circuito fallado), entre otros.

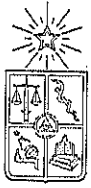
3.5 Estudio de estabilidad

Las simulaciones de estabilidad se realizarán utilizando el software Digsilent. El consultor trabajará con la base de datos del sistema actual que deberá ser provista por la contraparte técnica.

Se realizará la modelación dinámica de las nuevas obras de generación y transmisión para los años que seleccionados (2017 y 2032). Lo anterior es válido tanto para nuevas centrales de generación convencional así como para centrales ERNC incluyendo parques eólicos y fotovoltaicos. Esta parte de la metodología incluye la modelación de las plantas de generación así como su respectivo sistema de control. Para el caso de centrales convencionales, los modelos para el control de la planta deben incorporar, a lo menos, modelos dinámicos para el regulador de velocidad de las turbinas así como para el regulador de voltaje. En caso de no existir información suficiente para la modelación dinámica de nuevas centrales generadoras, se usarán modelos dinámicos de centrales existentes que sean similares a las que se desea modelar desde la perspectiva de capacidad instalada y tipo de unidad. Otra alternativa en esta parte es usar modelos disponibles en las librerías de DigSilent. En el caso de centrales ERNC, la modelación de dichas centrales incluye una primera etapa de agregación de unidades (turbinas o paneles fotovoltaicos) y luego la definición de la estrategia de control de las mismas. Es importante destacar que los esquemas de control considerados para parques eólicos y fotovoltaicos incluirán los distintos requerimientos exigidos por la norma técnica a este tipo de centrales, por ejemplo, en cuanto a exigencias de fault ride through, inyección de corriente reactiva durante fallas, así como exigencias de regulación de voltaje y frecuencia en régimen de operación normal. La modelación de este tipo de centrales se realiza considerando una completa revisión del estado del arte actual en este aspecto y la experiencia del consultor en temas de modelación dinámica de ERNC.

3.6 Recomendaciones finales

A partir de los resultados de las simulaciones de pre-despacho y de estabilidad se harán las recomendaciones necesarias relacionadas con la factibilidad de incorporar los niveles de penetración de ERNC analizados. Asimismo, se identificarán las adecuaciones más relevantes que requiere el sistema con el objeto de aumentar la participación de ERNC.



A los 50 días de haber iniciado la consultoría entregará el primer informe de avance. El informe incluye los resultados de la planificación de la generación y transmisión, un avance de las simulaciones de corto plazo y la descripción de los principales supuestos de la base de datos del modelo Digsilent. El informe final se entregará a los 90 días de haber iniciado la consultoría. Posteriormente el consultor estará disponible para responder a las observaciones del informe final.

Nota: Se espera que la contraparte técnica entregue al inicio de la consultoría la base de datos Digsilent funcionado para la situación actual del sistema de República Dominicana. El consultor hará todas las adecuaciones necesarias a partir de la base de datos proporcionada por la contraparte técnica. En caso de existir retraso en esa entrega, el consultor deberá extender el plazo de ejecución de las simulaciones dinámicas.

5. Equipo de trabajo

El equipo de trabajo del Centro de Energía de la U. de Chile está compuesto por los siguientes profesionales:

- Marcelo Matus
- Ignacio Alarcón
- Guillermo Jiménez
- Carlos Benavides
- Rodrigo Sepúlveda
- Claudia Rahmann
- 2 ingenieros de apoyo

6. Presupuesto

El presupuesto del proyecto se desglosa en la siguiente tabla.

Actividad	Presupuesto (US\$)
Planificación de la expansión de la generación y transmisión	22.727
Simulaciones de corto plazo con modelos de predespacho	31.818
Estudios de estabilidad	30.303
Total	84.848

Viajes y participación de reuniones presenciales con contraparte (2 viajes: inicio, plan de trabajo y recolección de información, presentación final y participación en workshop) Ver desglose en siguiente tabla

Descripción	Unidad (de medida)	Costo por Tarifa Unitaria (US\$)	Número unidades	de Total (US\$)
Viaje (pasaje ida y vuelta)	<i>tiquete</i>	2.200	2x3	13.200
Transporte terrestre (incluye traslado aeropuerto-hotel, transporte hotel-BID, etc.)	<i>viaje</i>	80	2x4	640
hotel/alojamiento	<i>noche</i>	200	5x3+4x3	5.400
viáticos diarios	<i>día</i>	100	5x3+4x3	2.700
Total				21.940

Este presupuesto no incluye ningún tipo de impuestos o u otro gravamen en República Dominicana, los que serán de cargo del cliente.

7. Confidencialidad

Se establece la total confidencialidad de la información que debe manejar el Centro de Energía (CE-FCFM) para el cumplimiento de la labor encomendada, quien se compromete a no entregar a terceros ningún dato al respecto a menos que la contraparte contratante permita explícitamente lo contrario. Lo anterior es válido tanto durante la realización del servicio profesional, como con posterioridad a su término. Asimismo, se solicita a la contraparte técnica no difundir esta propuesta técnica en caso de que el proyecto no sea adjudicado.

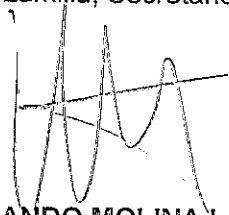
Firmado por: Marcelo Matus Acuña , Subdirector CE-FCFM

2° Impútese los ingresos correspondientes al Título Ingresos, Subtítulo 1, Ítem 1.1 del presupuesto universitario vigente.

Anótese, comuníquese y regístrese.

Firmado por Dr. Ennio Vivaldi Véjar, Rector, y Sr. Fernando Molina Lamilla, Secretario General (S).

Lo que transcribo a usted para su conocimiento.



FERNANDO MOLINA LAMILLA
Secretario General (S)

Distribución

1. Rectoría
2. Contraloría Universitaria
3. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
4. Secretaría General
5. Dirección Jurídica
6. Senado Universitario
7. Consejo de Evaluación
8. Oficina de Partes