



TODOS  
POR  
CHILE



INFORME DE  
SEGUIMIENTO

2016







**ENERGÍA 2050. POLÍTICA ENERGÉTICA DE CHILE.  
INFORME DE SEGUIMIENTO 2016**

© MINISTERIO DE ENERGÍA

División de Prospectiva y Política Energética  
Unidad de Política e Innovación

Sistematización y redacción: Soledad Palma Sierra, Bárbara Eguiguren Ebensperger y  
Javier Bustos Salvagno  
Diseño y diagramación: Aracelli Salinas Vargas

1.ª edición de publicación digital

Diciembre, 2016

Alameda 1449, Piso 13. Santiago, Chile.

[www.energia2050.cl](http://www.energia2050.cl)

Distribución gratuita. Se autoriza la reproducción total o parcial del contenido del presente libro, la distribución, la comunicación pública y la creación de documentos derivados, siempre y cuando se reconozca la autoría original.

Para citar este documento:

Ministerio de Energía Gobierno de Chile. «ENERGÍA 2050. Política Energética de Chile. Informe de Seguimiento 2016». (1a. ed.), Santiago de Chile.



TODOS  
POR  
CHILE



INFORME DE  
SEGUIMIENTO  
2016



# • ÍNDICE •

Introducción	• 9
1. Política Energética Nacional: Hacia un sector energético confiable, sostenible, inclusivo y competitivo	• 13
2. Estrategia de difusión	• 21
Presentación en talleres, seminarios y otros eventos	• 24
Campaña de difusión en redes sociales	• 28
3. Estado de avance de las principales metas	• 31
4. Implementación	• 43
Pilar 1: Seguridad y Calidad de Suministro	• 48
Pilar 2: Energía como Motor de Desarrollo	• 60
Pilar 3: Energía compatible con el Medio Ambiente	• 81
Pilar 4: Eficiencia y Educación Energética	• 98
5. Reporte de Prospección Tecnológica	• 117
Imagina Energía: Prospección tecnológica para la red de distribución del futuro	• 119
Mapa de actores del sector energía: ciencia, tecnología e innovación	• 149
Patrocinios otorgados a proyectos de I+D+i del sector energía	• 157





## • INTRODUCCIÓN •

El 30 de diciembre de 2015 se publicó el documento “Energía 2050 - Política Energética de Chile”<sup>1</sup>, el cual fue sancionado como Política Nacional de Energía y aprobado mediante el Decreto Supremo N°148, de la Presidencia de la República y refrendado por todos los ministerios involucrados (Energía; Interior y Seguridad Pública; Economía, Fomento y Turismo; Desarrollo Social; Vivienda y Urbanismo; Minería; Transportes y Telecomunicaciones; Bienes Nacionales; Medio Ambiente), con el objeto de propiciar un adecuado trabajo interministerial.

La Política Energética Nacional - en adelante referida como PEN - fue resultado de un proceso de planificación participativa, inédito en Chile, que tuvo una duración de más de un año y medio. Este proceso nació a partir de una de las metas de la Agenda de Energía, presentada en mayo de 2014 por la Presidenta de la República, que apuntaba a desarrollar al año 2015 una política energética de largo plazo, validada por la sociedad chilena mediante un proceso participativo y regional. En virtud de esa meta se puso en marcha el proceso **Energía 2050**, estructurado en cuatro etapas que contemplaban diversas instancias de participación, mesas técnicas, sesiones del Comité Consultivo Energía 2050, grupos temáticos de trabajo, encuestas deliberativas y la consulta pública. Todas estas instancias reunieron a centenares de personas provenientes del sector público, privado, la academia y la sociedad civil, de todo nuestro país.

1 Ministerio de Energía (2015). Disponible en: <http://www.energia2050.cl/es/>.



Ahora que Chile cuenta con una Política Energética de largo plazo, estructurada en cuatro pilares, con lineamientos estratégicos específicos, metas comprometidas y acciones concretas conducentes al cumplimiento de dichas metas, el Ministerio de Energía debe hacerse cargo de monitorear y dar seguimiento a la implementación de las acciones establecidas en la Política. Al respecto, la PEN establece que deben realizarse mecanismos de monitoreo, seguimiento y evaluación permanente, comprometiéndose la realización de un informe anual de seguimiento y una actualización periódica y participativa de la PEN, cada 5 años.

El presente reporte corresponde al primer **Informe de Seguimiento 2016** de la PEN, y se compone de cinco secciones. En la primera sección se explica brevemente en qué consiste la Política Energética Nacional: la visión de largo plazo y los pilares sobre la que se sustenta, que dan origen a los lineamientos estratégicos y planes de acción. La segunda sección da cuenta de la estrategia de difusión llevada a cabo, como parte de la cuarta etapa de Energía 2050, cuyos resultados se presentan en este informe. Por su parte, la tercera sección visualiza el estado de avance de algunas metas de la PEN. El grueso de este informe lo conforma la cuarta sección en donde se detalla la implementación de esta Política en relación a las acciones comprometidas a iniciarse en 2016. Tal como se estipula en la PEN, es imprescindible desarrollar mecanismos institucionales acordados y validados para dar seguimiento, monitoreo y evaluación al grado de implementación de las diferentes acciones comprometidas. Por último, la quinta sección corresponde al Reporte de Prospección Tecnológica. De acuerdo a lo comprometido en la PEN, en este informe anual de seguimiento se incluye un análisis de tendencias en desarrollos tecnológicos que son relevantes para el sector energético del país.

Un compromiso importante establecido en la PEN fue el de concluir, durante el año 2016, un proceso de participación con los pueblos originarios con el objetivo de elaborar un capítulo de pertinencia indígena de la PEN, conforme a los lineamientos establecidos por el Convenio 169 de la OIT (Organización



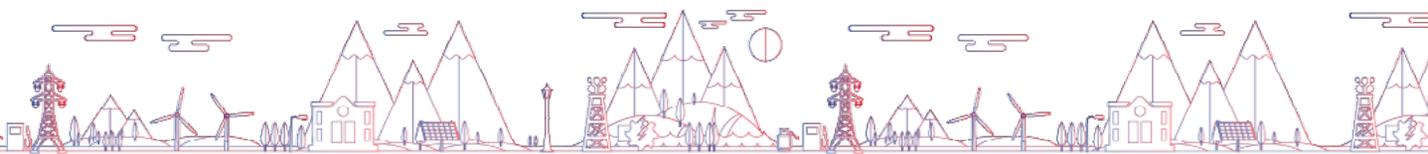
Internacional del Trabajo) y que acogiera todas las temáticas energéticas de interés de los pueblos indígenas de Chile.

El proceso participativo ejecutado con pueblos indígenas se estructuró en 5 fases, a través de las cuales se fue avanzando en el levantamiento de intereses y demandas, hasta consensuar propuestas concretas de acciones:

- 1.** Mesa de Asuntos Indígenas de Energía 2050, llevada a cabo entre noviembre de 2014 y agosto de 2015, con el objetivo de levantar intereses y necesidades de los pueblos indígenas en torno a la energía.
- 2.** Encuentros macro zonales, desarrollados entre octubre y diciembre 2015, con el fin de acordar la metodología a implementar en el proceso participativo a ejecutarse durante 2016.
- 3.** Encuentros locales, donde se formularon lineamientos y acciones específicas para los pueblos indígenas en temáticas energéticas, a partir del diagnóstico levantado durante el año 2014–2015. Estos encuentros se desarrollaron entre marzo y noviembre de 2016.
- 4.** Encuentros macro zonales llevados a cabo entre agosto y noviembre de 2016, en pos de acordar contenidos comunes para el capítulo de pertinencia indígena de la PEN, en base a lo levantado en los encuentros locales.
- 5.** Encuentro nacional, realizado en noviembre de 2016, el cual contó con la participación de distintos pueblos indígenas, quienes revisaron detenidamente las propuestas y entregaron observaciones a las mismas.
- 6.** Para el Pueblo Rapa Nui, en virtud de su matriz energética particular y condición insular, se formularon propuestas específicas con la participación de CODEIPA (Comisión de Desarrollo de Isla de Pascua) y otras organizaciones tradicionales.



En el primer trimestre de 2017 se publicará el Capítulo de Pertinencia Indígena de la Política Energética Nacional -el cual pasará a ser parte integral de la PEN-, en base a lo recogido en las instancias de participación antes descritas, las cuales han permitido facilitar la construcción de un diálogo intercultural entre los pueblos indígenas y el Ministerio de Energía.



. 1 .

POLÍTICA  
ENERGÉTICA  
NACIONAL

HACIA UN SECTOR ENERGÉTICO  
CONFIABLE, SOSTENIBLE, INCLUSIVO  
Y COMPETITIVO





La visión de la Política Energética Nacional apunta a que en el año 2050, el sector energético chileno se caracterice por su confiabilidad, pero sin afectar la inclusividad y competitividad de la economía, en consistencia con una adecuada sustentabilidad ambiental, eficiencia y cultura energética. Dicha visión se sustenta en cuatro pilares -Seguridad y Calidad de Suministro, Energía como Motor de Desarrollo, Compatibilidad con el Medio Ambiente y Eficiencia y Educación Energética-, que abordados en su conjunto permitirán alcanzar la visión de largo plazo de un sector energético sustentable en todas sus dimensiones.

Para cada pilar de la PEN se establecen lineamientos estratégicos específicos, que permiten abordar las grandes brechas asociadas a cada pilar. A su vez, para cada lineamiento estratégico, se comprometen metas de mediano y largo plazo y las respectivas acciones que permitirán dar cumplimiento a dichas metas. A continuación se presenta una breve descripción de cada uno de los pilares de la PEN.

## PILAR 1: SEGURIDAD Y CALIDAD DE SUMINISTRO

El sistema energético debe ser robusto y resiliente, capaz de responder y anticiparse ante condiciones críticas. Para ello, el país deberá contar con planes actualizados de gestión de riesgos y emergencias energéticas que aseguren



la resiliencia y confiabilidad del sistema energético, a fin de reducir la probabilidad de indisponibilidad prolongada por fuerza mayor.

A su vez, el rol de las integraciones energéticas internacionales es fundamental ya que otorga mayor flexibilidad y seguridad a los sistemas energéticos. La visión de largo plazo es que Chile se interconecte energéticamente con otros países sudamericanos.

Sumado a lo anterior, la producción descentralizada y la gestión activa de la demanda en los sistemas energéticos han ido cobrando cada vez mayor relevancia. Bajo este paradigma, los consumidores finales de energía están tomando un rol más activo en el funcionamiento del sistema. La PEN aspira a un sistema energético completamente bidireccional, alcanzando niveles de generación distribuida y gestión de demanda similar a la de otros países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

Finalmente, es destacable que Chile posea un 99% de acceso de la población a la energía eléctrica. No obstante, existe espacio para mejorar la calidad del suministro, equiparándose las disparidades existentes a nivel urbano y rural.

## PILAR 2: ENERGÍA COMO MOTOR DE DESARROLLO

Para impulsar el crecimiento, el país requiere de un sector energético en donde se consideren, junto a los aspectos económicos, técnicos y tecnológicos, la visión y expectativas de comunidades en torno al medio ambiente y al desarrollo. Para ello, resulta relevante crear y consensuar nuevas formas de colaboración entre las comunidades, las empresas y el Estado, con el fin de asegurar que nuevos proyectos contribuyan al desarrollo en directo beneficio de las comunidades locales. Igualmente relevante es garantizar la existencia de procesos formales de participación ciudadana temprana, informada, simétrica e incidente en políticas, planes y proyectos, a nivel nacional, regional y local.



La definición y medición de la pobreza energética será también un aspecto importante, con el fin de asegurar acceso universal y equitativo a servicios energéticos modernos, confiables y asequibles a toda la población.

Adicionalmente, será necesario integrar todos los instrumentos de gestión territorial existentes como una herramienta para canalizar de manera coherente los intereses de los diversos actores, sectores e instituciones, teniendo en cuenta las distintas escalas territoriales. Para ello, desde el ámbito energético se elaborarán Planes Energéticos Regionales en todo el país, lo cual facilitará la planificación energético-territorial y su vínculo hacia otros instrumentos territoriales regionales, y permitirá llevar los lineamientos de la PEN a las regiones.

Los precios de la energía eléctrica son un factor preponderante para el desarrollo económico, puesto que Chile se encuentra entre aquellos países con precios más elevados de América Latina. Tomando esto en consideración, se buscará generar los cambios necesarios en aspectos regulatorios, de mercados y sociales, de manera que éstos sean propicios para la expansión de tecnologías de generación eléctrica de bajo costo y buen desempeño ambiental, incentivando la competencia en el suministro. Para ello deberemos optimizar nuestras tecnologías, incorporando la innovación en todos los ámbitos de la producción, generación y distribución de la energía.

### PILAR 3: ENERGÍA COMPATIBLE CON EL MEDIO AMBIENTE

El sector energético no puede disociarse del cuidado del medioambiente, siendo fundamental implementar políticas que impulsen una matriz energética renovable y que permitan abordar los impactos medioambientales, locales y globales.



La PEN propenderá al aumento del porcentaje de energías renovables en la generación eléctrica (hidroeléctrica, geotérmica, solar, eólica, entre otras). El complemento de esta matriz renovable deberá utilizar al máximo la infraestructura de generación existente, contribuyendo a un desempeño eficiente del sistema, privilegiando los nuevos desarrollos con tecnologías termoeléctricas bajas en emisiones y que sean costo eficientes, como el gas natural y la biomasa. En particular, la biomasa corresponde a una fuente de energía abundante que es local, renovable, limpia y equitativamente accesible, si se utiliza adecuadamente, para lo cual resulta imperativa la regulación que declare a la biomasa forestal como combustible sólido, así como un recambio de calefactores y calefacción colectiva en zonas saturadas o latentes.

La PEN establece un compromiso frente al desafío que el cambio climático nos impone, y apoya decididamente una transición hacia una economía y matriz energética significativamente más baja en emisiones de carbono.

No será posible lograr todo lo ya antes mencionado sin revisar, perfeccionar y mejorar el marco regulatorio ambiental de manera periódica y estando al día con las mejores prácticas internacionales, de manera que refleje los intereses de la sociedad y se asegure la maximización del bienestar social.

## PILAR 4: EFICIENCIA Y EDUCACIÓN ENERGÉTICA

Uno de los objetivos apunta a desacoplar el crecimiento económico del país del crecimiento en el consumo energético, mediante una mayor eficiencia energética. Para ello, hace falta un marco jurídico adecuado que permita fomentar en los distintos tipos de consumidores el uso eficiente de la energía.

En la industria y minería, sectores intensivos en el consumo energético, se necesita información sistematizada y de una institucionalidad robusta para alcanzar una avanzada e innovadora cultura energética. En tanto, los sectores



de la construcción y las edificaciones públicas y privadas también pueden aportar a este fin, alineándose a estándares OCDE de construcción eficiente, e incorporando sistemas de control y gestión inteligente de la energía. Asimismo, se adoptarán los más altos estándares internacionales sobre eficiencia energética en los distintos modos de transporte, contribuyendo así a los compromisos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Paralelamente, resulta urgente generar acciones que permitan a la ciudadanía conocer y valorar a la energía mediante la promoción de una cultura energética en todos los niveles de la sociedad, incluyendo los productores y usuarios. Para ello es necesario generar conocimiento, desarrollar capacidades y alinear intereses y objetivos en una visión de desarrollo del país consistente con la visión del sector energía al año 2050.





. 2 .

ESTRATEGIA  
DE DIFUSIÓN





Cualquier estrategia de participación ciudadana debe contemplar una fase de rendición de cuentas, mediante la cual se dé a conocer a los actores involucrados y a cualquier persona natural o jurídica interesada, los resultados del proceso participativo llevado a cabo (Sandoval et al., 2015)<sup>2</sup>. En consistencia con aquello, una vez culminado el proceso Energía 2050, proceso participativo de formulación de la Política Energética Nacional (PEN), el Ministerio de Energía se hizo cargo durante el 2016 de difundirla entre la ciudadanía.

El Ministerio de Energía, con el objetivo de que la sociedad comprenda, haga suya y aplique esta Política de Estado, estableció una estrategia de difusión que contempló dos ámbitos de acción. Uno corresponde a la difusión en terreno a través de presentaciones de la PEN, mientras que el otro contempló una activa campaña en redes sociales. A continuación se describen los resultados obtenidos durante el año 2016.

2 Sandoval, C., Sanhueza A., Williner A. (2015), "La Planificación Participativa para lograr un cambio estructural con igualdad", CEPAL. Disponible en: <http://www.cepal.org/es/publicaciones/39055-la-planificacion-participativa-lograr-un-cambio-estructural-igualdad-estrategias>.



# • PRESENTACIÓN EN TALLERES, SEMINARIOS Y OTROS EVENTOS •

Entre marzo y agosto de 2016 se llevaron a cabo talleres en las 15 regiones del país, cuyo objetivo fue difundir el contenido de la PEN y su bajada a nivel regional, levantando la mirada de la ciudadanía respecto a la implementación de acciones de corto plazo, con aplicabilidad en cada región.

Dichos talleres tuvieron una duración de alrededor de 3 horas, en las cuales se dio a conocer la PEN a la ciudadanía, explicando tanto el proceso de formulación de la misma como su contenido. Adicionalmente, se realizó una breve presentación de las actividades en marcha y por ejecutar en cada región, estableciendo el vínculo de éstas con los diferentes pilares que sustentan la PEN. Para ello, fue vital el apoyo permanente de cada Secretaría Regional del Ministerio de Energía presente en las 15 regiones del país. Finalmente, en cada jornada se destinó alrededor de una hora para que el público pudiese realizar todo tipo de comentarios y consultas, las cuales fueron respondidas inmediatamente.

Los temas más recurrentes tuvieron relación con el potenciamiento de las energías renovables, principalmente solar, eólica y geotérmica; Ley de Equidad Tarifaria Residencial sancionada durante el 2016 (Ley N°20.928); fiscalización a empresas del sector energía (precios, cortes de suministro, etc.); relevancia de educar a la sociedad en la temática energética desde temprana edad, junto a la creación de capacidades técnicas en energía; costos de la energía y precio asociado al pago por autogeneración; asociatividad, participación ciudadana



temprana y desarrollo local; continuidad de la PEN y la coordinación necesaria para su implementación; trascendencia de la gestión territorial; y la importancia de la innovación en el sector, por ejemplo, sistemas de almacenamiento mediante baterías de litio, sistemas de hidrógeno, etc.

En todos los casos se procedió a aclarar dudas y a ahondar en los compromisos de la Política que tuviesen relación con cada consulta o comentario recibido. En total, en los 15 talleres regionales, asistieron 1.275 personas provenientes de diferentes sectores, como fueron servicios públicos, universidades, centros de formación técnica, sociedad civil, empresas privadas, etc. En la siguiente tabla se presenta el detalle de información de estos 15 talleres regionales y posteriormente fotografías de algunos de estos eventos.

**TABLA 1: TALLERES REGIONALES DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA DE CHILE**

REGIÓN	CIUDAD	FECHA	Nº DE ASISTENTES
Magallanes y la Antártica Chilena (XII)	Punta Arenas	28-03-2016	71
Araucanía (IX)	Temuco	05-04-2016	106
Maule (VII)	Talca	12-04-2016	98
Tarapacá (I)	Iquique	28-04-2016	120
Valparaíso (V)	Valparaíso	04-05-2016	75
Atacama (III)	Copiapó	11-05-2016	53
Arica y Parinacota (XV)	Arica	17-05-2016	119
O'Higgins (VI)	Rancagua	24-05-2016	104
Los Ríos (XIV)	Valdivia	26-05-2016	112
Aysén (XI)	Aysén	09-06-2016	21
Biobío (VIII)	Concepción	21-06-2016	45
Coquimbo (IV)	La Serena	30-06-2016	54
Metropolitana (XIII)	Santiago	21-07-2016	118
Antofagasta (II)	Antofagasta	24-08-2016	73
Los Lagos (X)	Puerto Montt	08-09-2016	106

Fuente: Elaboración propia



**FIGURA 1: TALLERES POLÍTICA ENERGÉTICA NACIONAL.**



▲ REGIÓN DE TARAPACÁ



▲ REGIÓN DE VALPARAÍSO



▲ REGIÓN DE MAGALLANES Y LA ANTÁRTICA CHILENA



▲ REGIÓN DE LOS RÍOS

A estos 15 talleres regionales de difusión, se añadieron dos talleres orientados a ministerios y sus servicios asociados, los cuales fueron ejecutados en la ciudad de Santiago y tuvieron la presencia de 57 asistentes.

Adicionalmente, la PEN ha sido presentada en diversas instancias, principalmente por requerimiento de otros organismos públicos interesados en conocer el proceso participativo Energía 2050 y su resultado. La academia también ha mostrado interés en la PEN, por lo que ésta ha sido presentada también en universidades nacionales. Finalmente, la PEN ha sido presentada en las Comisiones Regionales de Desarrollo Energético (CRDE) como un



marco referencial para la elaboración de instrumentos a nivel regional, propendiendo a que los múltiples instrumentos de planificación u ordenamiento territorial regionales y comunales sean coherentes con los lineamientos estratégicos establecidos en la PEN<sup>3</sup>.

3 Algunas de las presentaciones que se han llevado a cabo: CRDE Antofagasta (mayo de 2016), Día Nacional de la Ingeniería Universidad de Magallanes (mayo 2016), CRDE Arica y Parinacota (julio 2016), Seminario "6th LatAm Power Generation Summit" de BN Americas (agosto 2016), Workshop, "Desafíos energéticos del sur de Chile" (agosto 2016), CRDE Tarapacá (agosto 2016), Policy Day organizado por la Universidad de Concepción (noviembre 2016), Jornada Nacional sobre Habitabilidad y Autoconsumo de FOSIS (noviembre 2016), entre otros.



# • CAMPAÑA DE DIFUSIÓN EN REDES SOCIALES •

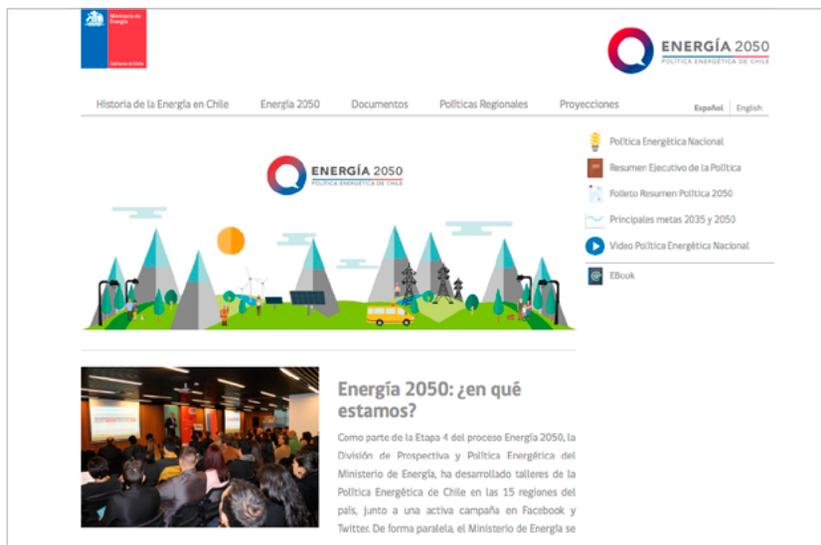
Para la campaña de difusión de la PEN se utilizaron tres plataformas de uso masivo, correspondientes a Facebook, Twitter y Youtube. A través de textos, imágenes y videos, se dieron a conocer a la sociedad chilena los contenidos de la PEN (atributos de la visión, pilares, metas, entre otros contenidos).

Adicionalmente, como se observa en la siguiente figura, se actualizó la plataforma web de Energía 2050, enfocándola en el contenido de dicho documento, su difusión e implementación. El lenguaje e interfaces del sitio web fue modificado, haciéndolo más claro y amigable. A su vez, la PEN se adaptó a otros formatos, de manera que cada usuario pueda revisarla de acuerdo a su conveniencia. El sitio pone a disposición de la ciudadanía la PEN en su versión resumida y extendida, en formato *pdf* y *ebook* y en idioma inglés.

También se encuentran disponibles en el sitio web detalles del proceso Energía 2050, proceso participativo de formulación de la PEN, con los respectivos documentos relevantes, fotografías y videos.



FIGURA 2: PLATAFORMA WEB DE ENERGÍA 2050 [www.energia2050.cl](http://www.energia2050.cl)



Finalmente, en esta plataforma se aloja información relevante de los procesos participativos de construcción de las políticas energéticas para las regiones de Aysén y de Magallanes y la Antártica Chilena, documentos particulares para zonas extremas o aisladas que están siendo desarrollados en virtud de lo comprometido en la Agenda de Energía<sup>4</sup>.

4 En mayo de 2014, el Ministerio de Energía presentó su "Agenda de Energía", una hoja de ruta con ejes, metas y objetivos específicos a desarrollar por este organismo durante los cuatro años de este Gobierno. La Agenda de Energía puede ser descargada en: [http://www.energia.gob.cl/sites/default/files/agenda\\_de\\_energia\\_version\\_completa\\_esp.pdf](http://www.energia.gob.cl/sites/default/files/agenda_de_energia_version_completa_esp.pdf).



. 3 .

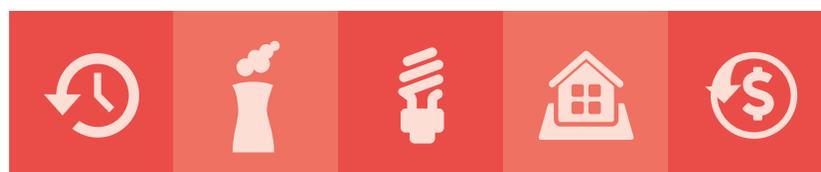
ESTADO DE  
AVANCE DE LAS  
PRINCIPALES  
METAS





En la Política Energética Nacional se establecieron las principales metas a ser implementadas a mediano y corto plazo, las cuales se presentan a continuación.

## PRINCIPALES METAS 2050



**1**

La indisponibilidad de suministro eléctrico promedio, sin considerar fuerza mayor, **no supera a una hora/año en cualquier localidad del país.**

**2**

**Las emisiones de GEI del sector energético chileno** son coherentes con los límites definidos por la ciencia a nivel global y con la correspondiente meta nacional de reducción, haciendo una contribución relevante hacia una economía baja en carbono.

**3**

**Asegurar acceso universal y equitativo** a servicios energéticos modernos, confiables y asequibles a toda la población.

**4**

**Los instrumentos de planificación y ordenamiento** territorial regional y comunal incorporan los lineamientos de la Política Energética.

**5**

**Chile se encuentra entre los 3 países OCDE** con menores precios promedio de suministro eléctrico, a nivel residencial e industrial.



**6**

**Al menos el 70% de la generación eléctrica nacional** proviene de energías renovables.

**7**

**El crecimiento del consumo energético** está desacoplado del crecimiento del producto interno bruto.

**8**

**El 100% de las edificaciones nuevas cuentan con estándares OCDE** de construcción eficiente, y cuentan con sistemas de control y gestión inteligente de la energía.

**9**

**El 100% de las principales categorías de artefactos** y equipos que se venden en el mercado corresponden a equipos energéticamente eficientes.

**10**

**La cultura energética está instalada en todos los niveles de la sociedad,** incluyendo los productores, comercializadores, consumidores y usuarios.



## PRINCIPALES METAS ENERGÍA 2035



**1**

**La interconexión de Chile con los demás países miembros del SINEA, así como con otros países de Sudamérica, particularmente los del MERCOSUR, es una realidad.**

**2**

La indisponibilidad de suministro eléctrico promedio, sin considerar fuerza mayor, **no supera las 4 horas/año en cualquier localidad del país.**

**3**

**Al menos 100% de viviendas de familias vulnerables** con acceso continuo y de calidad a los servicios energéticos.

**4**

**Todos los proyectos energéticos desarrollados en el país** cuenta con mecanismos de asociatividad comunidad / empresa, que contribuyen al desarrollo local y un mejor desempeño del proyecto.

**5**

**Chile se encuentra entre los 5 países OCDE** con menores precios promedio de suministro eléctrico, a nivel residencial e industrial.



**6**

**Al menos el 60% de la generación eléctrica nacional** proviene de energías renovables.

**7**

**Al 2030, el país reduce al menos un 30%** la intensidad de sus emisiones de gases de efecto invernadero, respecto al año 2007.

**8**

**El 100% de los grandes consumidores de energía industriales, mineros y del sector transporte** deberán hacer un uso eficiente de la energía, con activos sistemas de gestión de energía e implementación activa de mejoras de eficiencia energética.

**9**

**Al 2035 todas las comunas cuenten con regulación** que declara a la biomasa forestal como combustible sólido.

**10**

**El 100% de vehículos nuevos licitados para transporte público de pasajeros** incluyen criterios de eficiencia energética entre las variables a evaluar.

En esta sección se presenta el estado actual de algunas de las principales metas presentadas anteriormente.



---

## META

---

**Meta al 2050:** La indisponibilidad de suministro eléctrico promedio, sin considerar fuerza mayor, no supera a una hora/año en cualquier localidad del país.

**Meta al 2035:** La indisponibilidad de suministro eléctrico promedio, sin considerar fuerza mayor, no supera las 4 horas/año en cualquier localidad del país.

---

## ESTADO ACTUAL

---

En la siguiente figura se presenta el promedio de horas de corte en Chile por causas de tipo internas, es decir, aquellas atribuibles a la empresa concesionaria que abastece al cliente, y externas, correspondientes a situaciones ajenas a la empresa distribuidora. No se incluyen los cortes por fuerza mayor, que son no resistibles para la empresa concesionaria, en concordancia con la meta comprometida.

**FIGURA 3:** HORAS PROMEDIO DE CORTE POR CAUSAS INTERNAS Y EXTERNAS A NIVEL NACIONAL.



Fuente: SEC, 2016 (Índice SAIDI actualizado a octubre de 2016).



## META

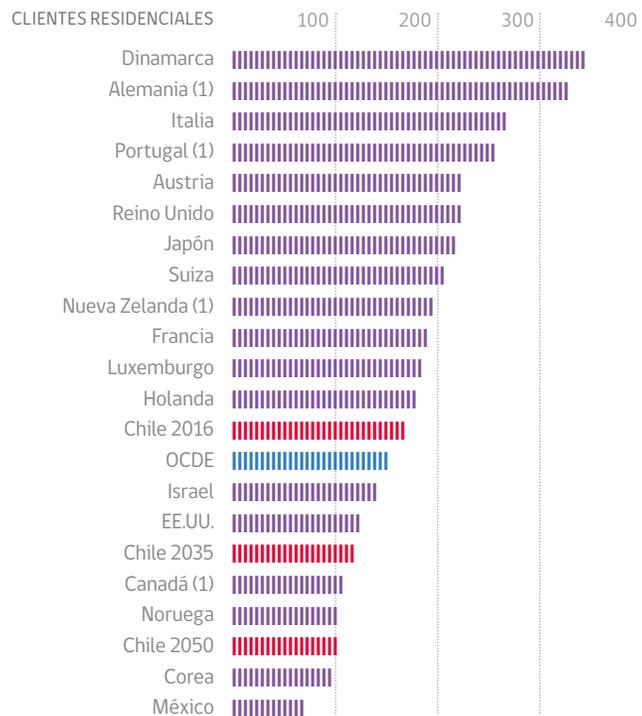
**Meta al 2050:** Chile se encuentra entre los 3 países OCDE con menores precios promedio de suministro eléctrico, a nivel residencial e industrial.

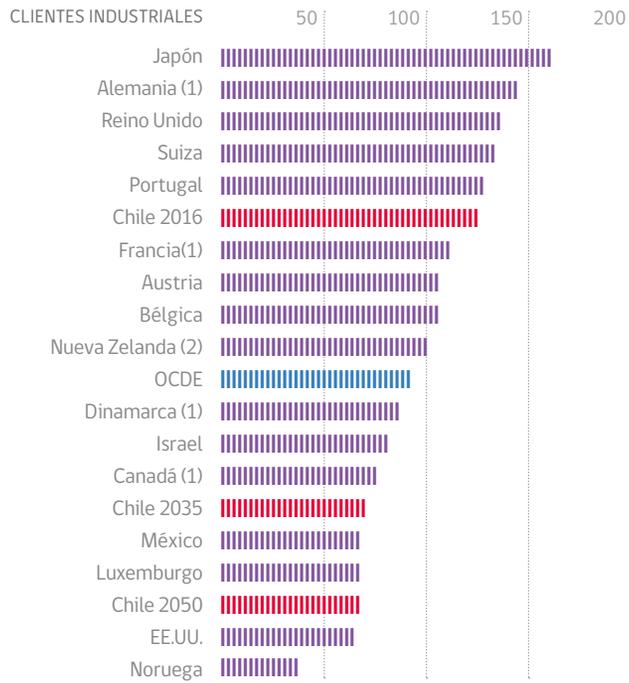
**Meta al 2035:** Chile se encuentra entre los 5 países OCDE con menores precios promedio de suministro eléctrico a nivel residencial e industrial.

## ESTADO ACTUAL

En la siguiente figura se puede observar el actual estado de Chile en relación a los precios de energía, en el sector residencial e industrial, junto a proyecciones nacionales para el año 2035 y 2050 en conformidad a las metas de la PEN.

FIGURA 7: PRECIO DE SUMINISTRO ELÉCTRICO, 2016 (US\$/MWh).





Fuente: IEA. (1) Datos para 2015. (2) Datos para 2014.



## META

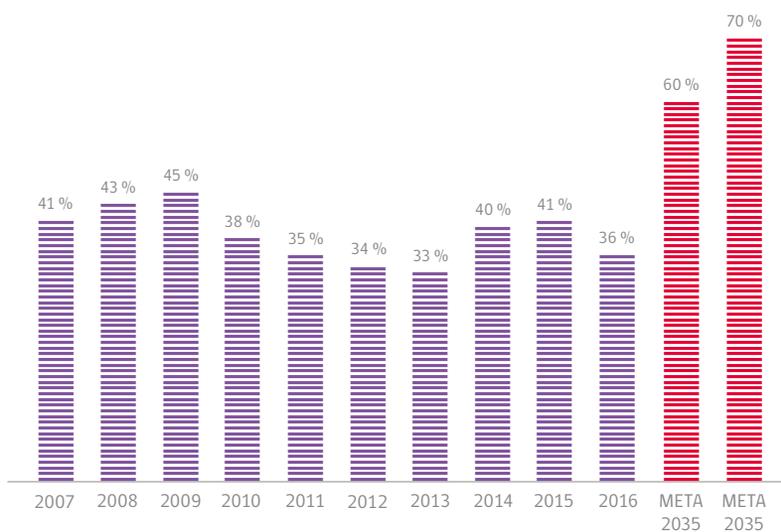
**Meta al 2050:** Al menos el 70% de la generación eléctrica nacional proviene de energías renovables.

**Meta al 2035:** Al menos el 60% de la generación eléctrica nacional proviene de energías renovables.

## ESTADO ACTUAL

En la siguiente figura es posible visualizar la evolución en la generación eléctrica a través de energías renovables<sup>5</sup>. Cabe destacar que para el año 2016, se consideró la electricidad generada hasta el 30 de noviembre.

**FIGURA 5:** PORCENTAJE DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN BASE A ENERGÍAS RENOVABLES.



**Fuente:** CNE, CDEC-SIC, CDEC-SING, 2016 (Datos hasta el 30 de noviembre de 2016).

<sup>5</sup> Los recursos renovables son aquellos que provienen de fuentes consideradas inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen o porque son capaces de regenerarse en el tiempo. Entre las energías renovables se encuentran la eólica, solar, bioenergía, geotermia, undimotriz, mareomotriz e hidroelectricidad de pequeña, mediana y gran escala (más información disponible en <http://www.aprendeconenergia.cl/>).



Resulta relevante agregar que actualmente se encuentran en construcción centrales de generación eléctrica en base a energías renovables en el Sistema Interconectado Central y Sistema Interconectado del Norte Grande, las cuales totalizan una capacidad instalada de 2.373 MW (información disponible al 30 de noviembre de 2016), versus la capacidad instalada en construcción en energías no renovables, la cual asciende a 452 MW. En el siguiente gráfico es posible visualizar esta diferencia, y dimensionar el porcentaje que representa esta capacidad instalada en construcción, respecto a la capacidad instalada existente.

**FIGURA 6:** CAPACIDAD INSTALADA EN CONSTRUCCIÓN (SIC+SING) Y SU PORCENTAJE RESPECTO DE LA CAPACIDAD INSTALADA ACTUAL.



**Fuente:** Capacidad Instalada en construcción, Ministerio de Energía (noviembre de 2016) y Capacidad Instalada de generación, CNE (diciembre 2016).



## META

**Meta al 2050:** La interconexión de Chile con los demás miembros del SINEA (Sistema de Interconexión Eléctrica Andina), así como con otros países de Sudamérica, particularmente los del MERCOSUR (Mercado Común del Sur), es una realidad.

## ESTADO ACTUAL

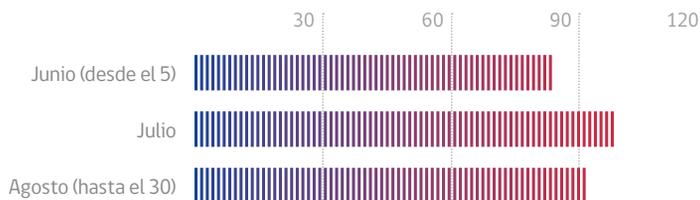
Durante el año 2016 se han realizado intercambios de gas natural con Argentina, a través de dos gasoductos nacionales, en la zona norte y central del país.

**FIGURA 7:** EXPORTACIÓN DE GAS NATURAL VÍA GNL MEJILLONES - GASODUCTO NORANDINO (MMm3)



**Fuente:** Ministerio de Energía 2016 (datos actualizados a Noviembre de 2016).

**FIGURA 8:** EXPORTACIÓN DE GAS NATURAL VÍA GNL QUINTERO - GASODUCTO GASANDES (MMm3)

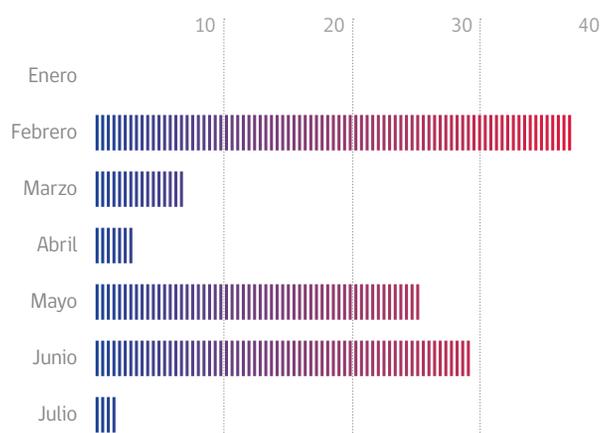


**Fuente:** Ministerio de Energía 2016 (datos actualizados a Noviembre de 2016).



En febrero de 2016 comenzó a intercambiarse electricidad con Argentina en virtud de lo estipulado en el Decreto Supremo N°7, de julio de 2015, del Ministerio de Energía, el cual autoriza a la Empresa AES Gener S.A. a exportar energía eléctrica a la República Argentina. En la siguiente figura se presenta el detalle mensual de las transferencias realizadas durante este año.

**FIGURA 9:** EXPORTACIÓN DE ELECTRICIDAD VÍA LÍNEA ANDES-SALTA, AES GENER (GWh).



**Fuente:** Ministerio de Energía 2016 (datos actualizados a octubre de 2016).

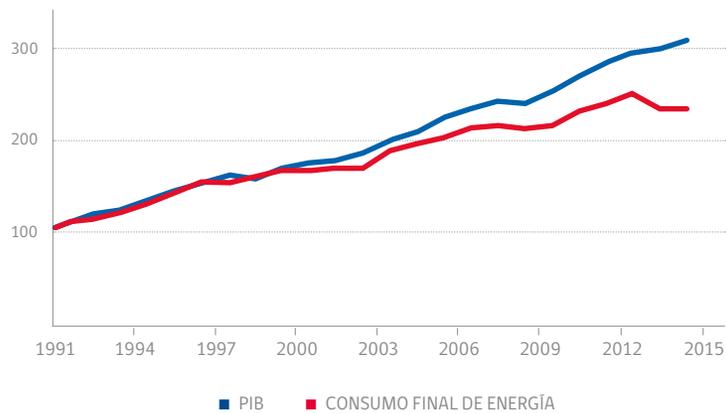
## META

**Meta al 2050:** El crecimiento del consumo energético está desacoplado del crecimiento del producto interno bruto.

## ESTADO ACTUAL

Tal como se señala en la PEN, la tendencia internacional apunta a buscar un desacople entre el crecimiento económico y el consumo energético mediante una mayor eficiencia energética. El caso chileno puede observarse en la siguiente figura.

**FIGURA 10:** ÍNDICE DE CONSUMO FINAL DE ENERGÍA Y PIB<sup>6</sup> (BASE 1991=100)



**Fuente:** Banco Central de Chile y Balance Nacional de Energía.

<sup>6</sup> Producto interno bruto, volumen a precios del año anterior encadenado.



. 4 .

# IMPLEMENTACIÓN





**D**e igual manera como fue construida la Política Energética Nacional, es decir, mediante diversas instancias de participación y con validación técnica, política y social, el proceso de monitoreo y seguimiento también supone la participación de variados actores.

Para asegurar la adecuada coordinación intra e interministerial, la División de Prospectiva y Política Energética del Ministerio de Energía se hizo cargo de la coordinación necesaria para evaluar el estado de las acciones comprometidas en la PEN, a ser implementadas durante el año 2016.

La primera etapa consistió en un levantamiento de información a nivel interno. Para ello se efectuaron reuniones con todas las divisiones del Ministerio de Energía, la Comisión Nacional de Energía, la Superintendencia de Electricidad y Combustibles y la Agencia Chilena de Eficiencia Energética, para identificar las actividades en ejecución y planificadas para desarrollarse durante 2016, a fin de dar cumplimiento a los compromisos de la PEN.

Posteriormente se llevó a cabo una reunión con cuatro de los ministerios que fueron parte Comité Consultivo de Energía 2050<sup>7</sup>, correspondientes al Minis-

<sup>7</sup> La Hoja de Ruta al 2050 fue elaborada por el Comité Consultivo de Energía 2050, un grupo de 27 personas de diversos ámbitos relacionados con el sector energía. El Comité fue liderado por el Ministro de Energía y estuvo integrado por actores claves del sector, con representación nacional y regional, provenientes de varios ministerios e instituciones públicas, de gremios, de la sociedad civil y de prestigiosas universidades nacionales. La Hoja de Ruta constituyó un insumo primordial para la elaboración de la PEN por parte del Ministerio de Energía, y se encuentra disponible en <http://www.energia2050.cl/wp-content/uploads/2016/07/Hoja-de-Ruta-2050.pdf>.

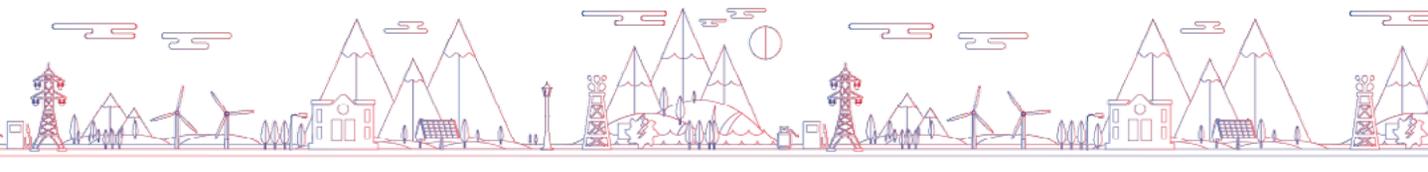


terio del Medio Ambiente, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones y Ministerio de Minería, con el fin de discutir respecto a los mecanismos de monitoreo y seguimiento de la implementación de la PEN.

En una segunda reunión interministerial se convocaron otras instituciones asociadas, debido a su importante rol en la implementación de acciones comprometidas en la PEN. Estas fueron el Ministerio de Educación, el Ministerio de Relaciones Exteriores, el Ministerio de Desarrollo Social, Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI), Oficina Nacional de Emergencia (ONEMI), Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), Corporación Nacional Forestal (CONAF) y Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). En esta segunda reunión se solicitó a todas las instituciones antes mencionadas que pudiesen reportar sus iniciativas, programas o actividades en ejecución, que tuviesen relación con las acciones de la PEN. Para ello se elaboró una planilla aplicable a cada servicio, con aquellas acciones pertinentes a cada uno.

Finalmente, se ejecutó una tercera reunión en la que además de todos los organismos ya mencionados, se incorporó a la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) del Ministerio de Agricultura.

En el documento de la PEN se contempló la elaboración de una agenda de corto plazo que diera cuenta de los desafíos a enfrentar en el lapso previo al 2020, año en que una nueva revisión de la PEN deberá actualizar las prioridades para este sector. Sin embargo, durante este año el Ministerio de Energía dio prioridad a alcanzar los objetivos comprometidos en la Agenda de Energía presentada en 2014. Respecto a la implementación de la PEN, y de manera adicional a lo expuesto en este capítulo, el Ministerio de Energía se encuentra trabajando en los términos de referencia para el diseño de indicadores estratégicos de seguimiento y monitoreo de la PEN, priorizando las acciones que permitirán dar cumplimiento a los objetivos necesarios para alcanzar la visión de largo plazo para el sector.



A continuación se presenta un resumen de las principales iniciativas, programas y/o actividades en marcha durante este año, que permiten dar cumplimiento a las acciones comprometidas para 2016 bajo cada lineamiento estratégico (LE) de la PEN. Cabe destacar que las acciones de la PEN poseen temporalidad diferente, debiendo ejecutarse a corto, mediano o largo plazo, según corresponda, razón por la cual para algunas existen múltiples estados de avance, ya sea a nivel de diseño o implementación, con variadas gestiones en marcha, y no así en otras.



# • PILAR 1 •

## SEGURIDAD Y CALIDAD DE SUMINISTRO

### • PLANES DE GESTIÓN DE RIESGOS Y EMERGENCIAS •

**LE1:** Disponer de planes nacionales, regionales y comunales de gestión de riesgos y emergencias para el sector energético que esté en línea con otros planes sectoriales y los planes nacionales.

**Acción 2016 - 2030:** Elaborar planes Nacionales, Regionales y Comunales de gestión de Riesgos y Emergencias Energéticas y su proceso de actualización periódica.

### AVANCES

El primer lineamiento estratégico de la PEN apunta a la elaboración e implementación de planes de gestión de riesgos y emergencias, con el fin de enfrentar situaciones críticas originadas por fuerza mayor. Para ello, la PEN compromete acciones de corto, mediano y largo plazo, las cuales ya comenzaron a implementarse bajo las funciones del Ministerio de Energía, en coordinación con la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública (ONEMI).

El Ministerio de Energía se encuentra desarrollando el primer Plan Sectorial Nacional de Emergencia, sumado a Planes Regionales de Emergencia para las



15 regiones del país. Dichos planes consideran los formatos y metodología sugeridos por ONEMI de manera de mantener una coherencia intersectorial en lo que significa el manejo de emergencias y la gestión del riesgo, y serán complementados con un estudio recientemente adjudicado para la elaboración de una metodología de ejecución de planes de gestión de riesgos que vayan más allá de la respuesta en emergencias.

En complemento a lo anterior, y a través de la Resolución Exenta N°03 de febrero de 2016, modificada por Resolución Exenta N°15 de septiembre de 2016, el Ministerio de Energía creó la Unidad de Gestión de Riesgos y Emergencias Energéticas al interior de la División de Seguridad y Mercado Energético. Su función principal es desarrollar iniciativas referidas a la gestión de riesgos energéticos en todas las fases del ciclo del riesgo, entendido este último como el conjunto de actividades derivadas de la administración de recursos para la detección y dimensionamiento de éstos para prevenir su transformación en eventos (emergencias, desastres o afectaciones al suministro energético), o bien, frente a eventos que son inevitables, responder minimizando las pérdidas y acrecentando las capacidades de recuperación ante sus efectos.

Finalmente, el Ministerio de Energía es parte activa de la Plataforma Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres, instancia multisectorial coordinada por ONEMI que viene trabajando desde el año 2012 de la mano de los marcos internacionales vigentes que rigen la actividad de la gestión del riesgo (Marco de Acción de Hyogo y Marco de Sendai). Como resultado del trabajo de la mencionada plataforma, durante los años 2015 y 2016 se elaboraron la Política Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres y su respectivo Plan Estratégico Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres 2015-2018, instrumentos cuyo objetivo es entregar lineamientos para que los sectores propendan a una oportuna reanudación de los servicios definidos como críticos en contextos de emergencia, desastres o catástrofes.



---

## • INFRAESTRUCTURA ENERGÉTICA PARA SEGURIDAD •

---

**LE2:** Promover infraestructura costo-efectiva para enfrentar situaciones críticas derivadas de fuerza mayor.

**Acción 2016 - 2035:** Elaboración de catastro de infraestructura energética, no energética y edificaciones públicas críticas y zonas de catástrofes naturales.

**LE3:** Aumentar la seguridad de aprovisionamiento, almacenamiento, transporte y distribución de combustibles.

**Acción 2016 - 2035:** Aumentar las inversiones en infraestructura de la cadena de combustibles.

**Acción 2016 - 2035:** Reducir la vulnerabilidad en el suministro mediante acciones bilaterales en los mercados de especial interés.

**LE4:** Promover la investigación, exploración y explotación de los recursos de hidrocarburos del país.

**Acción 2016 - 2025:** Impulsar la investigación y exploración de yacimientos de hidrocarburos en Magallanes y diseñar planes para viabilizar su extracción en condiciones ambientalmente adecuadas.

---

## AVANCES

---

La PEN contempla la ejecución de acciones en el mediano y largo plazo conducentes al logro de estos tres lineamientos estratégicos. En este contexto, el Ministerio de Energía en conjunto a la Comisión Nacional de Energía (CNE), se encuentra trabajando en la conceptualización de un modelo de negocio que permita incorporar exigencias para suministro a infraestructura crítica en la norma técnica de calidad de servicio para los sistemas de distribución.



Desde el año 2014, el Ministerio de Energía cuenta con una Plataforma de Instalaciones Prioritarias de Energía, donde 11 servicios públicos, incluyendo Energía, se comprometen mediante convenio firmado entre las partes a indicar aquellos servicios de utilidad pública y actividades cuya paralización puede causar grave daño al bienestar de la población, con el objeto de identificar las instalaciones que debieran tener prioridad para el abastecimiento de energía (tanto eléctrica como de hidrocarburos) en situaciones de escasez. Dicho catastro se actualiza con periodicidad a lo más anual, de acuerdo a lo definido en los respectivos convenios.

A través del Decreto Supremo N°138 del Ministerio de Energía, publicado el 30 de enero de 2016, se aprobó una modificación al reglamento de seguridad para las instalaciones y operaciones de producción y refinación, transporte, almacenamiento, distribución y abastecimiento de combustibles líquidos. En virtud de dicha modificación se estableció que todas las instalaciones de abastecimiento de combustibles líquidos deben contar con su sistema de respaldo de generación que asegure el suministro de dicho combustible.

Sumado a lo anterior, bajo una iniciativa de la Subsecretaría del Interior que congrega a 10 sectores estratégicos del país, el Ministerio de Energía ha instaurado instancias público-privadas con las empresas del sector energético con las cuales ha generado metodologías de identificación de infraestructura crítica, de exposición y definición de riesgos sistémicos ante distintas amenazas y de elaboración de planes que velen por la continuidad operacional.

Cabe destacar que el Ministerio de Energía participa activamente en instancias internacionales destinadas a incrementar la seguridad energética y se encuentra en permanente coordinación con el Instituto Nacional de Normalización para el desarrollo de normas atinentes al sector, como por ejemplo la norma y escenarios de competencia a través de estaciones de servicio multipropósito a GNL (gas natural licuado) para gas vehicular.



Finalmente, como parte de la cooperación con el gobierno de los Estados Unidos, la Empresa Nacional del Petróleo (ENAP) le encargó al Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS) una evaluación del potencial de hidrocarburos no convencionales en la Cuenca de Magallanes. En febrero del 2016, USGS publicó un documento que confirma la existencia de un importante potencial de gas no convencional en la región. El estudio ratifica que el suministro de la región estaría asegurado en el largo plazo y que habría recursos suficientes para pensar en suministrar consumos industriales y, eventualmente, enviar gas al resto del país. Usando una metodología de evaluación basada en información geológica, el USGS estimó un promedio de 8,3 trillones de pies cúbicos (TCF) de recursos técnicamente recuperables de *tight gas*. Esta cifra representa el doble de la producción de gas acumulada en la cuenca durante 70 años, la que alcanza los 4,2 TCF.



---

## • DESCENTRALIZACIÓN DEL CONSUMO Y PRODUCCIÓN •

---

**LE5:** Promover un sistema inteligente de producción y gestión descentralizada de la energía para los sectores residencial, público y comercial, no sólo para usuarios particulares, sino también para cooperativas, municipalidades y organizaciones.

**Acción 2016 - 2035:** Revisar de forma periódica el diseño de la red de transmisión para dar respuesta a la nueva configuración del sistema eléctrico y la demanda.

**Acción 2016 - 2020:** Estudios de caracterización de demanda de cada tipo de cliente, por zonas geográfica, a nivel intra-horario.

---

### AVANCES

---

El Ministerio de Energía ha llevado a cabo diversas iniciativas que contribuyen a la descentralización del consumo y producción, iniciativas que se encuentran aún en fases iniciales y seguirán consolidándose y complementándose con otras medidas, con el fin de que en el año 2035 el sistema eléctrico nacional sea completamente bidireccional, y cuente con sistemas de tecnologías de la información que permitan producir y gestionar la energía a todo nivel. Entre estas iniciativas, se encuentran:

- Ley N°20.571/2012 que regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales, la cual entró en vigencia el año 2014 y otorga el derecho a los clientes de las empresas distribuidoras a generar su propia energía, autoconsumirla y vender sus excedentes. Durante el año 2016, el Ministerio de Energía constató la necesidad de introducir modificaciones al Reglamento de la Ley N°20.571 a fin de agilizar el procedimiento de conexión de este tipo de equipamientos de generación y perfeccionar el marco regulatorio vigente, modificaciones que fueron aprobadas mediante el Decreto Supremo



Nº 103 de 2016, del Ministerio de Energía, el que se encuentra actualmente en tramitación en la Contraloría General de la República.

- El 11 de julio de 2016, la Presidenta de la República promulgó la Ley de Transmisión Eléctrica Nº20.936/2016. Esta Ley incorporó el desarrollo de una planificación energética de largo plazo, a cargo del Ministerio de Energía y además introdujo diversas modificaciones en lo que se refiere a la planificación de los sistemas de transmisión, proceso que será desarrollado anualmente por la CNE (Comisión Nacional de Energía), considerando la minimización de los riesgos en el abastecimiento, la creación de condiciones que promuevan la oferta y faciliten la competencia, entre otros.
- Programa Techos Solares Públicos, iniciado en 2015 con el fin de instalar sistemas fotovoltaicos en techos de los edificios públicos, contribuyendo a la maduración del mercado fotovoltaico para autoconsumo. A la fecha se han conectado 41 edificios, equivalentes a una capacidad de 1.437 kWp. A esto se suman 22 proyectos en construcción (725 kWp), 34 edificios adjudicados (785 kWp) y 2 pendientes (100 kWp). En total son 99 edificios licitados que totalizan 3.047 kWp.
- Finalmente el Ministerio de Energía generará una plataforma que fomente el mercado de la renovación energética de viviendas existentes en el sector privado. Para ello se está trabajando en el desarrollo de cuatro productos que permitirán alimentar esta plataforma:
  - Fichas de proyectos tipo de eficiencia energética en viviendas existentes para cada zona térmica, considerando aislación térmica de muros, recambio de puertas y ventanas, recambio de equipos de calefacción, sistema de ventilación, sistemas solares térmicos y sistemas solares fotovoltaicos.
  - Capacitación de instaladores y mano de obra. Acreditación de Evaluadores Energéticos en Vivienda Existente.



- Piloto de rehabilitación energética de viviendas existentes en Coyhaique. Serán 10 a 15 viviendas entre las que probarán distintos pack de eficiencia energética.
- Plataforma de rehabilitación energética de viviendas existentes, la cual contendrá, en principio, proyectos tipo de eficiencia energética; costos, ahorros y especificaciones técnicas; listado de instaladores y de evaluadores energéticos; y resultados del piloto en Coyhaique.



---

## • INTERCONEXIÓN ENERGÉTICA •

---

**LE6:** Promover un intercambio regional eficiente que aumente la flexibilidad del sistema eléctrico.

**Acción 2016 - 2035:** Analizar y desarrollar oportunidades de intercambio que beneficien la matriz y la seguridad de esta.

**Acción 2016 - 2035:** Establecer una estrategia de relaciones internacionales para alcanzar un marco legal y normativo robusto dando seguridad a los inversionistas y garantizando el suministro.

**Acción 2016 - 2035:** Avanzar en armonización regulatoria y sistematización de información de infraestructura energética regional.

---

### AVANCES

---

Las interconexiones de electricidad y gas, entre otras, permiten optimizar los recursos energéticos de los países mejorando la seguridad de suministro, promoviendo la penetración de energías renovables y aumentando la competencia. El Ministerio de Energía, con apoyo del Ministerio de Relaciones Exteriores, se encuentra trabajando en estrategias internacionales con diferentes países, estableciendo comisiones bilaterales y/o alianzas, propendiendo a la creación de un marco que facilite el intercambio eléctrico regional.

Concretamente, Chile ha realizado durante el año 2016 intercambios de electricidad y gas natural con Argentina, detallados a continuación:

- Exportación gas natural, a través de GNL Mejillones-gasoducto Norandino: 86.469.932 m<sup>3</sup>
- Exportación gas natural, a través de GNL Quintero-gasoducto Gasandes: 274.575.763 m<sup>3</sup>
- Exportación de energía eléctrica, a través de la línea Andes-Salta, propiedad de AES Gener: 102 GWh



A esto se suma el desarrollo de un estudio liderado por la Comisión Nacional de Energía (CNE), en coordinación con la Secretaría de Energía Eléctrica de Argentina, sobre factibilidad económica, técnica y regulatoria sobre alternativas de interconexión Chile-Argentina, que será financiado por CAF<sup>8</sup>; estudios de factibilidad de una interconexión eléctrica en el marco del Túnel Agua Negra, que unirá a ambos países; y el establecimiento de cooperaciones entre ambas naciones, principalmente en temas de eficiencia energética.

En el caso de Perú, existe voluntad política entre los gobiernos de Chile y Perú para el fomento de la interconexión eléctrica bilateral y regional, en particular en cuanto a un impulso para concretar un proyecto de interconexión entre Arica y Tacna<sup>9</sup>. A su vez, Chile fue representado, a través de la participación del Ministerio de Energía en dos Seminarios locales asociados a interconexión energética, realizados en Arica (junio 2016) y en Tacna (octubre 2016).

Con Paraguay se está realizando un análisis de factibilidad técnica, económica y regulatoria de intercambio de energía. A su vez, se estableció una Comisión Bilateral sobre Intercambio de Energía, la cual ha sesionado en dos ocasiones, una en noviembre 2015 y en una segunda oportunidad en agosto de 2016.

Cabe mencionar también que Chile participa de las sesiones del SINEA (Sistema de Interconexión Eléctrica Andina), en calidad de miembro, y la Comunidad Andina, como país asociado.

8 CAF es un banco de desarrollo, conformado por 19 países y 13 bancos privados de la región, que promueve un modelo de desarrollo sostenible, mediante operaciones de crédito, recursos no reembolsables y apoyo en la estructuración técnica y financiera de proyectos del sector público y privado de América Latina.

9 Este compromiso político es parte de la Declaración Conjunta entre la Presidenta Bachelet y el Presidente Kuczynski, en el marco de la visita oficial del Presidente del Perú a Chile en noviembre de 2016.



---

## • CALIDAD DE SUMINISTRO Y FISCALIZACIÓN •

---

**LE7:** Asegurar el acceso continuo al suministro energético a las familias vulnerables, considerando estándares y criterios de seguridad y eficiencia comunes a toda la población.

**Acción 2016 - 2035:** Promover instrumentos e incentivos, para garantizar un suministro energético continuo y de calidad.

**Acción 2016 - 2035:** Fortalecer los mecanismos de fiscalización, sobre las empresas generadoras, transmisoras y distribuidoras para minimizar el riesgo de corte por incumplimiento.

---

## AVANCES

---

Para dar cumplimiento a las acciones comprometidas para abordar este lineamiento estratégico, el Ministerio de Energía se encuentra desarrollando diversas iniciativas:

- Ejecución de proyectos de electrificación rural y social de islas.
  - Proyecto Hidroeléctrica Puerto Gaviota, Isla Magdalena, R. Aysén: Instalación de una microcentral hidroeléctrica de 90 kW para beneficiar a 60 familias, la cual se encuentra en ejecución y se finalizará en junio de 2017.
  - Proyecto eólico-diésel Melinka y Repollal, Isla Ascención, R. Aysén: Actualmente el Gobierno Regional de Aysén prepara el proceso de licitación para su publicación en mercado público a principios del 2017. Se beneficiará a 673 usuarios.
  - Proyecto microcentral Quiaca, Isla Llancahué, R. Los Lagos: Proyecto formulado en sus etapas de pre-factibilidad y factibilidad. El análisis de alternativas para mejorar el suministro contempló la instalación de una microcentral hidroeléctrica de 30 kW. Actualmente se están gestionan-



do los derechos de agua. Se estima su postulación y aprobación en 2017 y ejecución en 2018.

- Proyecto eólico-diésel Isla Santa María, R. Biobío: Mejoramiento del suministro mediante la instalación de un sistema eólico de 2 turbinas de 100 kW, lo que beneficiará a 487 usuarios. Se concluyó las etapas de pre-factibilidad y factibilidad y la ejecución del proyecto se contempla para 2017-2018.
- Ejecución de proyectos de electrificación rural y social de familias: Durante 2016 se han conectado 1.523 viviendas a la red, de una cartera de 4.000 viviendas con proyectos en ejecución<sup>10</sup>.
- Ante Proyecto de Ley de Sistemas Medianos y de Sistemas Aislados, a cargo de la Comisión Nacional de Energía (CNE).
- Programas de reconstrucción de viviendas con sistemas solares térmicos en Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y Valparaíso, y para el caso de Atacama se utilizan también paneles fotovoltaicos.
- Programa constante de monitoreo de cortes de suministro eléctrico a través del indicador SAIDI (System Average Interruption Duration Index o Índice de duración de interrupción promedio del sistema), a cargo de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC). Monitoreo desagregado a nivel regional y diferenciado por tres variables de interrupción: causas internas, que son responsabilidad de las empresas distribuidoras; causas externas, atribuibles a la generación, transmisión y subtransmisión; o por motivos de causa mayor, como terremotos, lluvias y otras contingencias.
- En conjunto con la Comisión Nacional de Energía (CNE), el Ministerio de Energía se encuentra trabajando en la conceptualización de un modelo de negocio que permita incorporar exigencias para suministro a infraestructura crítica en la norma técnica de calidad de servicio para los sistemas de distribución.

<sup>10</sup> Información al 05 de diciembre de 2016.



# • PILAR 2. •

## ENERGÍA COMO MOTOR DE DESARROLLO

### • DESARROLLO LOCAL •

**LE8:** Asegurar el fortalecimiento de actores, organizaciones y comunidades en materia de desarrollo energético, tanto referido a información sobre proyectos e impactos asociados y participación en el desarrollo de éstos, como a las capacidades que permitan generar oportunidades para un desarrollo local acorde a las características del territorio y con pertinencia cultural.

[Para este lineamiento estratégico, se contempla dar inicio al plan de acción a partir del año 2017]

**LE9:** Asegurar que el desarrollo energético favorezca el desarrollo local definido por las comunidades, de manera coherente con la estrategia nacional y regional, y promoviendo la implementación de desarrollos energéticos y proyectos impulsados por pequeños productores y comunidades interesadas en aprovechar los recursos energéticos de su territorio.

**Acción 2016 - 2018:** Abordar la definición de comunidad, para los distintos niveles territoriales, a ser considerada en los instrumentos de planificación en temas energéticos.



**LE10:** Garantizar por parte del Estado la existencia de procesos formales de participación ciudadana temprana, informada, simétrica e incidente en políticas, planes y proyectos, a nivel nacional, regional y local.

**Acción 2016 - 2035:** Implementar procesos educativos sobre participación ciudadana en materia energética.

**Acción 2016 - 2035:** Implementar, monitorear y evaluar criterios y estándares de participación para políticas, planes y proyectos a lo largo de todo el ciclo, contribuyendo a reducir las asimetrías.

**Acción 2016 - 2035:** Desarrollar mecanismos que permitan canalizar y resolver controversias manifiestas en políticas, planes y proyectos donde estén representados todos los intereses involucrados.

**Acción 2016 - 2035:** Promover la articulación en las comunidades para la aplicación de las mejores prácticas internacionales en cuanto a procesos participativos, adaptadas a la realidad nacional.

**Acción 2016 - 2035:** Diseñar indicadores de empoderamiento ciudadano en materia energética que midan los impactos de la implementación de procesos de participación ciudadana.

---

## AVANCES

---

A principios de 2016, el Ministerio de Energía lanzó la “Guía de Estándares de Participación Ciudadana para el Desarrollo de Proyectos de Energía”, que promueve el diálogo en forma temprana, transparente, oportuna y pertinente durante todo el ciclo de vida de un proyecto de energía, incluyendo a todos los actores que tienen intereses relacionados a éste y aportando al desarrollo local. El Ministerio ha realizado durante el 2016 diversas actividades de difusión y capacitación respecto a esta guía, tanto en empresas, consultoras, comunidades, municipios, gobernaciones y gobiernos regionales, así como ha promovido la formación de mesas de diálogo empresa-comunidad en diver-



tos proyectos de energía del país. Es importante aclarar que esta guía apunta a proyectos energéticos y no a políticas y planes, para los cuales se debe seguir avanzando a fin de poder asegurar la representación de todos los intereses involucrados.

Sumado a lo anterior, el Ministerio de Energía se encuentra trabajando en el diseño de una Política de Promoción del Desarrollo Local, vinculada al desarrollo de proyectos de energía. Actualmente se está finalizando el proceso de levantamiento de información mediante el trabajo en mesas o talleres participativos, con el fin de relevar conceptos, líneas temáticas y acciones a implementar en modelos asociativos. Hasta el momento se han realizado seis mesas locales (con 2 sesiones cada una), y posteriormente una mesa nacional que ha sesionado tres veces. En el mismo proceso, se ha trabajado con consultoras, fundaciones y ONGs, asociaciones gremiales y las Comisiones Regionales de Desarrollo Energético (CRDE), para levantar sus propuestas respecto a esta política. Como complemento, se están realizando dos consultorías que permitirán contar con información de experiencias internacionales que promueven la asociatividad en el desarrollo de proyectos de inversión. A esta Política la acompañará una Guía de Promoción del Desarrollo Local Sostenible, la cual se comenzará a elaborar el próximo año.

En el marco del estudio de cuencas que ha contratado el Ministerio de Energía, se realizaron talleres, seminarios y entrevistas que convocaron a 400 personas durante la primera fase y más de 900 en la segunda. Uno de los valores del estudio destacado por las comunidades, es el levantamiento de los Objetos de Valoración, como información ecológica, socio-cultural y productiva de las cuencas, información que contribuye a reducir las asimetrías de información en la sociedad y con ello, mejorar el nivel y la calidad de la participación ciudadana en diferentes instancias asociadas a desarrollo energético. Para fomentar el desarrollo de proyectos impulsados por pequeños productores y comunidades interesadas en aprovechar recursos energéticos de su territorio, se creó el Programa Comuna Energética. Durante 2015 se lleva-



ron a cabo cinco proyectos piloto en las comunas de Antofagasta, Caldera, Monte Patria, Peñalolén y Coyhaique. Adicionalmente se adherieron Vitacura, Providencia y Temuco con recursos propios. A fines del año 2015 se lanzó el "Primer Concurso para el cofinanciamiento de la elaboración de Estrategias Energéticas Locales (EEL) en municipios de Chile"<sup>11</sup>, iniciativa a la que postularon 46 comunas, siendo 12 de ellas elegidas para incorporarse al Programa "Comuna Energética": Los Andes, Villa Alemana, Calera de Tango, Colina, Carahue, Saavedra, Nueva Imperial, Santiago, Independencia, Recoleta, El Bosque y La Pintana. A fines de 2016 se cuenta con tres de estas EEL terminadas. Por otro lado, el Ministerio de Energía ha apoyado la implementación de varios de los Planes de Acción de las cinco comunas piloto, incluyendo proyectos de alumbrado público, edificación eficiente y techos solares.

En la misma línea, este año el Ministerio de Energía se adjudicó un proyecto orientado a fortalecer la materialización de los proyectos de los Planes de Acción de "Comuna Energética", con énfasis en proyectos solares, del Fondo de Inversión Estratégica (FIE). Este proyecto surge como una oportunidad para complementar esfuerzos de las inversiones productivas y para promover la asociatividad entre actores locales y empresas privadas del sector energético, generando nuevas capacidades tecnológicas, de emprendimiento e innovación en el sector, reduciendo barreras para la colaboración público privada y creando oportunidades para el desarrollo de empresas que asesoran, diseñan, producen, instalan y mantienen tecnologías limpias.

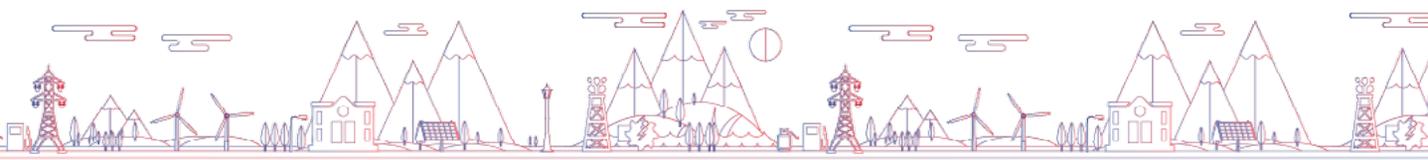
Finalmente, en el marco de un proyecto CORFO con el Ministerio de Energía como mandante, se creó en 2016 un sistema de monitoreo, seguimiento y reconocimiento a través de un sello para que las comunas energéticas puedan monitorear su avance y comunicarlo de forma clara a todo público.

11 La elaboración de una Estrategia Energética Local es una de las fases iniciales del programa Comuna Energética.



En lo que se refiere a procesos educativos sobre participación ciudadana, a principios de 2016 se promulgó la Ley N°20.911/2016 que crea el Plan de Formación Ciudadana para todos los colegios, sean públicos, particulares subvencionados o particulares pagados. La norma establece, entre otros objetivos, fomentar en los estudiantes el ejercicio de una ciudadanía crítica y responsable, promover el conocimiento y comprensión del estado de derecho y la institucionalidad y fomentar en los estudiantes la valoración de la diversidad social y cultural del país. El Ministerio de Educación es la institución a cargo de crear el ramo específico de formación ciudadana para las nuevas bases curriculares.

El Ministerio del Medio Ambiente también realiza lo suyo, a través de la División de Educación Ambiental y Participación Ciudadana, la cual apunta a un proceso de aprendizaje que tiene por sentido la convivencia de manera respetuosa e integrada con el medio ambiente, equilibrando el crecimiento económico con la equidad social y la protección de los recursos naturales. Para lograr una correcta participación de la ciudadanía en la educación ambiental, se han creado diversos programas enfocados en acciones conjuntas entre entidades públicas, privadas y comunidades.



---

## • ACCESO EQUITATIVO •

---

**LE11:** Definir el concepto y medición de la pobreza energética, con el objetivo de establecer políticas específicas para su reducción.

**Acción 2016 - 2028:** Definir las necesidades energéticas básicas, revisión periódica de estos conceptos.

**Acción 2016 - 2028:** Definir un estándar de consumo energético y calidad que permita satisfacer las necesidades energéticas básicas considerando las distintas realidades locales y zonas climáticas.

•

**LE12:** Reducir la relación entre el ingreso y el gasto energético de las familias vulnerables, sin descuidar los estándares necesarios de confort térmico y lumínico.

**Acción 2016 - 2030:** Contar con estadísticas e indicadores periódicos y públicos sobre necesidades energéticas básicas y gasto promedio en energía, según nivel de ingreso de las familias vulnerables.

•

**LE13:** Alcanzar estándares de confort térmico y lumínico en las viviendas de familias vulnerables de Chile.

**Acción 2016 - 2030:** Desarrollar, implementar y promover programas de eficiencia energética con foco en familias vulnerables.

**Acción 2016 - 2030:** Desarrollar programas que permitan entregar información de manera oportuna sobre opciones tecnológicas eficientes para familias vulnerables.

---

## AVANCES

---

Para poder definir el concepto y medir la pobreza energética, el Ministerio de Energía ha establecido un convenio con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) para que realice un estudio con el fin de definir las



necesidades básicas y estándares de consumo y calidad energética en Chile, considerando características geográficas, zonas climáticas y vulnerabilidad, además de elaborar un plan de acción que proponga un instrumento de medición de la pobreza energética y entregue lineamientos estratégicos para la generación de políticas públicas, entre otras actividades. Dicho estudio comenzará a ejecutarse el 01 de enero de 2017.

Como contribución a lo que se levante mediante el convenio con PNUD, la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) proporciona información del nivel de facturación eléctrica y de gas de red, por zona geográfica.

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo está llevando a cabo diversas iniciativas que contribuyen al desarrollo de las acciones que permiten dar cumplimiento a los lineamientos estratégicos antes mencionados, las cuales se presentan a continuación:

- Una de las prioridades del Ministerio es posibilitar soluciones habitacionales de calidad. En particular en temas de energía, se asegura que instalaciones eléctricas cumplan con la norma y se han definido estándares mínimos en viviendas (específicamente el número de enchufes, soquetes, interruptores y tableros, establecidos por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, SEC).
- Programa de acondicionamiento térmico regular (para viviendas construidas antes del 2007).
- Otorgamiento de subsidios para sistemas solares térmicos en viviendas sociales existentes, en trabajo conjunto con el Ministerio de Energía, administrado a través del Programa de Protección del Patrimonio Familiar (PPPF).
- Nueva normativa térmica nacional (en desarrollo), que busca aumentar el estándar térmico de la vivienda.
- Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas<sup>12</sup>, documento referencial que define parámetros de sustentabilidad para el diseño, construcción y operación de viviendas nuevas o renovadas.

12 Disponible en <http://csustentable.minvu.cl/estandares-cs/>.



- Manual de Elementos Urbanos Sustentables<sup>13</sup> que define estrategias de sustentabilidad para el diseño, construcción y operación de espacios públicos.
- Programa Estratégico de Productividad y Construcción Sustentable - Construye 2025 (Programa CORFO): estrategia nacional que tiene el objetivo de transformar la forma de construir edificaciones en Chile, para mejorar la productividad de la industria de la construcción en toda su cadena de valor y generar un cambio cultural en torno a la sustentabilidad<sup>14</sup>.
- Barrios Ecosustentables, los cuales contemplan mejoras en la habitabilidad de las viviendas, sistemas constructivos innovadores, con sistemas prefabricados, equipos de eficiencia energética, reciclaje de aguas grises para riego y huertos urbanos, entre otros atributos.
- Sistema de certificación de vivienda sustentable (en desarrollo), el cual busca evaluar y acreditar el desempeño ambiental de las viviendas en Chile. Esta herramienta cubrirá aspectos de energía, agua, residuos, salud y bienestar, entre otros (se basa en documento Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas).
- Competencia Construye Solar (ejecutado en conjunto con la Ruta Solar), concurso internacional que invita a universidades a participar mediante el desarrollo de viviendas sociales sustentables<sup>15</sup>.

Estos dos ministerios en conjunto (Energía y Vivienda y Urbanismo), implementaron un sistema de Calificación Energética de Viviendas<sup>16</sup>, el cual entrega información a las familias acerca de la eficiencia energética de las viviendas, permitiéndoles tomar una decisión informada a la hora de comprar una vivienda y así optar por la que represente una mayor cantidad de ahorro en calefacción, iluminación y agua caliente sanitaria.

13 Disponible en <http://csustentable.minvu.cl/estandares-cs/>.

14 Más información en <http://www.chiletransforma.cl/programa/programa-construye-2025/>.

15 Más información disponible en <http://www.construyesolar.com/>.

16 Más información disponible en <http://calificacionenergetica.minvu.cl/>.



En relación a la entrega de información sobre opciones tecnológicas, el Ministerio del Medio Ambiente a través del Programa de recambio de calefactores -programa enmarcado en los planes de descontaminación atmosférica-, implementó una plataforma web donde se dan a conocer las mejores tecnologías de calefacción según el tipo de usuario<sup>17</sup>.

En tanto, el Ministerio de Desarrollo Social, a través de la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (Casen), contribuye con información relevante respecto al contexto de los hogares y de la población, especialmente bajo situación de pobreza.

17 Más información disponible en [www.calefaccionsustentable.cl](http://www calefaccionsustentable.cl).



---

## • GESTIÓN TERRITORIAL •

---

**LE14:** Integrar y dar coherencia a los intereses de los diferentes actores, sectores, instituciones y escalas territoriales (Nacional, Regional y Local) asociados a la gestión del territorio para el desarrollo energético.

**LE15:** Integrar en la planificación del territorio urbano y rural los requerimientos necesarios para implementar sistemas de transporte y edificaciones eficientes y menos contaminantes.

**Acción 2016 - 2035:** Formular una Planificación Energética de Largo Plazo, en forma periódica, para orientar el adecuado y oportuno desarrollo de la infraestructura de transmisión eléctrica y polos de desarrollo.

**Acción 2016 - 2018:** Desarrollar los estándares y metodologías de participación para instrumentos de planificación sectorial.

**Acción 2015-2018:** Integrar las consideraciones del tema energético en las Estrategias Regionales de Desarrollo en las Regiones que aún no cuentan con Planes Energéticos Regionales y que están avanzando en la formulación de Estrategias Regionales de Desarrollo.

**Acción 2016 - 2035:** Implementar los Planes Energéticos Regionales (PER), con carácter indicativo, articulados con los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial (PROT) y las Estrategias Regionales de Desarrollo (ERD), y coherente con la Planificación Energética de largo plazo y la política energética.

**LE16:** Reducir las distancias y el número de viajes para mayor eficiencia del sistema de transporte.

**Acción 2016 - 2035:** Incorporar criterios de eficiencia en transporte en las políticas e instrumentos de planificación urbana para acortar las distancias y tiempos de viaje hogar-trabajo.



---

## AVANCES

---

Durante el año 2016, el Ministerio de Energía ha llevado a cabo importantes avances en relación a la temática de gestión territorial, y en particular en lo referido a estos 3 lineamientos estratégicos.

La Ley N°20.936, que modifica la Ley General de Servicios Eléctricos y que establece un nuevo Sistema de Transmisión Eléctrica y crea un organismo coordinador independiente del Sistema Eléctrico Nacional, establece en su artículo 83°, que el Ministerio de Energía cada cinco años deberá desarrollar un proceso de planificación energética de largo plazo para los distintos escenarios energéticos de expansión de la generación y del consumo, en un horizonte de al menos treinta años. El proceso de planificación energética deberá incluir escenarios de proyección de oferta y demanda eléctrica, considerando la identificación de polos de desarrollo de generación, generación distribuida, intercambios internacionales de energía, políticas medio ambientales que tengan incidencia y objetivos de eficiencia energética entre otros, elaborando sus posibles escenarios de desarrollo. Asimismo, la planificación deberá considerar dentro de sus análisis los planes estratégicos con que cuenten las regiones en materia de energía.

Los Planes Energéticos Regionales (PER) son la expresión instrumental del proceso de ordenamiento territorial energético regional que nace a partir de procesos regulatorios y de planificación central, así como de las vocaciones territoriales identificadas. En ellos se plasma la visión energética de la región y se establecen las condicionantes territoriales para su desarrollo, en concordancia con las Estrategias Regionales de Desarrollo (ERD). El diseño de los PER contempla cuatro etapas: (1) Preparatoria, (2) Diagnóstico energético, (3) Construcción de la propuesta de planificación y (4) Acompañamiento y seguimiento. Recientemente se han finalizado los diagnósticos energéticos para las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Co-



quimbo y Biobío, regiones en la que se dio inicio a la tercera etapa del proceso PER. Durante el año 2017 se comenzará a desarrollar los PER en las regiones de Araucanía y Región Metropolitana de Santiago.

Tal como se señaló anteriormente, la visión energética regional debe ser consistente con la Estrategia Regional de Desarrollo, razón por la cual el Ministerio de Energía se coordina permanentemente con las entidades regionales (Gobiernos Regionales, Secretarías Regionales Ministeriales con competencia en el territorio y municipios), para asegurar que los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial sean coherentes con la PEN y con la futura Planificación Energética de largo plazo, actualmente en proceso de desarrollo.

La realización de la segunda etapa del estudio de cuencas en Maule, Biobío, Toltén, Valdivia, Bueno, Puelo, Yelcho, Palena, Cisnes, Aysén, Baker y Pascua permite poner a disposición del sistema público, de empresas y de la comunidad, información de diversas disciplinas a escala de sub-subcuenca y herramientas para gestionar dicha información, como apoyo para la toma de decisiones que tengan relación con planificación energética, particularmente de tipo hidroeléctrica.

Para los casos particulares de las regiones de Aysén y Magallanes y la Antártica Chilena, en virtud de lo estipulado en la Agenda de Energía, se están elaborando Políticas Energéticas regionales, tomando en cuenta que corresponden a zonas extremas o aisladas. Para el caso de Aysén, durante 2016 se llevaron a cabo en la región sesiones de grupos temáticos de trabajo y de la Comisión Regional de Desarrollo Energético, cuyo trabajo será plasmado en la Hoja de Ruta Energética de Aysén, la cual será presentada a principios del año 2017. Esta Hoja de Ruta será insumo primordial para la elaboración de la Política Energética para la región. La Hoja de Ruta Energética de Magallanes y la Antártica Chilena fue presentada en marzo de 2016 y sometida a consulta pública. Actualmente, el Ministerio de Energía se encuentra trabajando en la Política Energética para la región, la cual será presentada a principios de 2017.



Sumado a lo anterior, el Ministerio de Energía forma parte activa de la Comisión Interministerial de Ciudad, Vivienda y Territorio (COMICIVYT), instancia de coordinación en materia de políticas, planes y programas relacionadas con el desarrollo y ordenamiento del territorio, cuyo objetivo es obtener incrementos significativos en los estándares de calidad de vida y reducir las brechas en materia de equidad urbana y territorial en el país, la cual es presidida por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Adicionalmente, con el fin de darle fuerza a la acción individual, generar efectos sinérgicos y dar una orientación de largo plazo con una visión clara para la comunidad local, el Ministerio de Energía creó en 2015 el Programa Comuna Energética, herramienta de gestión y proceso de acreditación para las comunas de Chile, que establece planes y acciones interdisciplinarias de corto, mediano y largo plazo para la gestión energética de las comunas. Para ello, el Ministerio de Energía cuenta con una Guía Metodológica para el Desarrollo de Estrategias Energéticas Locales<sup>18</sup>. Hasta el momento, existen 8 comunas energéticas (Antofagasta, Caldera, Monte Patria, Providencia, Peñalolén, Vitacura, Temuco y Coyhaique), sumado a varias otras comunas del país que se encuentran en proceso. Este año, el Ministerio de Energía se adjudicó un proyecto orientado a fortalecer la materialización de los proyectos de los Planes de Acción de "Comuna Energética", con énfasis en proyectos solares, del Fondo de Inversión Estratégica (FIE).

Finalmente, durante 2016, en gestión territorial, el Ministerio de Energía ha dado seguimiento y revisión a:

- Estrategias Regionales de Desarrollo de Arica y Parinacota, Atacama, Biobío y Aysén.
- Planes Regionales de Ordenamiento Territorial de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana de Santiago, O'Higgins, Maule, Biobío y Los Ríos.

<sup>18</sup> Guía disponible en [http://www.minenergia.cl/estrategialocal/?page\\_id=212](http://www.minenergia.cl/estrategialocal/?page_id=212).



- Plan Regulador Intercomunal Costero Atacama, Plan Regulador Intercomunal Huasco, Plan Regulador Intercomunal Elqui, Plan Regulador Intercomunal Rapel, Plan Regulador Metropolitano de Concepción, Plan Regulador Intercomunal Zona Intermedia (Lanco, Máfil, Los Lagos y Paillaco), Plan Regulador Comunal La Unión, Plan Regulador Panguipulli, Plan Infraestructura MOP de Apoyo al Turismo, Plan de Infraestructura Urbana y Territorial Araucanía, Plan Hídrico Maule.

En cuanto a la reducción de distancias y número de viajes, dando mayor eficiencia al transporte, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) impulsa que los proyectos habitacionales incorporen criterios de localización, cercanos a transporte público, otorgando mayor puntaje en el proceso de evaluación de proyectos.



---

## • AUMENTO DE LA COMPETENCIA •

---

**LE17:** Promover precios competitivos como una condición esencial para el desarrollo sustentable del país, siendo una fuente de competitividad para los sectores productivos.

**Acción 2016 - 2028:** Eliminar las barreras a la competencia en el sector eléctrico, incluyendo una adecuación a la regulación de la transmisión.

**Acción 2016 - 2028:** Monitorear el funcionamiento del mercado y defensa de la competencia.

**Acción 2016 - 2035:** Mejoramiento continuo del proceso de licitaciones de distribuidoras.

**Acción 2016 - 2035:** Establecer intercambios económicamente eficientes y sustentables con países vecinos.

---

## AVANCES

---

El 20 de julio de 2016 se publicó en el diario oficial la Ley N°20.936, que establece un nuevo sistema de transmisión eléctrica y crea un organismo coordinador independiente del sistema eléctrico nacional. Uno de los objetivos principales de dicha ley apunta a favorecer el desarrollo de un mercado competitivo, que facilite el transporte de energía de fuentes limpias a los centros de consumo y que contribuya a disminuir los precios de la energía para los hogares y las empresas, posibilitando más competencia y la incorporación de nuevos actores.

También en julio del presente año, se llevó a cabo uno de los procesos de licitación eléctrica, en el cual se recibieron ofertas de 84 proponentes, quienes subastaron 12.430 GWh/año de energía, equivalente a un tercio del consumo de los clientes regulados del SIC y SING. Los resultados mostraron que el precio promedio bajó en un 63% con respecto a la licitación del año 2013. Uno de los atributos más destacables del proceso fue la gran competencia, puesto que un 50% de los ofe-



rentes correspondieron a proyectos nuevos. Sumado a ello, las ofertas superaron más de 7 veces el suministro licitado, alcanzando los 85.000 GWh.

El Proyecto de Ley de Gas actualmente en trámite en el Congreso, a cargo de la Comisión Nacional de Energía (CNE), permitirá también eliminar barreras a la competencia. La implementación de una regulación adecuada del segmento de distribución permitirá limitar el poder de mercado de las distribuidoras de gas concesionadas, fijando un límite a su rentabilidad y con ello a los precios de venta del gas. Además, la facilitación del cambio de proveedor en redes no concesionadas promoverá la competencia, especialmente a nivel de precios.

Durante este año se tramitó totalmente el Decreto Supremo N° 106, de 8 de octubre de 2015, del Ministerio de Energía, mediante el cual se aprobó el nuevo reglamento sobre licitaciones de suministro de energía para satisfacer el consumo de los clientes regulados de las empresas concesionarias del servicio público de distribución de energía eléctrica, que incorpora las modificaciones efectuadas al mecanismo de licitaciones en virtud de la Ley N°20.805. Dicho reglamento se encuentra actualmente vigente y fue publicado el 16 de junio de 2016 en el diario oficial.

Adicionalmente, dentro de la División de Seguridad y Mercado Energético del Ministerio, se creó en 2014 (Resolución Exenta N°65) la Unidad de Agregación de Demanda, la que ha centrado su actuar en la caracterización de la demanda energética con especial énfasis en electricidad y gas para consumo residencial, de pequeños comercios y clientes libres conectados a las redes de distribución. Durante el primer semestre de 2016 se inició el diseño e implementación de un programa piloto de agregación de demanda en la región de Biobío.

En relación a la acción específica perteneciente a este lineamiento, "Establecer intercambios económicamente eficientes y sustentables con países vecinos", dirigirse al lineamiento estratégico N°6 donde se especifican las acciones llevadas a cabo en relación a interconexión energética.



---

## • CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN •

---

**LE18:** Definir una política de ciencia, tecnología e innovación en energía

**Acción 2016 - 2018:** Coordinación para el desarrollo de una política de ciencia, tecnología e innovación en energía.

**Acción 2016 - 2030:** Continuar el Programa Estratégico Nacional en Industria Solar y analizar la implementación de otros procesos de planificación tecnológica estratégica.

**Acción 2016 - 2030:** Establecer un mecanismo de vigilancia tecnológica para nuevas oportunidades del sector energético.

•

**LE19:** Reducción de las barreras a la innovación y emprendimiento en energía.

**Acción 2016 - 2035:** Identificar y eliminar barreras regulatorias a la innovación en energía.

**Acción 2016 - 2035:** Instalar un proceso de seguimiento de avances tecnológicos nacionales e internacionales relevantes para el sector energético chileno.

•

**LE20:** Potenciar y articular las capacidades tecnológicas del país en investigación, desarrollo e innovación en energía.

**Acción 2016 - 2018:** Desarrollar una política de formación y atracción de capital humano en energía.

---

## AVANCES

---

El Ministerio de Energía elaboró durante 2016 una Estrategia de Ciencia, Tecnología e Innovación en Energía, base para el desarrollo de la Política respectiva, la que busca acelerar el proceso de transformación del sector energético basado en conocimientos y aportando significativamente a la confiabilidad,



inclusividad, competitividad y sostenibilidad de la industria, preparando al Ministerio de Energía para que entregue los lineamientos para la coordinación de los desafíos energéticos a enfrentar con ciencia, tecnología, innovación y emprendimiento. Como punto de partida de la estrategia se plantea realizar un mapa de actores donde se identifican las instituciones, empresas y centros de investigación, entre otros actores, así como también personas involucradas en el ecosistema que se consideren más activas, representativas y reconocidas.

Adicionalmente, el Ministerio de Energía asumió el compromiso internacional *Mission Innovation*, el cual considera un aumento en la inversión pública en Investigación y Desarrollo en energías limpias para los próximos cinco años, con el respectivo plan de implementación.

El Programa Estratégico Solar (PES) es una iniciativa que busca desarrollar en un horizonte de 10 años, una industria solar competitiva, con capacidades tecnológicas y con vocación exportadora. Se basa en el conocimiento, innovación y sustentabilidad, propendiendo a la generación de energía a menor costo, la mejora sustancial de la productividad del país y el tránsito hacia una economía del conocimiento, aprovechando las privilegiadas condiciones de laboratorio natural que presenta el país. El Ministro de Energía es quien preside el Consejo Directivo de este Programa. Durante el año 2016, el PES pasó de su fase de diseño a la de implementación, por lo que ya se han asignado y han comenzado a ejecutarse iniciativas en torno a sus tres ejes: desarrollo tecnológico, desarrollo industrial y fortalecimiento de la infraestructura de calidad. En el marco de este programa, este año se lanzaron numerosas iniciativas en donde el Estado aporta hasta 14 millones de dólares por iniciativa, además de apalancar aportes de privados. Entre ellas se encuentra el Programa tecnológico sistemas fotovoltaicos para desiertos (descrito más adelante), Plataforma de innovación abierta y financiamiento para innovación, Fortalecimiento de la infraestructura de la calidad, y Corredor solar de la cuenca del Salado, entre otras.



Las energías marinas son también una fuente de generación renovable que ha despertado el interés nacional, considerando los 4.500 km de litoral con que cuenta el país. MERIC, *Marine Energy Research & Innovation Center*, es un centro de investigación y desarrollo de energía de los mares en Chile, financiado por el Ministerio de Energía e inaugurado este año, el cual busca la comprensión de distintos aspectos de los potenciales sitios chilenos de recolección de energía marina, incluyendo las características del entorno relevantes para la instalación de tecnologías, desde el área física, química, biológica y social.

Se suman a lo anterior otras iniciativas ya existentes, como Fraunhofer CSET, entidad financiada por el Ministerio de Energía, que provee consultoría altamente especializada para la industria y organismos públicos y desarrolla, en conjunto con las empresas, tecnologías innovadoras, orientadas a implementar soluciones de energía solar de gran escala para el sector industrial, comercial y residencial en Chile. En la misma área solar, se cuenta con SERC (*Solar Energy Research Center*), centro con financiamiento basal de CONICYT que congrega a 6 universidades nacionales.

Otro espacio que apunta a desarrollar, facilitar y promover procesos de innovación es el Laboratorio de Gobierno. Junto a esta organización pública, el Ministerio de Energía diseñó y realizó un proceso de levantamiento de desafíos del sector, lo que se materializó posteriormente en Impacta Energía, concurso de innovación abierta donde se buscaron ideas que abordaran el acceso, ahorro y promoción de la energía como fuente de desarrollo para Chile.

Además, para impulsar la investigación en energía, el Ministerio de Energía patrocinó 15 postulaciones de proyectos de I+D a fondos nacionales e internacionales. A esto se suma un concurso llevado a cabo este año bajo un convenio con Innova - CORFO, concurso de bienes públicos regionales para la competitividad, a través de la implementación de proyectos de innovación en eficiencia energética. Si bien en 2015 este concurso apuntó a entregar soluciones al sector minero, en 2016 esto se amplió a otros sectores productivos.



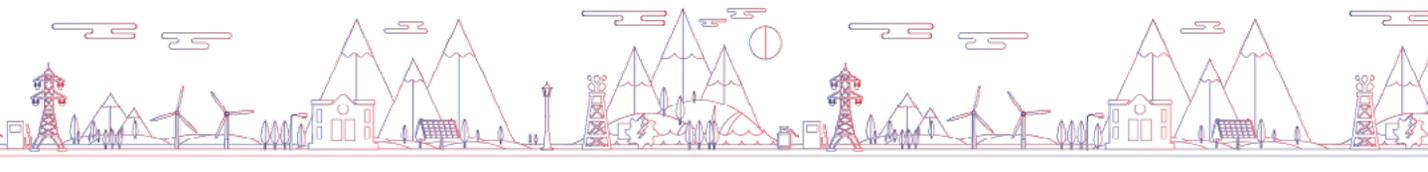
En relación a la creación de capacidades tecnológicas en investigación, desarrollo e innovación en energía, se están llevando a cabo diversas iniciativas:

- Programa de pasantías al extranjero para el sector energía, a cargo del Ministerio de Energía junto a CONICYT, el cual considera la especialización del sector, promoviendo la generación de nuevas redes internacionales en el ámbito energético en profesionales e investigadores/as del sector público, privado y la academia, entregando fondos para pasantías de corta duración en el extranjero en instituciones internacionales de primer nivel, promoviendo el desarrollo e incorporación de nuevas prácticas y tecnologías en el país. Para el año 2016 se adjudicaron 29 pasantías.
- Programa Técnicos para Chile para el sector energía, para el cual el Ministerio de Energía gestionó y firmó un convenio de colaboración y transferencia de recursos con el Ministerio de Educación a fin de becar en 2017 a técnicos de nivel superior en carreras del sector energía, específicamente en España y Alemania.
- Levantamiento de necesidades actuales de capital humano, a cargo del Ministerio de Energía, mediante el cual se cuantificaron las necesidades de capital humano en temáticas de energías renovables no convencionales y eficiencia energética, además de proyecciones en horizontes de corto, mediano y largo plazo.
- Investigadores de Tecnologías de Concentración Solar de Potencia - Programa de Pasantía en el Extranjero, gestionado por el programa de Energías Renovables y Eficiencia Energética 4e de la GIZ, en colaboración con el Ministerio de Energía, dirigido a investigadores en el área de energía solar de potencia, que tiene como objetivo fomentar y fortalecer el desarrollo de la investigación científica y tecnológica a través de la promoción de investigadores que realicen pasantías en el extranjero. El año 2016 se adjudicaron 5 pasantías.



- Plan Estratégico - Nueva Ingeniería para el 2030 - Regiones, a cargo de CORFO, dirigido a personas jurídicas provenientes de universidades chilenas que imparten carreras de ingeniería civil, exclusivamente de carácter regional.
- Programa Desarrollo de Tecnologías de Energía Solar Fotovoltaica Climas Desérticos y Alta Radiación, a cargo de CORFO, dirigido a instituciones públicas o corporaciones privadas, constituidas en Chile, que posean capacidades técnicas, de gestión tecnológica y propiedad intelectual (cabe destacar que este programa forma parte de las gestiones del Programa Estratégico Solar, antes descrito).

Finalmente, tal como se comprometió en la PEN, en el siguiente capítulo del presente documento, se presenta un análisis de tendencias en desarrollos tecnológicos que son relevantes para el sector energético nacional.



# • PILAR 3 •

## ENERGÍA COMPATIBLE CON EL MEDIO AMBIENTE

### • MATRIZ RENOVABLE •

**LE21:** Promover una alta penetración de energías renovables en la matriz eléctrica.

**Acción 2016 - 2030:** Reducir barreras para mejorar la competitividad de las fuentes priorizadas, sin contemplar subsidios con efectos que distorsionen el mercado eléctrico.

**LE22:** Promover un desarrollo hidroeléctrico sustentable que permita alcanzar una alta participación renovable en la matriz eléctrica.

**Acción 2016 - 2030:** Promover insumos de información económica, social, cultural, ambiental y productiva para los instrumentos de gestión territorial de al menos 8 cuencas del país.

**Acción 2016 - 2030:** Desarrollar un mecanismo de articulación entre los sectores público, privado, académico y sociedad civil para la implementación de estándares de sustentabilidad hidroeléctrica.

**Acción 2016 - 2030:** Participación del Sector Energético en la mesa intersectorial sobre Recursos Hídricos, con especial énfasis en propuestas legislativas relacionadas con el marco normativo de los derechos de agua y los instrumentos económicos que apoyen y sustenten la generación hidroeléctrica.



---

## AVANCES

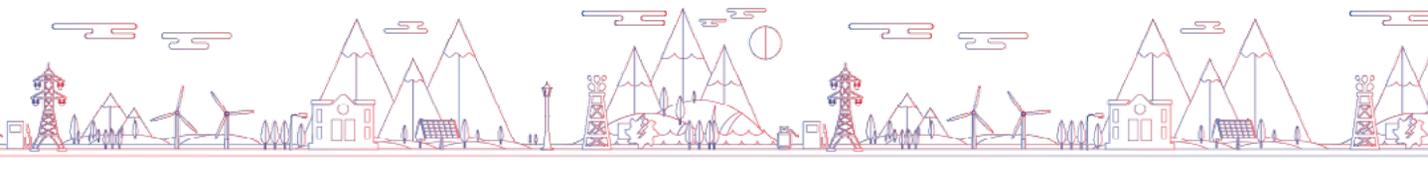
---

Para afrontar las acciones comprometidas a partir de 2016 que permitirán dar cumplimiento a estos lineamientos estratégicos, el Ministerio de Energía ha llevado a cabo las siguientes actividades:

- Programa de Energía con la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas en materias relacionadas con energía, tales como: información pública, permisos sectoriales, fiscalización y regulación, con el objeto de dar una respuesta adecuada al aumento de la demanda de permisos y autorizaciones sectoriales causada por el creciente desarrollo de proyectos hidroeléctricos, en especial de pequeñas centrales.
- El Explorador de derechos de aprovechamiento de aguas no consuntivos (DAANC) para uso en hidroelectricidad es una plataforma pública de información sobre derechos de aguas, titulares e información histórica, actualizada anualmente con derechos de aguas concedidos a nivel país. El Explorador DAANC surge de la colaboración entre el Ministerio de Energía, la Dirección General de Aguas y el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile.
- Además del Explorador de derechos de aguas, el Ministerio de Energía ha puesto a disposición del público exploradores para fuentes de energías renovables, como son la energía eólica, solar y marina<sup>19</sup>.
- Plan 100 Minihidros del Ministerio de Energía, cuyo objetivo es desarrollar 100 nuevos proyectos minihidros entre 2014 y 2018. Entre 2014 y 2016 han entrado en operación 32 nuevas minihidros, y en julio de 2016 había 24 minihidros en proceso de construcción.
- Mesa Participativa de Hidroelectricidad Sustentable, compuesta por actores del mundo público, privado, ONG, representantes indígenas y de organizaciones sociales, cuyo objetivo es desarrollar criterios ambientales y

---

<sup>19</sup> Exploradores disponibles en <http://www.energia.gob.cl/energias-renovables>.



sociales para una hidroelectricidad sustentable en Chile. La mesa ha sesionado en grupos de trabajo y sesiones ampliadas. Entre agosto y diciembre de 2016, los grupos de trabajo se han reunido en cinco ocasiones, mientras que la mesa ampliada ha sesionado nueve veces. Como apoyo al trabajo de la Mesa, se realizó un levantamiento de información sobre experiencias de aplicación de estándares de sustentabilidad hidroeléctrica en Chile y se está trabajando en un marco teórico sobre principios y criterios para la sustentabilidad hidroeléctrica nacional.

- Concurso especial enfocado a la implementación de energías renovables, en especial microgeneración hidroeléctrica como complemento energético a proyectos de infraestructura de riego, con especial énfasis en proyectos provenientes de la pequeña agricultura, sus organizaciones, y pueblos originarios. En mayo de 2016 la Comisión Nacional de Riego (CNR) lanzó las bases del concurso, el cual nace sobre la base de un convenio de cooperación que desarrollaron los Ministerios de Energía y Agricultura.
- Perfeccionamiento del marco regulatorio de la generación distribuida, específicamente a través de las modificaciones que se están incorporando al reglamento de la Ley N°20.571/2012, que regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales, aprobadas mediante el Decreto Supremo N°103, de 2016, del Ministerio de Energía, actualmente en trámite en la Contraloría General de la República.
- El Programa de Techos Solares Públicos apunta a la generación propia en edificaciones y promueve la maduración de la oferta de sistemas fotovoltaicos distribuidos. Como se señaló anteriormente, bajo este programa se han conectado 41 edificios, equivalentes a una capacidad de 1.437 kWp. A esto se suman 22 proyectos en construcción (725 kWp), 34 edificios adjudicados (785 kWp) y 2 pendientes (100 kWp). En total son 99 edificios licitados que totalizan 3.047 kWp.
- Impulso al desarrollo de la energía geotérmica, a través del trabajo permanente de la Unidad de Geotermia, perteneciente a la División de Energías Renovables del Ministerio de Energía.



- Se gestionó y canalizó fondos disponibles para energías renovables del "Clean Technology Fund" para un Programa de Mitigación de Riesgos de la Geotermia (MiRiG). Estos fondos son operados en Chile mediante el Banco Interamericano de Desarrollo y han permitido desarrollar un instrumento financiero que facilitará la estructuración de soluciones financieras que mitiguen los efectos de los riesgos de desarrollo y operación de proyectos, y con esto incentivar a los desarrolladores a realizar las inversiones necesarias para llevar a cabo las campañas de perforación y construcción de plantas. Las soluciones pueden incluir préstamos prioritarios y subordinados a largo plazo, créditos puente a corto plazo, y garantías en caso de fracaso en la exploración.
- Elaboración de un Compendio Cartográfico Regionalizado de Proyectos de Energías Renovables<sup>20</sup>, el cual incorpora datos de los distintos proyectos de energías renovables según localización, capacidad de generación y estado. Este último considera los proyectos en operación, en pruebas y en construcción, basados en la información publicada por la Comisión Nacional de Energía (CNE).
- Elaboración del estudio de impactos del cambio climático sobre el potencial de generación hidroeléctrica de la cuenca del Maule, que generó información relevante sobre los efectos esperados del cambio climático en la generación hidroeléctrica de la zona a raíz de cambios en la cantidad y el perfil estacional del caudal.
- Estudio de Cuencas, que ha recogido y construido información para las cuencas de Maule, Biobío, Toltén, Valdivia, Bueno, Yelcho, Puelo, Palena, Cisnes, Aysén, Baker y Pascua, gracias al levantamiento de información en terreno, el análisis de imágenes satelitales, bases de datos oficiales, uso de modelos y la consulta a autoridades locales, expertos y a la comunidad, totalizando más de 900 personas contactadas sólo en la segunda fase de este mapeo de cuencas. El estudio proporciona información sobre poten-



cial hidroeléctrico, nivel de presencia de diferentes objetos de valoración (55 objetos en los ámbitos ecológicos, sociales, culturales, productivos y económicos), un contexto territorial sobre el desarrollo hidroeléctrico en cada cuenca, y propone una herramienta de modelación que combina la información de potencial y de los objetos de valoración a escala territorial y con expresión espacial, pudiendo entregar diferentes escenarios o alternativas de desarrollo hidroeléctrico que quieran explorarse, con distintos niveles o ámbitos de condicionamiento<sup>21</sup>.

- Guía Metodológica para determinar el caudal ambiental para centrales hidroeléctricas en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)<sup>22</sup>, documento elaborado por el Servicio de Evaluación de Ambiental (SEA) con la colaboración del Ministerio de Energía y la Dirección General de Aguas, cuyo objetivo es contribuir a uniformar criterios para la determinación del régimen del caudal ambiental en proyectos de centrales hidroeléctricas que se presentan al SEIA, incorporando de manera coordinada criterios hidrológicos, valoración de servicios ecosistémicos y usos antrópicos, junto con las características del proyecto. Se ha desarrollado material para realizar capacitaciones a técnicos del servicio público vinculados con la evaluación del caudal ambiental de proyectos productivos, y a la industria del sector hidroeléctrico, con el fin de operativizar el uso de esta Guía.
- Se dio término al estudio de medidas de mitigación para los efectos de variaciones de caudal producto de la generación hidroeléctrica de punta, o *hydropeaking*, y se ha avanzado en estudiar si es relevante en los escenarios energéticos futuros.

21 Los resultados de los estudios se encuentran en la plataforma web <http://www.hidroelectricidadsustentable.gob.cl/>.

22 Disponible en [http://sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2016/guia\\_caudal\\_ambiental.pdf](http://sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2016/guia_caudal_ambiental.pdf).



---

## • COMBUSTIBLES LIMPIOS •

---

**LE23:** Fomentar la participación de combustibles de bajas emisiones de GEI y contaminantes atmosféricos en la matriz energética.

**Acción 2016 - 2023:** Desarrollar estándares del contenido de sustancias peligrosas para combustibles.

---

## AVANCES

---

Para este lineamiento estratégico, sólo se estableció una acción a iniciarse en el transcurso del año 2016, para la cual no se han llevado a cabo actividades concretas.



---

## • LEÑA SUSTENTABLE •

---

**LE24:** Promover la producción y uso sustentable de biomasa forestal con fines energéticos para resguardar el patrimonio natural y la salud de las personas.

**Acción 2016 - 2030:** Profesionalizar el mercado, fortaleciendo competencias técnicas en toda la cadena de producción y comercialización de la leña y sus derivados.

**Acción 2016 - 2030:** Asegurar la mejora tecnológica de equipos individuales en zonas urbanas y fomentar en zona rural a través de recambio de calefactores, estándares mínimos de etiquetado de tecnologías.

**Acción 2016 - 2030:** Incrementar la productividad en el rubro de la leña y sus derivados, a través de la inversión en infraestructura, tecnología y capacitación.

**Acción 2016 - 2030:** Fortalecer planes de manejo para la explotación de la leña en el bosque nativo productivo.

**Acción 2016 - 2030:** Potenciar la normativa y fiscalización requerida para la producción sustentable del recurso.

---

## AVANCES

---

Para este lineamiento estratégico, la PEN establece diversas acciones a ser ejecutadas desde 2016. En virtud de eso, el Ministerio de Energía ha llevado a cabo las siguientes actividades:

- Programa Más Leña Seca, fondo concursable no reembolsable que, a través de una transferencia de recursos a los postulantes seleccionados, busca incentivar la producción y el comercio de leña seca mediante la construcción e implementación de centros de acopio y secado de leña en las regiones de O'Higgins, Maule, Biobío, La Araucanía, Los Ríos, Los Lagos y



Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo. En 2016 se recibieron 746 postulaciones, otorgándose fondos a 81 proyectos.

- Coordinación en Comité Interministerial de la Leña, con el fin de implementar las acciones comprometidas en la Política de Uso de la Leña y sus Derivados para Calefacción, para ser ejecutadas entre 2016 y 2018. Los avances llevados a cabo entre marzo y octubre de 2016, a fin de dar cumplimiento a esta Política, fueron publicados por el Ministerio de Energía<sup>23</sup>.
- El Ministerio de Energía obtuvo la postulación a ChileValora para la creación de 4 perfiles de competencia en leña, que permitirá avanzar hacia la profesionalización del sector. Los perfiles que se desarrollarán durante 2017 son: Supervisor de centros de acopio y secado de leña, Operador de maquinaria de leña, Controlador de calidad de leña y Encargado de almacenamiento, distribución y despacho de leña.
- Durante el 2016 se ha trabajado en establecer un estándar de calidad de la leña, para lo cual se constituyó un comité de expertos académicos para que elaboraran una propuesta al comité interministerial. Dicha propuesta se validará durante el 2017, mediante un proceso participativo con los actores del sector, desde la región de O'Higgins a Aysén, para posteriormente comenzar una estrategia de fiscalización.
- Con el fin de asegurar que los calefactores a pellets de madera cuenten con una etiqueta de consumo energético para su comercialización, se estableció el 18 de noviembre de 2016 la Resolución Exenta N°21 "Etiqueta de consumo energético de calefactores a pellets de madera", situación que permite promover la mejora tecnológica de equipos.

La Corporación Nacional Forestal (CONAF) juega un rol relevante para el cumplimiento de este lineamiento. Al respecto, dicho organismo ha reportado la realización de diferentes iniciativas, presentadas a continuación:

23 Reporte disponible en:  
[http://www.energia.gob.cl/sites/default/files/avances\\_en\\_la\\_politica\\_de\\_leña\\_2016.pdf](http://www.energia.gob.cl/sites/default/files/avances_en_la_politica_de_leña_2016.pdf).



- Implementación del programa "Promotores de dendroenergía", aplicable desde la región del Maule hasta Aysén, con el fin de asesorar a productores de leña y/o biomasa y monitorear su producción.
- Monitoreo de acopios de leña. Actualmente se tiene bajo monitoreo un total de 430 acopios y se espera llegar a 600 a fines de 2016, gracias a un aporte de CORFO en el marco del proyecto Iniciativa de Fomento Integral (IFI) Dendroenergía.
- Asesoría y certificación de 70 centros de acopio, la cual se realizará en conjunto con el Sistema Nacional de Certificación de Leña (SNCL) y busca profesionalizar 70 centros para articularlos a mercados de ciudades saturadas.
- Convenio, mediante el cual se han gestionado recursos con el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) en inversión directa para pequeños propietarios. La idea es para el próximo año, focalizar en iniciativas asociativas de producción y/o comercialización de leña por parte de productores y/o comunidades indígenas.
- Proyecto Leña y Cambio Climático. Se están definiendo medidas habilitadoras que se presentarán al Banco Mundial y su Fondo Cooperativo para el Carbono Forestal en el marco de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales que lleva a cabo CONAF como punto focal de Chile.
- Se realizó interoperabilidad informática con el Sistema de Información Territorial (SIT) de CONAF para el acceso de la información de acopios de leña rurales y periurbanos por parte del público especializado.
- Reorientación del Programa Nacional de Extensionismo Forestal hacia la ejecución de planes de manejo ya elaborados y la integración de medianos y grandes propietarios.
- Implementación de la figura del "Ejecutivo de Bosque Nativo" que busca incrementar un 30% la superficie de bosque nativo acreditada ante la Ley N°20.283/2008.



- Fondo de Investigación de Bosque Nativo, donde se introdujo una línea que permitirá diseñar y calcular tarifas para el aprovechamiento energético de la biomasa residual de bosque nativo.
- Se establecieron 15 Mesas de Fiscalización, instancias de coordinación convocadas por CONAF para mejorar las acciones de fiscalización forestal, desde las regiones de O'Higgins hasta Aysén, focalizándose en el mercado de la leña.
- Se está diseñando dos modelos de utilidad para el sector. Uno de ellos corresponde a un modelo de trazabilidad de productos primarios, derivado de los modelos para alerce y ciprés. El otro modelo corresponde a uno de alerta temprana, que permita llegar "justo a tiempo" a situaciones de talas ilegales de bosques nativos.

El Ministerio del Medio Ambiente es también un actor importante en la producción y uso sustentable de biomasa forestal, llevando a cabo las siguientes tareas:

- Se establecen reportes de leñerías con leña seca y pellets, elaborado con el resultado del monitoreo de leña en leñerías formales, tiendas y supermercados que comercializan leña y pellets.
- Los Planes de Descontaminación Atmosférica (PDA) vigentes establecen un Programa de Recambio de Calefactores a leña, por calefactores más eficientes y menos contaminantes. Este programa se está implementando en 17 comunas de la región de O'Higgins, además de las comunas de Talca, Maule, Temuco, Padre Las Casas, Valdivia, Osorno y Coyhaique. A esto se suman programas de fomento productivo dirigidos a comerciantes y productores de leña seca u otros combustibles.
- En la Guía de Calefacción Sustentable 2016<sup>24</sup>, se entregan criterios simples para que el consumidor pueda escoger qué calefacción usar de acuerdo a los costos operativos, la inversión y la contaminación atmosférica, todo esto diferenciado en base a las particularidades de cada región.

24 Disponible en [www.calefaccionsustentable.cl](http://www.calefaccionsustentable.cl).



---

## IMPACTOS AMBIENTALES DE LA INFRAESTRUCTURA ENERGÉTICA

---

**LE25:** Promover la internalización de las externalidades ambientales de la infraestructura energética.

**Acción 2016 - 2020:** Desarrollar el concepto de Pérdida de Biodiversidad Neta Cero aplicado al desarrollo energético.

**Acción 2016 - 2020:** Analizar la aplicación del enfoque de ciclo de vida en el desarrollo del sector energético para el resguardo ambiental.

**Acción 2016 - 2028:** Generar base de información robusta sobre biodiversidad.

**Acción 2016 - 2028:** Generar sinergia con los instrumentos del Ministerio de Medio Ambiente en relación a los pasivos ambientales.

---

### AVANCES

---

El Ministerio del Medio Ambiente trabaja permanente en la creciente internalización de externalidades de los distintos sectores productivos, incluyendo la infraestructura energética. El Ministerio de Energía se encuentra en constante coordinación con aquel ministerio en lo que respecta a la formulación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión, el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, Planes de Prevención y Descontaminación y Programas de Recuperación Ambiental y Social (PRAS) de territorios vulnerables.

Para el Ministerio de Energía ha sido muy importante el avance en cuanto a la aplicación de la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), un nuevo instrumento de gestión ambiental creado con la reforma a la institucionalidad ambiental en el año 2010. Después de haber sometido a EAE al proceso de elaboración de la Política Energética 2050 en 2015, siendo el primer caso de aplicación de EAE a nivel país a una política sectorial, en 2016 el



ministerio inició el proceso de EAE a la Política Energética para la región de Aysén.

En lo que respecta el desarrollo de instrumentos y herramientas específicas para el sector energía, el Ministerio de Energía ha apoyado este trabajo de la siguiente forma durante 2015-2016:

- Guía Técnica "Valor Paisajístico en el SEIA - Aplicación a proyectos de Líneas de Transmisión y Subestaciones", orientada a apoyar la evaluación del impacto ambiental sobre el paisaje causado por los proyectos de transmisión eléctrica y sus subestaciones.
- "Guía de Buenas Prácticas en el Uso de Agua para Refrigeración de Centrales Termoeléctricas", cuyo objetivo es orientar a disminuir los impactos ambientales generados por los sistemas de refrigeración de centrales termoeléctricas.
- Con el objetivo de desarrollar una propuesta de normativa ambiental que contenga todos los aspectos necesarios para regular los impactos ambientales que producen las industrias, entre ellas las centrales termoeléctricas, al succionar agua de cursos naturales y realizar descargas a cursos de agua, el ministerio ha puesto a disposición de la Subsecretaría de Pesca los antecedentes generados para la elaboración de dicha norma.
- Generación de antecedentes para el desarrollo por parte del SEA, de la Guía para la Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos de Generación de Energía Solar en el marco del SEIA.
- Apoyo en "Guía Metodológica para determinar el Caudal Ambiental para Centrales Hidroeléctricas en el SEIA"<sup>25</sup>. Elaboración de material de capacitación para desarrolladores y funcionarios públicos.

25 Disponible en [http://sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2016/guia\\_caudal\\_ambiental.pdf](http://sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2016/guia_caudal_ambiental.pdf).



Durante este año el Ministerio de Energía coordinó, en conjunto con los Ministerios del Medio Ambiente y Minería, la realización del taller "*Implementando el Enfoque de Pérdida de Biodiversidad Neta Cero en Chile*", instancia de carácter público-privada cuyo objetivo fue generar un espacio técnico de discusión y análisis de pasos a seguir para el desarrollo y puesta a pruebas de métricas y métodos para la aplicación del enfoque de Pérdida Neta Cero de Biodiversidad y, de esta manera, avanzar coordinadamente en su implementación en nuestro país.

Por otra parte, el Ministerio de Energía licitó un estudio, a ejecutarse a partir de 2017, para la revisión del estado de arte de la aplicación del concepto Ciclo de Vida a nivel internacional y nacional en general, y específicamente en el sector energía. Los resultados de esta licitación permitirán generar una propuesta de cómo insertar el análisis Ciclo de Vida en iniciativas de política pública relevantes para el sector energía.

También se ha desarrollado un estudio que propone medidas de mitigación para los efectos que puedan generarse por la variación de caudales debido al *hydropeaking*, o generación de punta. Durante el 2016 se ha avanzado en estudiar y verificar la relevancia de estos efectos para la definición de acciones concretas.

A esto se suma el desarrollo de indicadores ambientales específicos para la industria energética, que permitan medir su desempeño ambiental. Estos son rendimiento termoeléctrico, emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), fiscalización ambiental, certificación ambiental, instrumentos de gestión ambiental territorial, e intensidad de las emisiones de GEI<sup>26</sup>.

Por su parte, el Ministerio del Medio Ambiente ha realizado diversas gestiones que aportan a que la infraestructura energética se haga cargo de sus externalidades ambientales. Entre ellas destacan:

26 Para mayor información ver <http://www.minenergia.cl/indicadoresambientales/>.



- Se realizaron ejercicios de Planificación Ecológica, que resultaron en la determinación de prioridades de preservación, restauración y manejo sustentable zonificados. Uno de ellos abarcó toda la región del Biobío, definiendo una Infraestructura Ecológica. Otro estudio abarcó toda la precordillera de Santiago.
- En el ámbito marino, se terminó una clasificación nueva de los ecosistemas marinos de toda nuestra Zona Económica Exclusiva.
- Comenzó el 13º proceso de clasificación de especies según estado de conservación. Cada especie cuenta con una ficha técnica que incluye aspectos de historia natural y distribución espacial, entre otras características. La información se publica en el Inventario Nacional de Especies<sup>27</sup>.
- A esta plataforma se suma el Registro Nacional de Especímenes, la cual se encuentra en desarrollo, e incorpora registros de distribución de individuos en el territorio, con datos georeferenciados y temporalmente ubicados. Esta plataforma permitirá disponer de información de la distribución de especies en el país.
- Desarrollo de planes de Recuperación, Conservación y Gestión de cinco especies amenazadas de extinción. Estos planes tienen un alcance acotado a una o más especies y un territorio definido en función de la distribución de las especies incluidas.
- Se aprobaron dos normas secundarias de calidad ambiental de las cuencas del río Valdivia y del río Biobío. Se trabaja en el mismo tipo de normas para los ríos Huasco, Elqui, Aconcagua, Mataquito y Rapel.
- Programa para la Recuperación Ambiental y Social (PRAS) de Quintero - Puchuncaví, cuyo propósito es liderar un trabajo multisectorial cuyo punto de partida es el diálogo entre actores del sector público, ciudadano y empresarial, que permita definir mediante un modelo participativo y vinculante los mecanismos que aseguren a los ciudadanos vivir un proceso de recuperación ambiental y social definiendo la gradualidad de su implementación.

27 Disponible en <http://especies.mma.gob.cl/>.



---

## • MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO •

---

**LE26:** Promover la reducción de las emisiones GEI en el sector energético.

**Acción 2016 - 2023:** Analizar instrumentos de mitigación de GEI en el marco de la iniciativa “Alianza para la Preparación de Mercados”

**Acción 2016 - 2035:** Asignar recursos para diseñar e implementar un plan de mitigación de emisiones de GEI en sector energía.

**LE27:** Reportar y gestionar las emisiones directas e indirectas y el impacto ambiental.

[Para este lineamiento estratégico, se contempla dar inicio al plan de acción a partir del año 2018]

---

## AVANCES

---

Dada la relevancia que tiene para la comunidad nacional e internacional, el Ministerio de Energía busca que la temática asociada al cambio climático sea un elemento relevante en la visión estratégica del sector, reflejando la importancia que tiene el sector energía tanto en las emisiones del país, como en las medidas para reducir dichas emisiones. Todo ello también en vinculación con los compromisos que Chile adquirió en el marco del Acuerdo de París, así como con los requerimientos del Plan Nacional de Cambio Climático 2017 - 2022 liderado por el Ministerio del Medio Ambiente.

En este marco, el ministerio elaboró un anteproyecto del Plan de Acción de Mitigación del Sector Energía —en línea con los lineamientos de la Política Energética 2050—, el cual ha identificado unas 60 acciones de mitigación que involucran a los sectores de transporte, industria y minería, comercial/público/residencial y generación de electricidad y será sometido a consulta pública durante el 2017. Como parte de los instrumentos que podrían facilitar



y/o complementar la reducción de emisiones en el sector energía, el anteproyecto del Plan plantea la necesidad de evaluar en profundidad el rol que aquí le compete y le podría competir al impuesto al carbono. Este análisis se está ejecutando a través de la iniciativa PMR (Partnership for Market Readiness), con el Banco Mundial. Durante 2016 se evaluó, bajo PMR, el impacto de los proyectos bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio ejecutados en Chile, en su mayoría en el ámbito de generación eléctrica. También se inició la consultoría que entregará a mediados del 2017 propuestas concretas que incluirán alternativas para la ampliación del impuesto a otros sectores y/o el aumento del valor del impuesto a futuro (con la consideración de herramientas de compensación tipo offsets). Además, el estudio entregará una propuesta para un sistema de transacción de emisiones para el sector energía, generándose además protocolos para contribuir a la implementación eficaz del impuesto del carbono a partir de enero 2017.

El trabajo a nivel internacional se profundizó con una activa participación del Ministerio de Energía en la Conferencia de las Partes, COP22 de Marrakech, poniendo énfasis en el tema de los instrumentos de mercado y precio al carbono, así como en varios foros a nivel internacional para mostrar la experiencia chilena de introducción del impuesto al carbono.

En lo que se refiere al reporte de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), el Ministerio de Energía asumió el proceso de actualización del Inventario de GEI del Sector Energía, bajo el marco del Sistema Nacional de Inventarios de GEI de Chile, a cargo del Ministerio del Medio Ambiente. En este ámbito, el ministerio actualizó la serie anual de emisiones del sector energía hasta el año 2013, lo cual fue incorporado en el reporte bianual que el Ministerio del Medio Ambiente entregó en noviembre de 2016 a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, junto con la 3ª Comunicación Nacional. El ministerio también participó en la formulación de ambos documentos.



A mediados de año se empezó a trabajar, con el apoyo del Gobierno británico, en la creación de una Calculadora de Energía y Carbono 2050, herramienta ciudadana que permite a los usuarios explorar las emisiones, costos y los impactos en la seguridad energética, de diferentes escenarios futuros de energía, sobre la base de sus elecciones personales de opciones para la futura oferta y demanda de energía, cambios en el comportamiento, el crecimiento, la tecnología y/o eficiencia en diferentes sectores. La herramienta se encontrará disponible a mediados de 2017.

En materia de adaptación a los impactos del cambio climático, se desarrolló un estudio en la cuenca del Maule para analizar en mayor detalle lo que puede implicar el cambio climático para el sector de generación eléctrica, específicamente la hidroelectricidad. Este estudio será considerado en la información de base para elaborar el Plan de Adaptación al Cambio Climático.



# • PILAR 4 •

## EFICIENCIA Y EDUCACIÓN ENERGÉTICA

### • GESTIÓN DE LA ENERGÍA •

**LE28:** Formar un mercado robusto de consultores y empresas de servicios energéticos.

**Acción 2016 - 2030:** Mantener un registro de consultores capacitados en materia de eficiencia energética.

**LE29:** Implementar progresivamente herramientas de gestión energética validadas por entidades competentes.

**Acción 2016 - 2023:** Crear marco regulatorio que asegure la gestión de energía en las empresas y genere los incentivos adecuados para la continua implementación de mejoras de eficiencia energética.

**Acción 2016 - 2023:** Crear mecanismos que permitan generar los incentivos y el apoyo necesario a empresas más pequeñas para que hagan un uso eficiente de la energía.

**LE30:** Utilizar los recursos disponibles localmente y aprovechar los potenciales energéticos en los procesos productivos.

[Para este lineamiento estratégico, se contempla dar inicio al plan de acción a partir del año 2020]



---

## AVANCES

---

En relación a los lineamientos relacionados a eficiencia energética, el Ministerio de Energía ha llevado a cabo, y continuará en el proceso de sociabilización con expertos, la formulación de un proyecto de Ley de Eficiencia Energética.

Con el objetivo de dar lineamientos para hacer un buen uso de las fuentes energéticas en los edificios públicos, el Ministerio de Energía emitió el Instructivo de Eficiencia Energética en el Sector Público, en el que se detallan medidas de gestión de energía que deben acogerse en todos los Servicios Públicos del país.

Además relacionado con el Instructivo, se levantó un indicador de gestión transversal referido a Sustentabilidad y Eficiencia Energética en el Programa Marco de Mejoramiento de Gestión 2017, y su cumplimiento se asocia a un incentivo de carácter monetario para los funcionarios y es aplicado en la administración pública del país. El objetivo de gestión es el de contribuir al buen uso de la energía mediante el reporte y monitoreo periódico de los consumos energéticos de los servicios, procurando su disminución paulatina en función de las condiciones propias de cada institución.

Durante el 2016, la División de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía, realizó seminarios de difusión al sector público en todas las regiones del país, para formar los gestores energéticos asignados por cada servicio además de levantar la plataforma Gestiona Energía<sup>28</sup>, donde se monitorea el cumplimiento del instructivo por parte de las reparticiones del Estado.

La Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE) maneja el registro de Consultores de Eficiencia Energética. Durante 2016, más de 100 consultores han

---

28 Disponible en <http://www.gestionaenergia.gob.cl/>.



sido debidamente registrados<sup>29</sup>, consultores adecuadamente calificados para realizar diagnósticos energéticos de calidad, de forma de asegurar la identificación de medidas de eficiencia energética, cuantificar correctamente sus potenciales de ahorro de energía y evaluar económicamente su conveniencia.

El Ministerio de Energía, a través de su Programa de Intervención en Hospitales de Alta Complejidad, ejecutado por la AChEE, ha implementado gestión de la energía en un alto porcentaje de los hospitales intervenidos, y ha desarrollado bases tipo de licitación de contrato por desempeño con ahorros.

El Ministerio de Minería también se encuentra realizando lo suyo en estos aspectos, fomentando la implementación de sistemas de Gestión de Energía por ISO 50001 aplicable a empresas de cualquier tamaño, a través de difusión, capacitación e implementación de casos tipo, realizando capacitaciones con acreditación de competencias de pequeños mineros en instalación, uso y gestión de la energía, y ejecutando actividades para desarrollar proyectos de mejoramiento productivo y energético de mediana minería con la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO), Comisión Nacional de Productividad (CNP), Fundación Telefónica y Sociedad Nacional de Minería (SONAMI). Además el ministerio, a través de COCHILCO, junto con la AChEE y Carbón Trust participaron en un proyecto para la reducción del consumo de energía en minería. El informe anual de consumo de energía en el sector minería incorporará desde la presente versión, datos del consumo de energía en mediana minería, utilizando como base los datos proporcionados por COCHILCO.

A su vez, el Ministerio de Minería se encuentra promoviendo la implementación de resultados del proyecto CORFO-Fundación Telefónica "Sistema de Gestión Sustentable" para empresas de mediana minería que, en base a Big Data e internet de las cosas, monitorea en línea la operación de la empresa, permitiendo detectar brechas, oportunidades de mejora y tomar decisiones para el mejoramiento continuo.

<sup>29</sup> El registro de consultores se realiza en <http://www.consultoree.cl/>.



---

## • EDIFICACIÓN SUSTENTABLE •

---

**LE31:** Edificar de manera eficiente por medio de la incorporación de estándares de eficiencia energética en el diseño, construcción y reacondicionamiento de edificaciones, a fin de minimizar los requerimientos energéticos y las externalidades ambientales, alcanzando niveles adecuados de confort.

**Acción 2016 - 2035:** Elaborar un plan de rehabilitación energética de edificaciones públicas y privadas existentes.

**Acción 2016 - 2035:** Implementar mecanismos privados y públicos para financiar las rehabilitaciones energéticas de edificaciones existentes.

•

**LE32:** Promover sistemas de control, gestión inteligente y generación propia que permitan avanzar hacia edificaciones con soluciones eficientes para sus requerimientos energéticos.

**Acción 2016 - 2018:** Capacidad técnica y de usuarios finales respecto a tecnologías inteligentes (de comunicación y gestión).

•

**LE33:** Fortalecer el mercado de la edificación eficiente, avanzando hacia el desarrollo de mercados locales más productivos y eficientes.

[Para este lineamiento estratégico, se contempla dar inicio al plan de acción a partir del año 2017]

---

## AVANCES

---

En relación a la temática de Edificación Sustentable, el Ministerio de Energía ha llevado a cabo las siguientes medidas:

- Desarrollo de programa de rehabilitación energética de hospitales, implementado a través de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (ACHEE).



Entre 2015 y 2016 se implementaron 24 proyectos. Los ahorros promedios se estimaron en 32% en el consumo de combustible en los hospitales que incorporaron eficiencia energética en climatización y calentamiento de agua sanitaria, y de 50% de ahorro en electricidad en los que incorporaron eficiencia energética en iluminación.

- Recambio de alumbrado público. Hasta la fecha se han instalado 39.678 luminarias en diferentes comunas del país. Otras 88.551 luminarias se encuentran en proceso de instalación, en 43 comunas.
- Calificación Energética de Viviendas: Como resultado del convenio de transferencia de recursos con el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, se ha etiquetado energéticamente más de 20.000 viviendas nuevas del sector privado y viviendas con subsidio MINVU. Se han acreditado más de 300 nuevos Evaluadores Energéticos y se ha desarrollado la metodología para calificar viviendas usadas.
- Revisión, perfeccionamiento, monitoreo, capacitación y difusión del marco regulatorio de la generación distribuida (Ley N°20.571/2012), con miras a facilitar los sistemas de generación propia. En particular, dentro de las modificaciones al reglamento de la ley antes mencionada, y que se aprobaron mediante el Decreto Supremo N°103, de 2016, del Ministerio de Energía, actualmente en trámite en la Contraloría General de la República, se contempla la posibilidad de que proyectos inmobiliarios nuevos incorporen equipos de generación desde el inicio de la construcción del mismo.
- Programas de reconstrucción de viviendas con sistemas solares térmicos en Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y Valparaíso, y para el caso de Atacama se utilizan también paneles fotovoltaicos.
- En febrero de este año entró en vigencia la modificación de la Ley N°20.365 que renueva la vigencia de la franquicia tributaria para la instalación de sistemas solares térmicos en viviendas nuevas, que había operado desde 2010 a 2014, por un nuevo período desde 2015 a 2020.



- Futura plataforma que fomente el mercado de renovación energética de viviendas existentes en el sector privado, la cual se alimentará de los siguientes productos:
  - Fichas de proyectos tipo de eficiencia energética en viviendas existentes para cada zona térmica, considerando aislación térmica de muro, recambio de puertas y ventanas, recambio de equipos de calefacción, sistema de ventilación, sistemas solares térmicos y sistemas solares fotovoltaicos.
  - Capacitación de instaladores y mano de obra. Acreditación de Evaluadores Energéticos en Vivienda Existente.
  - Piloto de rehabilitación energética de viviendas existentes en Coyhaique. Serán 10 a 15 viviendas entre las que probarán distintos pack de eficiencia energética.

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), en tanto, es quien lleva la dirección en esta temática, por lo que ha realizado múltiples actividades durante este año, presentadas a continuación<sup>30</sup>:

- Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas<sup>31</sup>, documento referencial que define parámetros de sustentabilidad para el diseño, construcción y operación de viviendas nuevas o renovadas.
- Manual de Elementos Urbanos Sustentables<sup>32</sup> que define estrategias de sustentabilidad para el diseño, construcción y operación de espacios públicos.
- Programa de acondicionamiento térmico regular (para viviendas construidas antes del 2007).
- Otorgamiento de subsidios para sistemas solares térmicos en viviendas sociales existentes, en trabajo conjunto con el Ministerio de Energía, administrado a través del Programa de Protección del Patrimonio Familiar (PPPF).

30 Mayor información de las iniciativas implementadas por MINVU, disponibles en <http://csustentable.minvu.cl/>.

31 Disponible en <http://csustentable.minvu.cl/estandares-cs/>.

32 *Ibíd.*



- Nueva normativa térmica nacional (en desarrollo), que busca aumentar el estándar térmico de la vivienda.
- Barrios Ecosustentables, los cuales contemplan mejoras en la habitabilidad de las viviendas, sistemas constructivos innovadores, con sistemas prefabricados, equipos de eficiencia energética, reciclaje de aguas grises para riego y huertos urbanos, entre otros atributos.
- Programa Estratégico de Productividad y Construcción Sustentable - Construye 2025 (Programa CORFO), estrategia nacional que tiene el objetivo de transformar la forma de construir edificaciones en Chile, para mejorar la productividad de la industria de la construcción en toda su cadena de valor y generar un cambio cultural en torno a la sustentabilidad<sup>33</sup>.
- En conjunto, los Ministerios de Energía y Vivienda y Urbanismo implementaron un sistema de Calificación Energética de Viviendas, el cual entrega información a las familias acerca de la eficiencia energética de éstas, permitiéndoles tomar una decisión informada a la hora de comprar una vivienda y así optar por la que represente un mayor ahorro en calefacción, iluminación y agua caliente sanitaria.
- Sistema de certificación de vivienda sustentable (en desarrollo), el cual busca evaluar y acreditar el desempeño ambiental de viviendas en Chile. Cubrirá aspectos de energía, agua, residuos, salud y bienestar, entre otros (basado en Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas).
- Competencia Construye Solar (ejecutado en conjunto con la Ruta Solar) es un concurso internacional que invita a universidades a participar mediante el desarrollo de viviendas sociales sustentables<sup>34</sup>.
- Pilotos regionales de construcción sustentable, proyectos regionales que buscan implementar medidas de sustentabilidad.

33 Disponible en <http://csustentable.minvu.cl/estandares-cs/>.

34 Disponible en <http://www.construyesolar.com/>.



- Red Nacional de Monitoreo (ejecutado con Fundación Chile) es un sistema que, a través de sensores instalados al interior de las viviendas, mide variables de habitabilidad (como temperatura, humedad, ruido y calidad de aire) y el consumo de recursos naturales (como energía, agua, y gas), con el objetivo de evaluar el desempeño de las construcciones durante su operación.
- Estrategia Nacional de Construcción Sustentable, instrumento que tiene como propósito ser una herramienta orientadora que establece los principales lineamientos para impulsar la integración de criterios de sustentabilidad en el área de la construcción en Chile.

El Ministerio del Medio Ambiente contribuye también con estos lineamientos, a través de los Planes de Descontaminación Atmosférica (PDA) vigentes en las ciudades del sur, actualmente vigentes en Talca, Maule, Chillán, Chillán Viejo, Temuco, Osorno y Coyhaique. La medida contempla la incorporación de altos estándares de eficiencia energética para las nuevas viviendas que se construyan y en la entrega de subsidios de acondicionamiento térmico en viviendas existentes, en el marco del Programa de Protección del Patrimonio Familiar, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

El Ministerio de Obras Públicas (MOP) ha incorporado en una parte de las nuevas licitaciones los "Términos de referencia estandarizados de eficiencia energética y confort ambiental, para licitaciones de diseño y obra de la Dirección de Arquitectura, según zonas geográficas del país y según tipología de edificios (TDRé)". Además de lo anterior ha incorporado la Certificación de Edificio Sustentable a gran cantidad de nuevos proyectos de infraestructura pública, cuya certificación es promovida por el MOP, la Cámara Chilena de la Construcción (CChC), el Instituto de la Construcción y el Colegio de Arquitectos de Chile. A través de Convenio con MOP se ha capacitado a más de 700 profesionales del sector público durante el año 2015 en la aplicación de los TDRé del MOP.

Finalmente, se ha finalizado un estudio que aborda la eficiencia energética en la edificación pública, con el objeto de recoger sus conclusiones en la normativa de inversión pública, a solicitud del Ministerio de Desarrollo Social.



---

## • TRANSPORTE EFICIENTE •

---

**LE34:** Mejorar la eficiencia energética de los vehículos y de su operación.

**Acción 2016 - 2035:** Participar de los acuerdos internacionales que buscan EE en el transporte a través de mejoras tecnológicas.

**Acción 2016 - 2035:** Recolectar y sistematizar datos sobre el uso de energía en todos los modos y sectores del transporte.

**Acción 2016 - 2035:** Realizar una estandarización técnica y habilitar infraestructura pública y privada que facilite la incorporación de vehículos de tecnologías eficientes.

**Acción 2016 - 2035:** Incentivar la penetración de mejoras tecnológicas y/o utilización de combustibles alternativos en el transporte aéreo y marítimo.

**Acción 2016 - 2020:** Incorporar criterios de eficiencia energética en las adquisiciones de vehículos por parte del Estado.

**Acción 2016 - 2023:** Establecer estándares de eficiencia energética al parque de vehículos motorizados livianos.

**Acción 2016 - 2018:** Extender el etiquetado de consumo energético a vehículos motorizados medianos.

**LE35:** Fomentar el cambio modal hacia alternativas de transporte más eficiente.

**Acción 2016 - 2035:** Invertir en infraestructura especializada para el transporte público y para modos no motorizados.

**Acción 2016 - 2035:** Desarrollar y aplicar una estrategia para incentivar el uso del transporte público que considere mejorar el nivel de servicio e imagen.

**Acción 2016 - 2035:** Promover la complementariedad e integración física, operacional y tarifaria intermodal.

**Acción 2016 - 2035:** Desarrollar e implementar políticas de bicicletas públicas.



**Acción 2016 - 2035:** Implementar medidas que propicien el transporte intermodal de carga y la integración del sistema de transporte, sustituyendo traslados camineros por ferroviarios.

**Acción 2016 - 2035:** Eliminar las restricciones de cabotaje nacional y mejorar los accesos a servicios portuarios.

---

## AVANCES

---

El Ministerio de Energía, en torno a la temática de transporte eficiente, llevó a cabo las siguientes actividades:

- Modificación de reglamento de etiquetado de consumo energético para vehículos motorizados livianos de pasajeros para extenderlo a vehículos motorizados medianos de carga y pasajeros e incluir los vehículos eléctricos puros y los híbridos enchufables. Dicha modificación fue aprobada mediante el Decreto Supremo N°107 de 2016, del Ministerio de Energía, el que se encuentra actualmente en trámite en la Contraloría General de la República (ingresó a la Contraloría el 7 de septiembre de 2016).
- Análisis de escenarios de establecimiento de estándares de eficiencia energética para vehículos livianos en colaboración con la Universidad de Chile.
- Proceso de sociabilización con expertos para la formulación de la Ley de Eficiencia Energética que incorpora la facultad de establecer estándares de rendimiento para el promedio del parque vehicular.
- Participación de Chile como agente operador del anexo 53 del AMF-IA<sup>35</sup> en sistemas de buses sustentables.
- Convenio de colaboración con Ministerio de Transportes y Telecomunica-

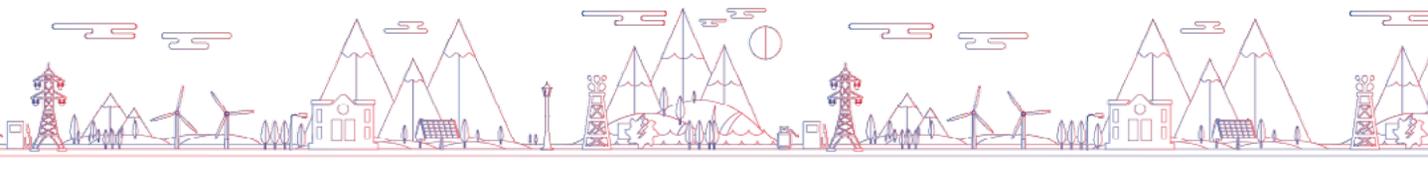
---

<sup>35</sup> El *Implementing Agreement for Advanced Motor Fuels (AMF-IA)* es uno de los acuerdos de implementación de la Agencia Internacional de Energía (AIE) relacionados con el transporte.



ciones que permite el desarrollo de metodología para la medición de eficiencia energética en buses que está siendo validado internacionalmente a través del AMF-IA.

- Sistematización de información de consumo de combustible en vehículos livianos a partir de la información del etiquetado vehicular, en colaboración con la Universidad de Chile.



---

## • FORMACIÓN CIUDADANA Y EDUCACIÓN EN ENERGÍA •

---

**LE36:** Asegurar que la población cuente con información masiva, oportuna, clara y transparente, en cuanto a deberes y derechos como consumidores, respecto de la energía en todos sus ámbitos, incluyendo el desarrollo energético y sus impactos sobre las comunidades y el medio ambiente, energías alternativas y métodos alternativos.

**Acción 2016 - 2035:** Desarrollar mecanismos que recojan las principales necesidades de información en materia energética y que garanticen su abordaje con pertinencia sociocultural.

**Acción 2016 - 2035:** Difundir información relevante sobre la energía en todos sus ámbitos, el desarrollo energético y sus impactos sobre las comunidades y el medio ambiente, a través de campañas masivas que involucren a distintos públicos y con mecanismos diversos (medios de comunicación, espacios de alta afluencia de público, etc.)

**Acción 2016 - 2035:** Implementar mecanismos que aseguren la entrega oportuna e internalización de información.

•

**LE37:** Diseño, implementación y seguimiento de una estrategia educativa energética que consolide y articule las distintas iniciativas desarrolladas por el ministerio y de las instituciones asociadas.

**Acción 2016 - 2035:** Asegurar mecanismos de financiamiento públicos y privados para programas de educación y difusión masiva, y que fomente el intercambio de información entre ciudadanos.

---

## AVANCES

---

El Ministerio de Energía es un agente activo en lo que se refiere a difusión de información relevante del ámbito energético, generando e implementando contenidos digitales y educativos (videos, trípticos, etc.), disponibles en redes



sociales y plataformas web, y llevando a cabo campañas de difusión en todo el país.

A continuación se presentan las gestiones desarrolladas en este contexto durante el año 2016:

- IDE Energía (Infraestructura de Datos Espaciales), es una herramienta de consulta, análisis y manipulación de información geográfica. Las capas geoespaciales se organizan en grupos temáticos (centrales de generación eléctrica, fuentes energéticas, potenciales de energías renovables, infraestructura de combustibles, sistemas de transmisión eléctrica, proyectos en el Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental y producción de leña).
- Plataforma de Hidroelectricidad Sustentable<sup>36</sup>.
- Plataforma de Energía 2050<sup>37</sup>.
- Plataforma de la Ley de Equidad Tarifaria<sup>38</sup>.
- Plataforma Aprende con Energía<sup>39</sup>.
- Plataforma Ley N°20.571/2012 para la Generación Distribuida<sup>40</sup>.
- Plataforma Comuna Energética<sup>41</sup>.
- Plataforma Estrategias Energéticas Locales<sup>42</sup>.
- Plataforma Energía Abierta<sup>43</sup> a cargo de Comisión Nacional de Energía (CNE).
- Talleres de la PEN en las 15 regiones del país.
- Capacitación y difusión del marco regulatorio de la generación distribuida (Ley N°20.571/2012), con miras a facilitar los sistemas de generación propia.

36 Disponible en <http://www.hidroelectricidadsustentable.gob.cl/>.

37 Disponible en <http://www.energia2050.cl/es/>.

38 Disponible en <http://equidadtarifaria.cl/>.

39 Disponible en <http://www.aprendeconenergia.cl/>.

40 Disponible en <http://www.minenergia.cl/ley20571/>.

41 Disponible en <http://www.minenergia.cl/comunaenergetica/>.

42 Disponible en <http://www.minenergia.cl/estrategialocal/>.

43 Disponible en <http://energiaabierta.cl/>.



- Desarrollo de cápsulas informativas (videos acotados) sobre las metas comprometidas en la PEN y otras temáticas energéticas relevantes. Actualmente se está trabajando en la elaboración de los videos correspondientes, los cuales serán difundidos en redes sociales en 2017.
- Implementación del Programa de Difusión y Educación para el Buen Uso de la Energía: “Mi Hogar Eficiente” en más de un 80% de las comunas del país, capacitando a 110.454 familias. El programa consiste en la entrega de conocimientos y experiencias en el área de la energía a través de capacitaciones en eficiencia energética, entrega de material educativo, un certificado de participación y un “kit eficiente” para generar una potencial disminución del consumo eléctrico residencial y un uso más eficiente de la energía en los hogares vulnerables.
- Elaboración de un Compendio Cartográfico Regionalizado de Proyectos de Energías Renovables<sup>44</sup>, el cual incorpora datos de los distintos proyectos de energías renovables según localización, capacidad de generación y estado. Este último considera los proyectos en operación, en pruebas y en construcción, basados en la información publicada por la Comisión Nacional de Energía (CNE).

La Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE) también difunde permanentemente contenidos con temática energética en redes sociales (Facebook, Twitter y Youtube), y ha desarrollado un sitio web que busca motivar a todos los ciudadanos a bajar sus consumos energéticos a través de acciones concretas<sup>45</sup>, y otro que ofrece cursos de conducción eficiente dirigido a instructores de escuelas de conductores<sup>46</sup>.

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo también contribuye con la formación ciudadana y la educación en energía a través de la Competencia Construye

44 Disponible en <http://www.energia.gob.cl/energias-renovables>.

45 Disponible en <http://www.primerocambioyo.cl/>.

46 Disponible en <http://capacitacion.acee.cl/cursos/conduccion-eficiente-dirigido-a-instructores-de-escuela-de-conductores>.



Solar<sup>47</sup>, concurso internacional que invita a universidades para que desarrollen viviendas sustentables, y mediante el sistema de Calificación Energética de Viviendas<sup>48</sup>, el cual entrega información a las familias acerca de la eficiencia energética de las viviendas, permitiéndoles tomar una decisión informada a la hora de comprar una vivienda y así optar por la que represente un ahorro en calefacción, iluminación y agua caliente sanitaria.

El Ministerio del Medio Ambiente posee una plataforma, denominada Academia de Formación Ambiental Adriana Hoffmann<sup>49</sup>, que garantiza la transmisión de conocimientos y la enseñanza de conceptos modernos de protección ambiental, orientados a la comprensión y toma de conciencia de los problemas ambientales. Sumado a ello, ha desarrollado una plataforma de educación ambiental con múltiples contenidos relevantes<sup>50</sup>.

Por su parte, el Ministerio de Educación ha desarrollado el Programa Movámonos por la Educación Pública y el Fondo Iniciativas Estudiantiles. Es importante señalar el convenio de colaboración entre el Ministerio de Energía y de Educación (Decreto N°232 del 22 de marzo de 2016) que tiene como objetivo establecer vínculos de cooperación y un marco de acción entre ambos ministerios.

En lo que se refiere a estrategia educativa, el Ministerio de Energía, durante este año, ha realizado:

- Diseño de una Estrategia Educativa Energética, co-construida con todas las divisiones del Ministerio de Energía, las 15 Secretarías Regionales Ministeriales de Energía y representantes de servicios asociados, sumado a actores con expertise en esta temática, como son el Ministerio de Educación y el Ministerio del Medio Ambiente.

47 Disponible en <http://www.construyesolar.com/>.

48 Disponible en <http://calificacionenergetica.minvu.cl/>.

49 Disponible en <http://portal.mma.gob.cl/wp-content/academia/index.html>.

50 Disponible en <http://educacion.mma.gob.cl/>.



- Colaboración en el proceso de construcción de las bases curriculares de 3º y 4º medio en contenidos referidos a energía que actualmente se están elaborando (los contenidos de energía ya se trabajaron en la elaboración de las bases curriculares de 1º básico a 2º medio).
- Envío a Subsecretaría de Educación Parvularia del Ministerio de Educación de propuesta de introducción de la temática energética en un núcleo de educación parvularia, la cual se encuentra en evaluación.
- Integrante del Consejo Asesor de Formación Técnico Profesional para la construcción de la Estrategia de Educación Técnica Profesional del MINEDUC.
- Contraparte en talleres de levantamiento de perfiles y otras temáticas, bajo el contexto de la creación de la carrera de Ingeniería en Energía, en la Universidad Austral.
- Incorporación en 2016 al Comité Nacional del Sistema Nacional de Certificación Ambiental para Establecimientos Educativos, el cual es implementado en conjunto por el Ministerio de Educación, Ministerio del Medio Ambiente, CONAF, UNESCO y la Dirección General de Aguas. Este sistema propone una matriz de estándares de cumplimiento en educación ambiental, los que cada establecimiento incorpora de acuerdo a su realidad educativa, cultural y geográfica. Quien lidera el proceso en cada establecimiento es el Comité de Gestión Ambiental, el cual debe ser representativo de la comunidad educativa y debe gestionar el proceso de cumplimiento de los indicadores ambientales en 3 ámbitos: Curricular, Gestión Ambiental y Relaciones con el Entorno.



---

## • FORMACIÓN DE CAPACIDADES EN ENERGÍA •

---

**LE38:** Desarrollar capital humano profesional y técnico para la producción, uso y gestión sustentable de la energía.

**Acción 2016 - 2035:** Desarrollar programas de asistencia técnica y capacitación energética a las PYMEs.

---

### AVANCES

---

Para responder a este lineamiento estratégico, y en específico para la acción comprometida a iniciar ejecución en 2016, el Ministerio de Energía se ha hecho cargo de:

- Dentro de la Estrategia de Educación Energética existirá un componente de Capital Humano, el cual considera el trabajo articulado con ChileValora, Servicio Nacional de Capacitación y Empleos (SENCE) y Bolsa Nacional de Empleo (BNE).
- Revisión de perfiles diseñados por ChileValora en los sectores de energías renovables no convencionales, eficiencia energética y leña.
- Revisión de planes formativos que genere SENCE a partir de perfiles en ChileValora.
- Capacitación de técnicos especializados en sistemas de generación fotovoltaica conectada a la red, en el contexto del Programa de Techos Solares Públicos.
- Planes de capacitación para la formación de profesionales, consultores y beneficiados del Consejo Nacional de Producción Limpia.
- Planes de capacitación para la formación de profesionales, consultores y beneficiarios de Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) y Comisión Nacional de Riego (CNR).
- Convenio de colaboración con SENCE.



- Convenio de colaboración y transferencia de recursos con ChileValora.
- Programa de pasantías al extranjero para el sector energía, a cargo del Ministerio de Energía, junto a CONICYT, el cual considera la especialización del sector, aumentando los conocimientos en el ámbito energético en profesionales e investigadores/as, del sector público y privado, entregando fondos para pasantías de corta duración en el extranjero en instituciones internacionales de primer nivel, promoviendo el desarrollo e incorporación de nuevas tecnologías en el país.
- Programa Técnicos para Chile para el sector energía, para el cual el Ministerio de Energía gestionó y firmó un convenio de colaboración y transferencia de recursos con el Ministerio de Educación a fin de becar en 2017 a técnicos de nivel superior en carreras del sector energía, específicamente en España y Alemania.
- Investigadores de Tecnologías Concentración Solar de Potencia - Programa de Pasantía en el Extranjero, gestionado por el programa de Energías Renovables y Eficiencia Energética 4e de GIZ, en colaboración con el Ministerio de Energía, dirigido a investigadores en el área de energía solar de potencia, cuyo objetivo es fomentar y fortalecer el desarrollo de la investigación científica y tecnológica, a través de promoción de investigadores, que realicen pasantías en el extranjero.

Por su parte, la Agencia Chilena de Eficiencia Energética ha ejecutado:

- Capacitaciones para toda la cadena, es decir, usuarios finales, sector público y empresas, entre éstas, las Pymes. A través de las Secretarías Regionales Ministeriales de Energía, se potencia la difusión de estos cursos en regiones, los cuales pueden ser presenciales, e-learning y semi presenciales.
- Asistencia técnica, mayormente en medianas empresas, a las que se les entregan líneas de apoyo para desarrollar anteproyectos de inversión.





. 5 .

REPORTE DE  
PROSPECCIÓN  
TECNOLÓGICA





# • IMAGINA ENERGÍA •

## PROSPECCIÓN TECNOLÓGICA PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL FUTURO

### CONTEXTO

**E**l presente capítulo, siguiendo lo indicado en las acciones de la Política Energética Nacional y lo planteado en la Estrategia de Ciencia, Tecnología e Innovación del Ministerio de Energía, pretende abordar la primera fase de un proceso de vigilancia tecnológica, consistente en la identificación y precisión del tema a vigilar. Para ello, se identifican las necesidades de información, las tecnologías a vigilar y los factores críticos de vigilancia. Esto permitirá, en una etapa posterior, definir la estrategia de vigilancia más adecuada para el Ministerio de Energía y así establecer una metodología consistente con los objetivos de la Política Energética Nacional.

Este trabajo corresponde a un primer esfuerzo del Ministerio de Energía en ejercicios de prospección tecnológica, que serán insumo para la elaboración de escenarios energéticos de mediano y largo plazo que el Ministerio de Energía desarrolla (por ejemplo para el proceso de planificación energética de largo plazo establecido en la nueva normativa sobre transmisión eléctrica), y que además será utilizado para analizar prioridades de investigación y desarrollo del sector energía.



En particular este capítulo desarrolla la temática sobre redes de distribución del futuro, que como se verá en el transcurso del documento toma elementos de generación distribuida, redes inteligentes, almacenamiento energético y electro movilidad. Estas tecnologías nos plantean nuevos paradigmas que a futuro podrían cambiar el sistema energético vigente, de las cuales se cuenta con limitada información que brinde luces sobre las oportunidades que tenemos como país para generar y consumir electricidad de manera descentralizada, de calidad, amigable con el medio ambiente y económica y socialmente rentable.

Parte de este esfuerzo prospectivo se ha visto enriquecido por el Seminario Imagina Energía<sup>51</sup>, organizado en diciembre del 2016 por el Ministerio de Energía en conjunto con el Massachusetts Institute of Technology, MIT *Latin American Office*, y con el apoyo de Chile Mass a través del grupo “Energía Chile Boston”.

51 Las presentaciones desarrolladas en el Seminario Imagina Energía se pueden descargar en <http://www.energia.gob.cl/tema-de-interes/imagina-energia-reunion-expertos>.



## INTRODUCCIÓN

Chile es un país con condiciones particulares en variados ámbitos, uno de ellos es el energético. Además de contar con una producción limitada de hidrocarburos, tiene una geografía larga y angosta, lo que es un gran desafío para la transmisión de energía eléctrica. Sin embargo, es rico en energías renovables: sol, viento y geotermia, entre otras. Además, y como un rasgo característico de países en vías al desarrollo, presenta una alta concentración de su población en grandes ciudades, con un creciente aumento de la demanda energética destinada principalmente a mejorar el estándar de vida de sus habitantes y a aumentar la actividad industrial, fenómeno que se prevé durará hasta alcanzar un umbral de desarrollo similar a los países más prósperos, y en donde el uso eficiente de la energía tomará cada vez mayor relevancia.

Es bajo este escenario que la transmisión y la distribución de la energía eléctrica desde los centros de generación hasta donde se produce la demanda urbana es un tema que día a día desafía a la industria, intentando con métodos y tecnologías ser más eficientes y confiables, al mismo tiempo de provocar el menor impacto ambiental con el mayor retorno social posible.

A su vez Chile es un país que sufre de constantes desastres naturales que ante siniestros de relevancia provocan la caída de los sistemas eléctricos<sup>52</sup>, con todos los impactos negativos, tanto económicos como sociales, que una situación así conlleva.

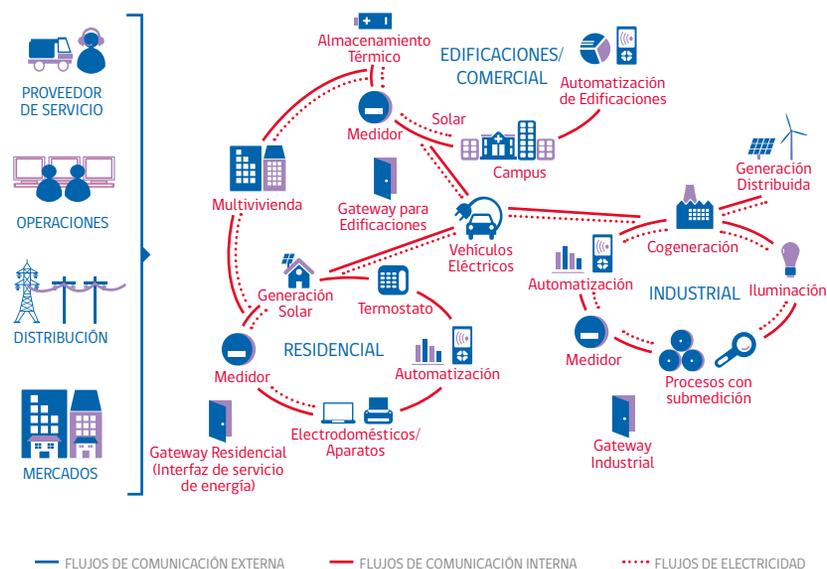
Lo que hoy está viviendo nuestro país en materia de aumento de la complejidad de sus sistemas eléctricos, ya lo han estado experimentando hace décadas países como EEUU, Canadá, Italia, España, Francia, entre otros. Como

<sup>52</sup> Nuestro sistema eléctrico se caracteriza por el hecho que la demanda es abastecida en tiempo real, por lo que debe ser planificado y operado considerando la posibilidad de falla, a través de una definición de sistema redundante y resiliente. No obstante las acciones preventivas que puedan tomarse, no es posible reducir a cero la probabilidad de ocurrencia de contingencias por lo que se debe preparar al sistema para ser capaz de actuar y reponer el suministro a la brevedad.



ejemplo de esto, la siguiente figura muestra un esquema general de las redes del futuro, en donde se identifican no sólo los flujos de energía, sino también la relevancia que tendrán las tecnologías de la información en estos nuevos sistemas.

**FIGURA 11: ESQUEMA DE REDES INTELIGENTES.**



**Fuente:** Basado en *Quadrennial Technology Review 2015* del Departamento de Energía de Estados Unidos.

Las redes de distribución se harán cada vez más complejas, tanto desde el punto de vista de la infraestructura, como desde la perspectiva de las interacciones entre nuevos y múltiples actores. Es en este contexto, y considerando los avances tecnológicos en sistemas de generación distribuida, en redes inteligentes y en almacenamiento eléctrico, que se identifican importantes desafíos y oportunidades para el país.



## ENERGÍA DISTRIBUIDA

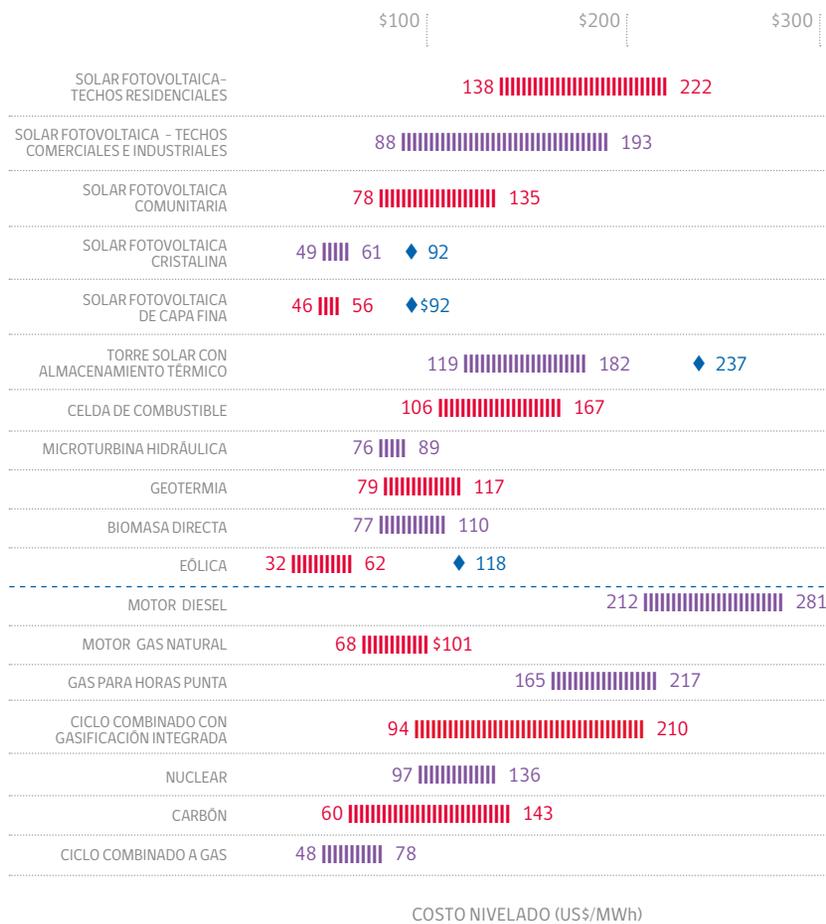
La masificación de las tecnologías de generación distribuida será sin duda fuente de una cantidad importante de desafíos en múltiples áreas, no sólo en lo que se refiere a producción energética, sino que también en la forma en que se gestionan estas nuevas inyecciones locales. Así, aparecen desafíos técnicos de integración a la red y desafíos de mercados que podrían incluso habilitar nuevos modelos de negocio, de modo que éstos den cuenta de la naturaleza de los recursos distribuidos y la integren a sus servicios. Entre los desafíos regulatorios se encuentra el cómo administrar la incorporación masiva de este tipo de tecnologías para evitar un efecto no deseado de política pública regresiva, haciendo pagar por las redes al sector de la sociedad con menores recursos.

No cabe duda que una de las tecnologías de generación distribuida que podría tener mayor impacto en Chile en un futuro cercano, es la energía fotovoltaica. En los últimos años se han observado avances notables en estas tecnologías, no sólo en cuanto a eficiencias, vida útil y otros aspectos técnicos, sino que fundamentalmente en lo que se refiere a reducción de costos. La siguiente figura<sup>53</sup> muestra los precios nivelados de la energía para varias tecnologías de generación, incluyendo aplicaciones de generación distribuida en techos y con modelos comunitarios. Se hace importante de destacar que estas tecnologías ya han alcanzado los precios de paridad de red en varios países sin necesidad de subsidios.

<sup>53</sup> Los análisis del autor asumen un 60% de deuda a un 8% de tasa de interés y 40% de *equity* a 12% del costo por energías convencionales y alternativas.



**FIGURA 12: COSTO NIVELADO DE LA ENERGÍA PARA VARIAS TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN EN ESTADOS UNIDOS.**



**Fuente:** Basado en *Lazard's levelized cost of energy analysis - version 10.0, 2016.*

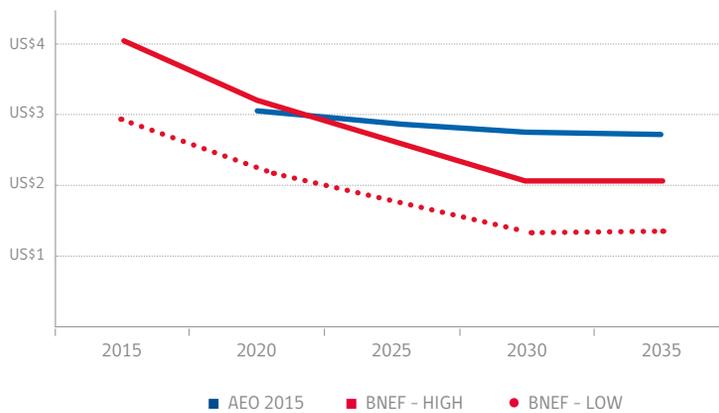
Es relevante destacar que las tecnologías que usan hidrocarburos y en general fuentes no renovables están más propensas a fluctuaciones al calcular el costo nivelado de la energía, por lo que los rangos presentados pueden sufrir variaciones importantes.



Como se desprende de la figura anterior, para el caso de generación distribuida la variante tecnológica en que se alcanzan los costos más competitivos es la fotovoltaica del tipo comunitaria, en donde los mayores desafíos vienen dados por los modelos de negocios que esta forma de generar puede provocar.

La figura siguiente<sup>54</sup> muestra una proyección hecha por dos fuentes diferentes para los costos de instalaciones fotovoltaicas residenciales en Estados Unidos al 2035.

**FIGURA 13:** PROYECCIÓN DE LOS COSTOS DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS RESIDENCIALES EN ESTADOS UNIDOS EN US\$/W.



**Fuente:** Basado en *Photovoltaic System Pricing Trends - Historical, Recent, and Near-Term Projections* 2015 Edition, Sunshot DOE.

Como se puede ver, ambas fuentes de información indican que los costos seguirán a la baja al menos hasta el 2030, mostrando ritmos distintos, pero manteniendo esta tendencia al largo plazo. En el caso de los escenarios proyectados por *Bloomberg New Energy Finance* (BNEF) se estima que a partir del

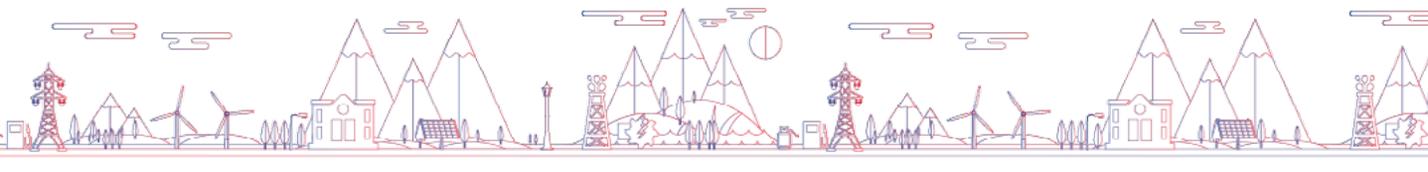
54 Bloomberg New Energy Finance, "H1 2015 North American PV Outlook" (01/16/15); U.S. Energy Information Administration, Annual Energy Outlook 2015 (June 2015).



año 2030 se llegará a un valor estabilizado en torno a los US\$/W 1,4 o US\$/W 2 según sea el escenario, mientras que el *Annual Energy Outlook* (AEO) presenta un escenario más conservador, alcanzando costos al 2030 de US\$/W 2,8.

Para el caso de Chile, es posible que las condiciones excepcionales del norte del país permitan costos competitivos respecto de las mencionadas proyecciones. Para esto, el Programa Estratégico Solar se planteó el desafío de alcanzar al 2025 los 25 US\$/MWh para generación fotovoltaica para grandes centrales y para ello, entre otras iniciativas, es que se está trabajando en un módulo diseñado para las condiciones particulares de radiación solar del norte del país, por lo que este tipo de tecnología pueden además tener aplicaciones e impactar en los costos de la generación distribuida.

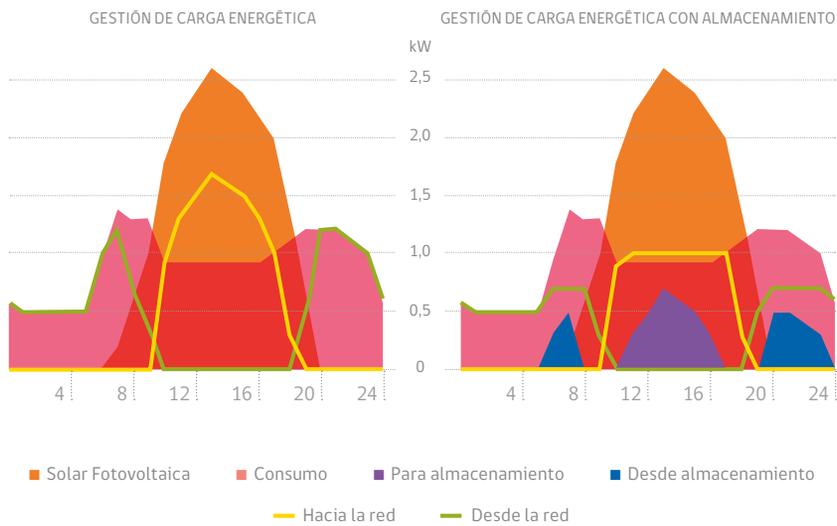
Durante el Seminario Imagina Energía, el Dr. Patrick Brown del MIT presentó evidencia de que el costo de las tecnologías de energía cero-carbono han disminuido abruptamente en la última década. Ejemplo de ello es que el costo de los módulos solares fotovoltaicos ha caído en más de 90%, el costo de la electricidad eólica ha caído en más de 25%, y el costo de las baterías de iones-litio ha caído en más de 80%. Estas bajas en los costos han estado acompañadas por un aumento igualmente rápido en su utilización: el despliegue acumulado de paneles solares fotovoltaicos ha aumentado en más del 4300% desde 2005, y el despliegue acumulado de energía eólica ha aumentado en más del 600%. Si bien este progreso es alentador, el valor económico de las fuentes de energía renovable variable (ERV) en mercados mayoristas también ha caído con el aumento en su penetración debido a su limitada capacidad de despacho y el restringido perfil de generación temporal de algunas de estas fuentes de energía. El Dr. Brown mencionó que existen estrategias para una mayor reducción de costos de las tecnologías solares fotovoltaicas, desde las mejoras a corto plazo de los módulos FV de silicio y técnicas de instalación, hasta el desarrollo a largo plazo de láminas de células solares



ultraligeras y flexibles. En cuanto al desarrollo de tecnologías eólicas, éstas se encuentran particularmente relacionadas a turbinas con mayores factores de capacidad y procedimientos simplificados para la instalación.

La incorporación masiva de generación solar distribuida es un desafío particularmente importante para la gestión de las redes eléctricas, al considerar que las horas de radiación solar tienen implicancias directas en las curvas de carga del sistema. La siguiente figura muestra este efecto para un caso tipo de generación residencial fotovoltaica, para los casos con y sin sistemas de almacenamiento eléctrico, con inyección de energía a la red de distribución y con un 10% de gestión de demanda. Se puede apreciar cómo la disponibilidad de almacenamiento evidencia un mejor manejo de la curva de carga, bajando las puntas de consumo desde la red de distribución.

**FIGURA 14:** TIPOS DE CURVAS DE CARGA PARA DIFERENTES ESCENARIOS TECNOLÓGICOS.



**Fuente:** Basado en *Technology Roadmap - Solar Photovoltaics* de la Agencia Internacional de Energía.



Además para el caso chileno, se cuentan con indicios que las características de irradiación en el norte grande tienen ciertos patrones que le dan una condición de singularidad que va más allá de la cantidad de radiación en el espectro visible, con efectos provocados por el espectro solar que incluyen el rango visible, el ultra violeta y el infra rojo. Para ello es que se está comenzando un proyecto denominado "Laboratorio Nacional de Radiometría y Fotometría", liderado por la Universidad de Santiago, que tiene como objetivo desarrollar y mantener patrones o estándares nacionales de Radiación de Onda Corta (ultravioleta, visible, e infrarrojo cercano), y de banda ancha y espectrales.

## REDES INTELIGENTES

Los sistemas eléctricos se están haciendo cada día más complejos. Nuevos paradigmas están emergiendo en varias ciudades del mundo, al transformar a los antiguos consumidores pasivos de energía, en clientes activos, atentos y demandantes de las mejores soluciones, para obtener un suministro eléctrico de la mejor calidad y a precios razonables.

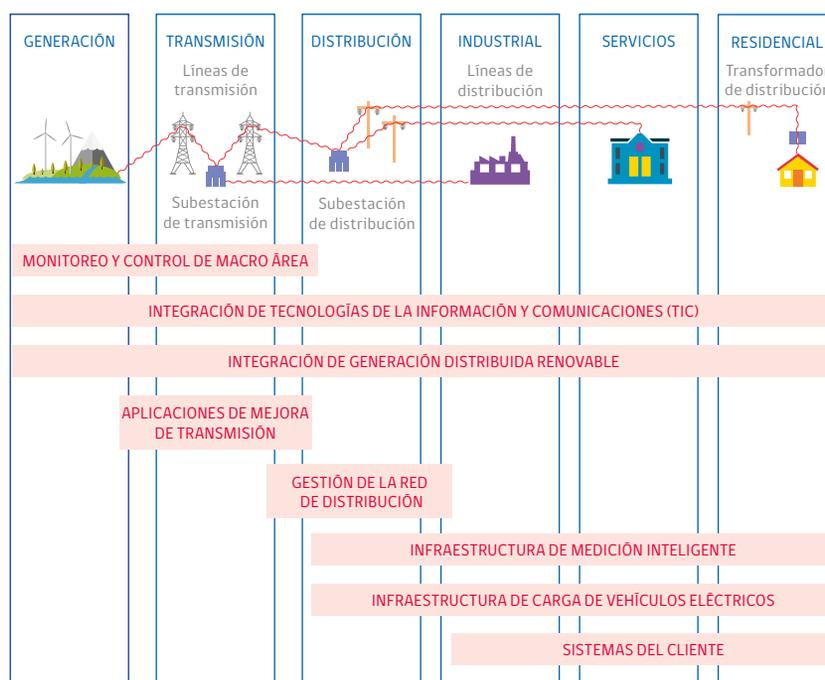
En Estados Unidos, entre el 2010 y el 2014 se conectaron millones de medidores inteligentes a la red eléctrica. De acuerdo al reporte *Quadrennial Technology Review 2015* del Departamento de Energía de Estados Unidos, estos equipos junto a redes de comunicación avanzadas han permitido avances sin precedentes de la operación de su sistema eléctrico, el cual llaman "la máquina más grande sobre la tierra". Todo esto a pesar de que el volumen, variedad y velocidad de los más modernos equipos de flujo de datos están aún en etapas tempranas de avances.

La siguiente figura muestra las distintas tecnologías involucradas en las redes inteligentes, haciendo evidente lo multi-disciplinario que es el tema, y además nos permite reflexionar acerca de la importancia de investigar y avanzar de manera dinámica, en definir qué tipo de "inteligencia" será necesaria en los distintos



niveles de la red. Esto no solo desde el punto de vista técnico-económico, sino, y sobre todo a nivel de cliente de distribución, desde el punto de vista social, ya que las necesidades y atributos deseables por cada uno de los actores involucrados son diversos y en ocasiones pueden ser incluso contradictorios entre ellos.

**FIGURA 15:** TECNOLOGÍAS INVOLUCRADAS EN EL PROCESO DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO.



**Fuente:** Basado en *Technology Roadmap - Smart Grids* de la Agencia Internacional de Energía del año 2011.

Si bien la imagen previa está enfocada en redes inteligentes de energía eléctrica, es importante destacar que el concepto es aplicable también a otros tipos de suministros, ya sea agua, calor, gas, hidrógeno, etc., por lo que varios de los desafíos son comunes a diversos sectores.

De acuerdo a informes internacionales, se identifican algunos temas claves a tener en consideración para el futuro de las redes eléctricas inteligentes:

- **Modernización de las redes de distribución:** se refiere al desafío de transitar desde un sistema con control centralizado, con flujos de energía en un sólo sentido, hacia uno más distribuido, estocástico, dinámico, y con flujos bi-direccionales.

Se observan impactos en las redes eléctricas actuales causadas por la constante incorporación de fuentes de generación variables, así como también por los cambios introducidos por convertidores de señales electrónicos y por nuevas tecnologías digitales de control y comunicaciones.

Tiene relevancia en este ámbito, temas como integración de micro redes, respuestas dinámicas a la demanda, generación distribuida con fuentes variables, flexibilidad en la generación, incorporación de los sistemas de tecnologías de electro movilidad, y electrónica de potencia, entre otros.

- **Integración de sistemas de suministros:** los sistemas eléctricos de distribución están cada vez más interconectados, no sólo entre sistemas eléctricos de características similares, sino también con otros sistemas como agua, gas y comunicaciones. En este sentido es que se identifican potenciales mejoras en la eficiencia de operación, mejor uso de los recursos, reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero, y mejoras en la resiliencia de los sistemas.

La integración de los distintos sistemas requiere del entendimiento, control, y optimización inter sistemas, coordinar tiempos y frecuencias de colección de datos, definir espacios físicos y escalas de integración, definir parámetros de funciones, así como también entendimiento de los costos y beneficios de este tipo de integración tecnológica.



- **Almacenamiento y análisis de datos:** un cambio de paradigma de la industria de distribución del futuro será el monitoreo en tiempo real de diversas variables de los sistemas distribuidos basados en la incorporación de tecnologías de sensores para monitoreo, equipos de control y protecciones eléctricas, etc. Es por esto que tanto el almacenamiento como el procesamiento de grandes cantidades de datos será un desafío a abordar por la industria, de modo que la información sea robusta, con sistemas resilientes, capaces de manejar las complejidades propias de la constante generación de datos, siendo además costo-efectiva y amigable con los usuarios.
- **Cyber seguridad:** Considerando que en el futuro la industria de la distribución de energía eléctrica será cada vez más digital y con una cada vez mayor importancia de los flujos de datos e información, es que la cyber seguridad será un tema crítico. La constante incorporación de equipos de medición inteligente, uso de tecnologías inalámbricas, y en general todo equipamiento que use plataformas virtuales, son potenciales blancos de ataques informáticos que pueden incluso llegar a provocar apagones, lo que es un gran desafío para la industria.
- **Nuevos modelos de negocios:** Los esquemas de medición inteligentes que habilitaron la aparición de redes inteligentes nacieron a partir de los de gestión de la demanda y se vislumbra que a futuro éstos se transformarán en los esquemas de agregadores de demanda. Es en este contexto que las oportunidades para la implementación de nuevos modelos de negocios tanto de las empresas distribuidoras como de los consumidores finales, que ahora son además generadores de su propia energía, e incluso con inyección de excedentes a la red de distribución. Esto abre la oportunidad para la aparición de nuevos actores que ofrezcan nuevos servicios, ya sea en el ámbito financiero, de eficiencia, de calidad de servicio, de experiencia de usuario, entre otros.



Es así que uno de los temas de mayor relevancia a resolver para el futuro de la generación distribuida son las tecnologías de la información, así como también el almacenamiento eléctrico como una tecnología habilitante a ser considerada e incorporada en las redes.

En el marco del Seminario Imagina Energía, el Prof. Francis O'Sullivan del MIT *Energy Initiative* destacó que durante la década pasada se produjeron importantes cambios para la energía renovable a nivel global. El desarrollo de capacidad de generación solar y eólica se ha acelerado rápidamente durante este periodo, y se proyecta que estas tecnologías en conjunto conformarán la mayoría de la nueva capacidad en muchos de los mayores mercados eléctricos del mundo durante las siguientes décadas. El creciente rol de los recursos solares y eólicos en la provisión de energía trae consigo además nuevos modelos de mercado. Al respecto, las innovaciones financieras están ayudando a acelerar la utilización de renovables en grandes mercados tales como los Estados Unidos, los cuales pueden ser exportados a otros mercados. La experiencia norteamericana en cuanto a generación distribuida y modelos de financiamiento tipo ESCO ha tenido por resultado un mercado altamente concentrado en pocas empresas, que pueden acceder a financiamiento para un negocio incierto y poco bancarizable.

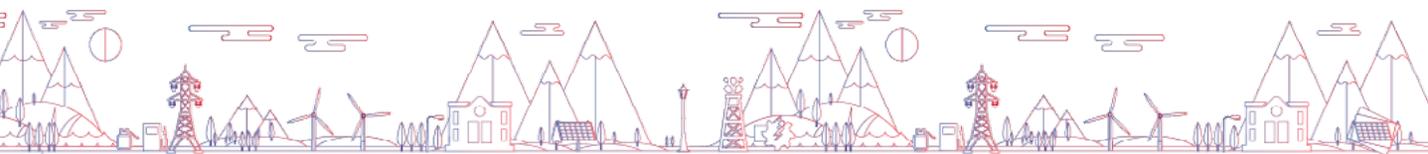


## ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

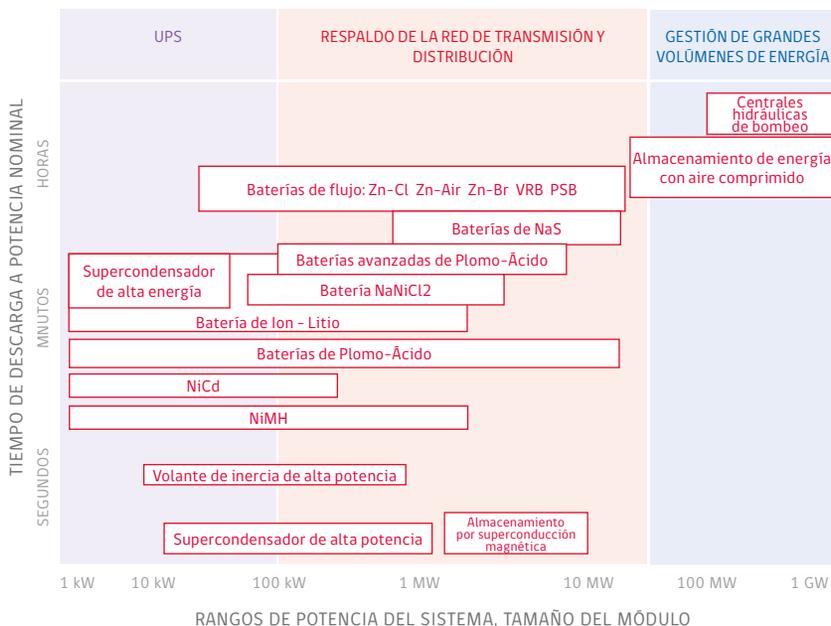
El cambio del rol de los actuales consumidores pasivos a generadores de su propia energía con inyección a la red eléctrica a partir de fuentes variables, así como también la introducción masiva de tecnologías como la electro movilidad, hacen cada vez más necesario el almacenamiento eléctrico.

Los sistemas de almacenamiento de energía eléctrica generan diversos beneficios a los sistemas de distribución: soporte al balance del sistema, regulación de frecuencia, mejoras económicas en el despacho de carga, mejoras en la estabilidad de la calidad y estabilidad de suministro, e impactos considerables al bajar las inversiones necesarias en las redes de distribución producto del dimensionamiento con una curva más plana de consumos con respecto a la actualidad. Además, y en especial para el caso de Chile, los sistemas de almacenamiento energético se pueden convertir en tecnologías claves para soportar desastres naturales, mejorando la resiliencia de los sistemas eléctricos de las ciudades.

La siguiente figura desarrollada por *Sandia National Laboratories* muestra diferentes tecnologías de almacenamiento energético según su aplicación, ya sea por el tamaño del módulo de almacenamiento graficado como la potencia de los sistemas a los que se inyecta la energía almacenada, como por su rapidez de reacción de descarga. Como se ve, las tecnologías con aplicaciones a pequeña escala para autoabastecimiento residencial y comercial, y con tiempos de reacción acorde a las necesidades, que es del orden de los minutos, son: NiMH, NiCd, baterías de plomo-ácido, de ion-litio y de NaNiCl<sub>2</sub>, y los supercondensadores de altas energías.



**FIGURA 16:** APLICACIONES DE DIFERENTES TECNOLOGÍAS DE ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO.



**Fuente:** Basado en *Quadrennial Technology Review 2015* del Departamento de Energía de Estados Unidos.

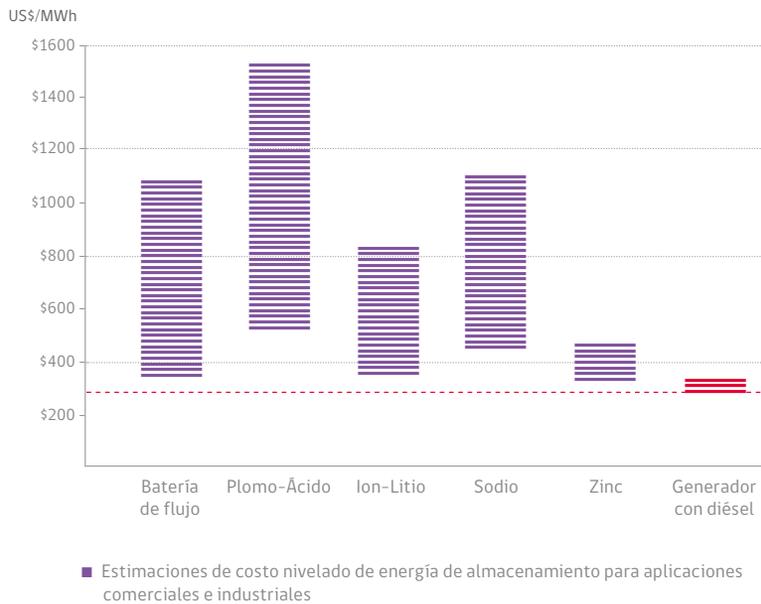
Sin importar el tipo de tecnología de almacenamiento eléctrico para autoabastecimiento, los desafíos que están enfrentando para su despliegue masivo en los sistemas de generación distribuida del mundo son: reducción de costos, mejoras en la eficiencia y seguridad, aumento de ciclos en el período de vida útil, disminución de impactos en todo el ciclo de vida, marcos regulatorios y modelos de negocios y financieros apropiados.

Otros tipos de baterías, aun en etapas de investigación y desarrollo son las del tipo metal-aire, como las zinc-aire y litio-aire, tecnologías desarrolladas para almacenar altas densidades de energía a bajos costos, al requerirse sólo de un electrodo para su funcionamiento.



El cuadro siguiente<sup>55</sup> muestra el costo nivelado de algunas tecnologías de almacenamiento para aplicaciones industriales y comerciales, contrastada con una unidad diésel de condiciones similares y comparables a las otras tecnologías.

**FIGURA 17: COSTO NIVELADO PARA DISTINTAS TECNOLOGÍAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA.**



**Fuente:** Basado en "Utility of the Future", del año 2016 del MIT Energy Initiative.

Como se puede ver, aún queda espacio de mejora para alcanzar el costo nivelado de la generación diésel, con lo cual el almacenamiento energético podría ser completamente competitivo. Actualmente no existe una tecnología dominante en este desarrollo, ya sea para aplicaciones industriales y comerciales, como tampoco para aplicaciones residenciales, tal como muestra el gráfico.

<sup>55</sup> Lazard (2015). El costo nivelado de almacenamiento está calculado en base a proyectos de vida de 10 años, de baterías de 4 MWh, 350 ciclos por año a 100% de descarga por ciclo y 50 centavos de dólar por MWh como costo de descarga.



Además de las baterías, existe otro tipo de tecnología capaz de almacenar energía a pequeña escala, como por ejemplo el hidrógeno. Estas tecnologías, en etapas de investigación y desarrollo, se identifican como aplicaciones a la industria manufacturera, del transporte y de uso final. El hidrógeno podría ser una alternativa económicamente viable a las baterías para aplicaciones que requieren de almacenamiento de grandes cantidades de energía, para darle estabilidad a las redes producto de la variabilidad de las fuentes renovables.

A continuación se muestra una figura, donde se identifican las distintas tecnologías de almacenamiento energético y su respectiva etapa de desarrollo.

**FIGURA 18:** CURVA DE ESTADO DE MADUREZ DE TECNOLOGÍAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA.



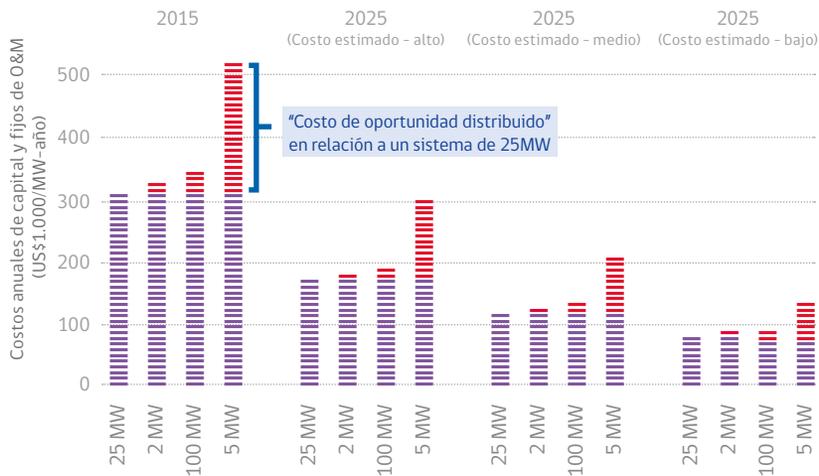
**Fuente:** Basado en *Technology Roadmap - Energy Storage* de la Agencia Internacional de Energía, del año 2014.



Como muestra la gráfica en su parte central, actualmente se está pasando por una etapa de constantes avances tecnológicos, lo que está posicionando a algunas tecnologías en el umbral de paso de una etapa de demostración y despliegue inicial, a una de comercialización masiva, en variadas tecnologías de almacenamiento energético.

El caso de generación centralizada en comparación a la generación distribuida ha sido estudiado en el marco del proyecto *Utility of the Future* del MIT. Al respecto, la siguiente figura muestra una proyección de los costos de almacenamiento eléctrico para Estados Unidos de baterías de ion-litio al 2025, considerando tres escenarios con capacidades de 25 MW, 2 MW, 100 kW y 5 kW. En la figura puede apreciarse que para los tres casos se esperan bajas considerables en los costos, cuyo caso más conservador es del orden de 40% de disminución en 10 años. Asimismo, el costo de oportunidad de la generación distribuida a menor escala se reduce en el tiempo.

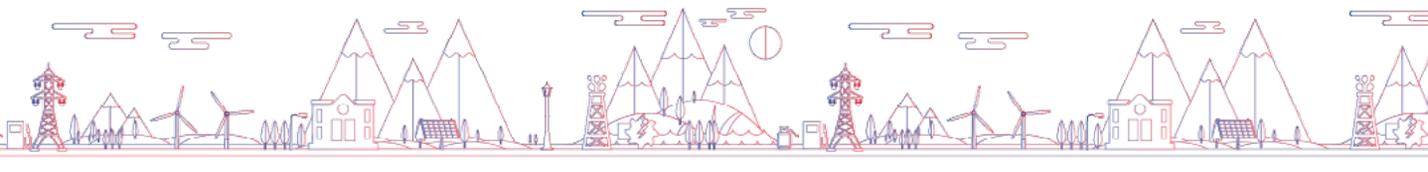
**FIGURA 19:** PROYECCIÓN DE COSTOS ANUALES DE BATERÍAS ION-LITIO PARA TRES ESCENARIOS.



Fuente: Basado en *Utility of the Future*, MIT 2016.

Este fenómeno de constantes avances tecnológicos en las baterías de ion-litio viene siendo impulsado principalmente por la industria del transporte, la cual anteriormente transitaba por un carril separado.

En el marco de su ponencia en Imagina Energía, el Dr. Claudio Vergara del MIT planteó que recursos distribuidos de energía (RDE) traen nuevas opciones en la provisión de servicios y permiten que la demanda por servicios eléctricos sea cada vez más sensible a los precios. Por lo tanto, precios bien diseñados son cada vez más importantes en este entorno, en donde los agentes son cada vez más capaces de adaptar su comportamiento a las condiciones del sistema eléctrico en ubicaciones específicas, durante momentos particulares, y en relación a qué servicios específicos se están consumiendo o proveyendo. El Dr. Vergara indicó que la aparición de recursos distribuidos de demanda y capacidades de redes inteligentes basadas en TICs intensificará los trade-offs entre los gastos de capital (CAPEX), tales como inversiones en nuevas líneas de distribución o subestaciones, y gastos operacionales (OPEX), tales como contratos con RDE para evadir o aplazar inversiones en la red. En este nuevo escenario, las empresas de distribución eléctrica tendrán que enfocarse más en aprovechar la innovación a largo plazo - involucrándose en esfuerzos de I+D aplicada, invirtiendo en proyectos demostrativos, comprometiéndose con el aprendizaje tecnológico que emerge de esos proyectos, y diseminando el conocimiento y mejores prácticas entre las mismas empresas.



## ELECTRO MOVILIDAD

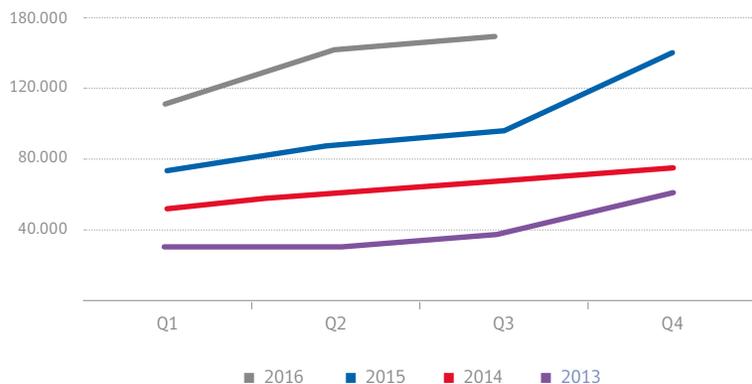
En las últimas cuatro décadas la tecnología asociada al transporte no ha sufrido grandes disrupciones, solo teniendo mejoras en eficiencia y rendimiento. Sin embargo, actualmente se está desarrollando una variada gama de alternativas de transporte más seguros, eficientes, flexibles y limpios que los tradicionales. Entre ellos se encuentran los vehículos híbridos, uso de bio-combustibles para autos, camiones y aviones, celdas de combustibles, trenes rápidos y eficientes, así como el uso de la electricidad, entre otros.

En particular en tecnologías de electro movilidad existe un especial interés, al reunir atributos que permiten reducir la dependencia de hidrocarburos, las emisiones de contaminantes, el ruido, y al poder transformarse potencialmente en un sistema móvil de almacenamiento de energía eléctrica que le imprima mayor flexibilidad, eficiencia y resiliencia a los sistemas eléctricos.

Particularmente, en este sentido en los últimos años se ha visto una irrupción de los automóviles eléctricos en base a baterías (BEV por sus siglas en inglés). Tal como se observa en la siguiente figura, las ventas anuales de este tipo de vehículos, a nivel mundial, han mantenido un crecimiento de un 60% anual en los últimos períodos. Para el año 2016 se espera que este tipo de vehículos alcance ventas por 620.000 unidades, lo cual es más del triple de lo vendido en todo el año 2013.

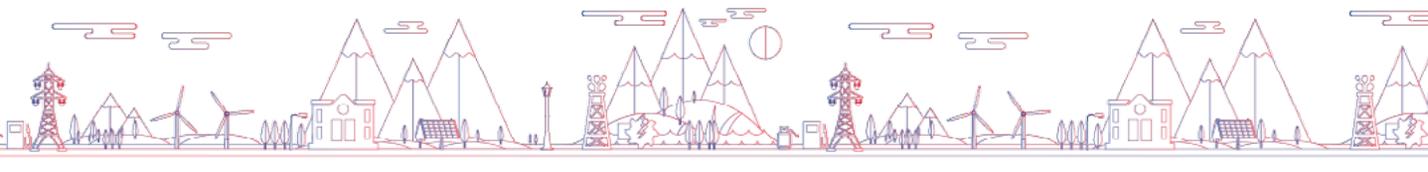


**FIGURA 20:** VENTAS MUNDIALES POR TRIMESTRE Y AÑO DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS CON BATERÍAS (BEV).

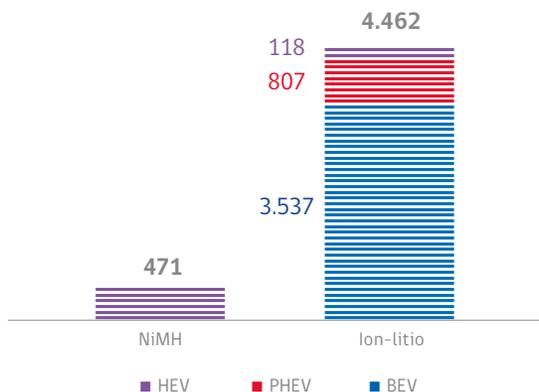


**Fuente:** Basado en *Bloomberg New Energy Finance, 2016, Q3 2016 Global Electrified Transport Market Outlook*.

En el mercado internacional de automóviles eléctricos se encuentran compitiendo tres tipos de vehículos: basado en baterías (BEV), híbridos “plug-in” (PHEV) e híbridos no “plug-in” (HEV). Junto a esto, también se encuentran compitiendo dos tipos de baterías para estos vehículos: níquel-hidruro metálico (NiMH) e ión-litio. En este sentido, en el mercado predominan estas últimas, en conjunto con los vehículos basados en baterías (BEV), tal como se observa en la siguiente figura.



**FIGURA 21:** DEMANDA MUNDIAL DE BATERÍAS (MWh) POR TIPO DE VEHÍCULO - SEGUNDO TRIMESTRE 2016.



**Fuente:** Basado en *Bloomberg New Energy Finance, 2016, Q3 2016 Global Electrified Transport Market Outlook*.

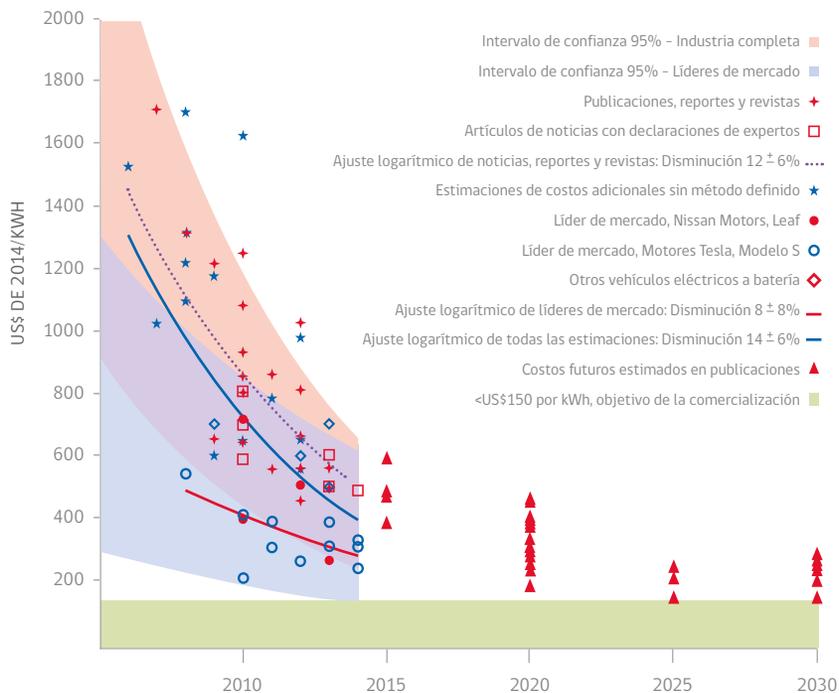
Desde el punto de vista tecnológico, los desafíos vienen dados por el mejoramiento del sistema de baterías (costos, eficiencia, potencias, densidades, peso, volumen, vida útil), del sistema de accionamiento eléctrico (electrónica de potencia y motores eléctricos), y del vehículo eléctrico como sistema (peso, fricción y aerodinámica) así como también por la infraestructura habilitante de electro linieras, redes inteligentes y sistemas de almacenamiento distribuido que le den sustento técnico y económico.

De acuerdo al Quadrennial Technology Review del Departamento de Energía de EEUU, nuevos conceptos de tecnologías basadas en baterías de ion-litio al 2022 tienen el potencial de reducir en 2 veces el tamaño, pasando de 200 a 400 Wh/l, el peso de 400 a 2000 W/kg, y reducir en 4 veces los costos, pasando de promedio de 500 a 125 US\$/kWh, alcanzando el precio de paridad con vehículos convencionales para la más amplia variedad de consumidores.

A continuación se muestra una figura con el historial de costos de algunas de las tecnologías de almacenamiento eléctrico ion-litio, y una proyección al 2030 de acuerdo a diversas publicaciones internacionales.



**FIGURA 22:** CURVA CON COSTOS HISTÓRICOS Y PROYECCIONES DE DIFERENTES TECNOLOGÍAS DE ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO CON APLICACIÓN A ELECTRO-MOVILIDAD.



**Fuente:** Basado en Nyquist, B.; Nilsson, M. Nature Climate Change 2015, 5, 329.

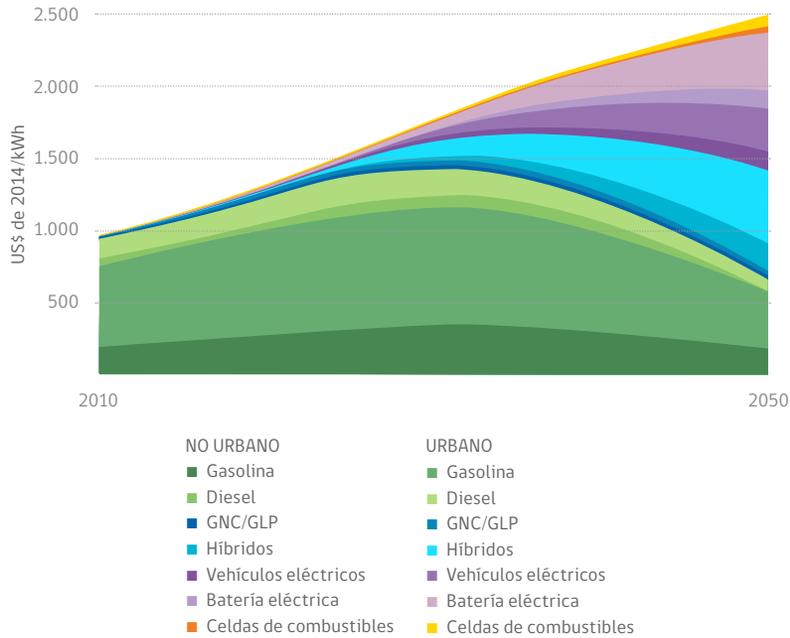
Tal como se observa en el gráfico anterior, al 2030 se espera que las tecnologías de almacenamiento asociadas a vehículos eléctricos caigan a la mitad en su costo por unidad energética. Esto, tal como señala la Agencia Internacional de Energía (AIE), impulsará aún más la industria, haciendo que la penetración de este tipo de vehículos aumente de forma importante, esperándose, bajo escenarios de políticas públicas adecuadas (2DS), que pasemos de cerca de 1,15 millones de automóviles eléctricos al día a cerca de 20 millones al año 2020<sup>56</sup>.

<sup>56</sup> Fuente: Agencia Internacional de Energía, 2016, Energy Technology Perspectives.



Asimismo la Agencia Internacional de Energía espera que, a nivel mundial, la venta de autos en base a combustibles fósiles (diésel, gasolina y GLP) comience a decrecer alrededor del año 2035, en un escenario de políticas públicas adecuadas (2DS), para dar paso a un aumento sustancial en la penetración de vehículos eléctricos e híbridos. En cuanto a estos últimos, en el mismo escenario, se espera que al año 2050 correspondan a cerca del 60% de las ventas mundiales de automóviles.

**FIGURA 23:** STOCK DE VEHÍCULOS A NIVEL MUNDIAL POR TECNOLOGÍA EN UN ESCENARIO CON POLÍTICAS ADECUADAS.



**Fuente:** Basado en Agencia Internacional de Energía, 2016, Energy Technology Perspectives.



## INCORPORACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN CHILE

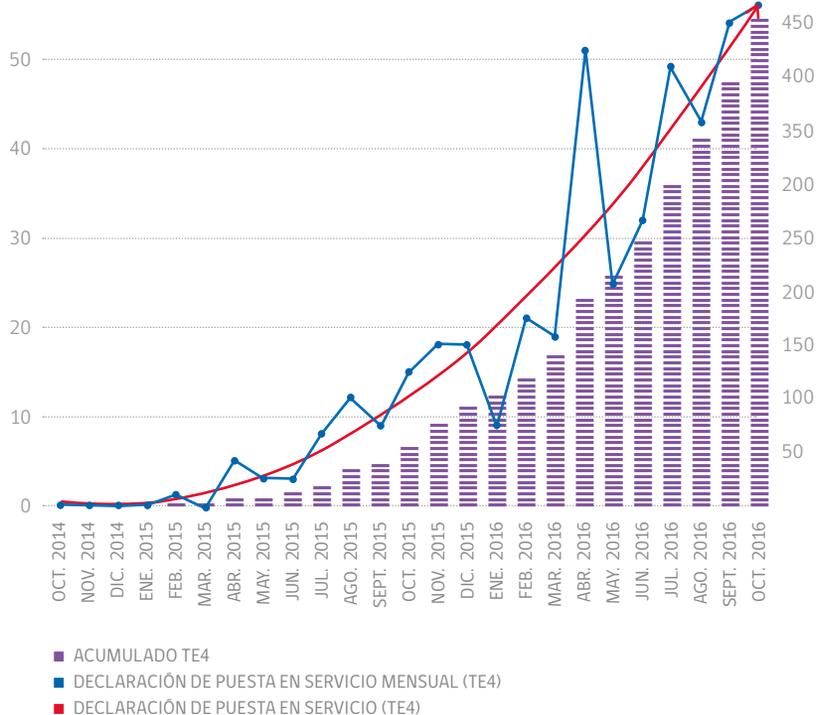
Los últimos años en Chile se ha ido apoyando desde el Estado la incorporación y masificación de tecnologías de generación distribuida principalmente por dos vías: Ley de Facturación Neta o Net-Billing y el Programa Techos Solares Públicos.

La Ley de Facturación Neta (Ley N° 20.571) que regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales, con entrada en vigencia a partir de octubre del 2014 con la promulgación del Reglamento, hace referencia a que en las boletas que las empresas distribuidoras entregan a sus clientes se cobra o factura el valor neto resultante de la valorización de los consumos que tenga un cliente, menos la valorización de sus inyecciones de energía. Para hacer uso de la Ley se deben utilizar sistemas de generación de energía eléctrica basados en energías renovables no convencionales (ERNC) o de co-generación eficiente, de hasta 100 kW.

A continuación se muestra la evolución en la cantidad de instalaciones de generación distribuida acogidas a la Ley de Facturación Neta a octubre del 2016, que suman 4,825 MW.



**FIGURA 24:** EVOLUCIÓN DE INSTALACIONES ACOGIDAS A LEY DE FACTURACIÓN NETA A OCTUBRE DE 2016.



**Fuente:** Ministerio de Energía y Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

La distribución por tecnologías declaradas en el “Formulario de Solicitud de Conexión” vía Ley de Facturación Neta es mayoritariamente solar: 979 de un total de 984.

En tanto el Programa Techos Solares Públicos, iniciativa del Ministerio de Energía, está orientada a instalar sistemas fotovoltaicos en los techos de los edificios públicos, con el objeto de contribuir a la maduración del mercado fotovoltaico para autoconsumo. Tiene una duración de 4 años a partir del 2015 y cuenta con un presupuesto de US\$ 13 millones. La cantidad total de edificios licitados a diciembre del 2016 es de 99, sumando 3.047 kW. Para el año 2017 se licitarán 1,9 MWp en aproximadamente 30 a 40 edificios públicos.

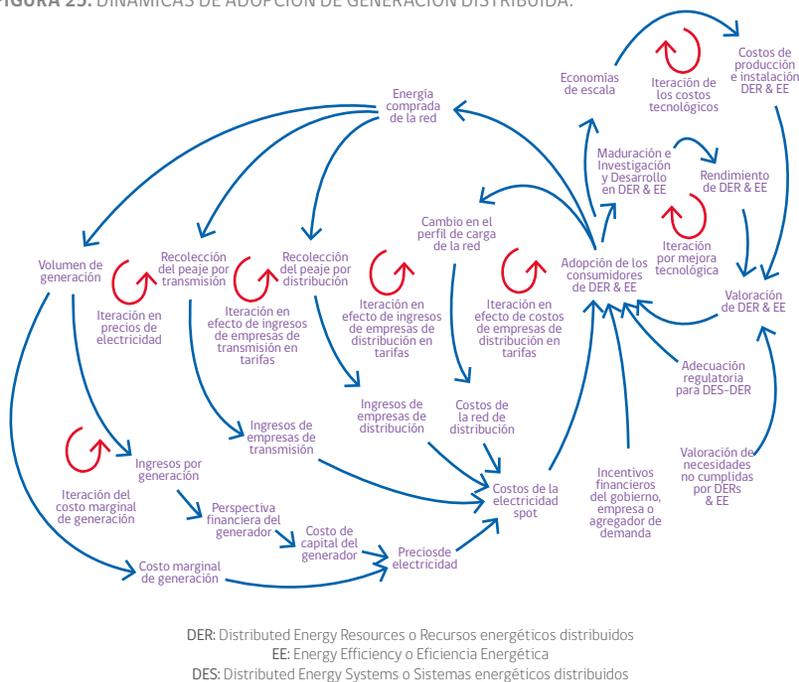


## COMENTARIOS FINALES

Nuevas tecnologías de redes eléctricas de distribución están pasando por un momento de expansión y consolidación en varias ciudades del mundo, aunque aún con mucho espacio de disrupción tecnológica. Es así que dada su alta complejidad, es un área que requiere ser enfrentada de una manera sistémica y multi-disciplinaria.

La siguiente gráfica, preparada por el MIT Energy Initiative, muestra las dinámicas que se producen en el sistema producto de la adopción de tecnologías de generación distribuida a partir de fuentes renovables, enfatizando dinámicas recursivas e iterativas que se dan en los distintos niveles y agentes involucrados.

FIGURA 25: DINÁMICAS DE ADOPCIÓN DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA.



Fuente: Basado en *Utility of the Future Prospectus* de MIT 2014.



Finalmente, es pertinente indicar que como un primer esfuerzo del Ministerio de Energía en la realización ejercicios de prospección tecnológica, esperamos pueda ser utilizado como insumo acerca de las prioridades de investigación y desarrollo del sector energía.





# • MAPA DE ACTORES DEL SECTOR ENERGÍA •

## CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

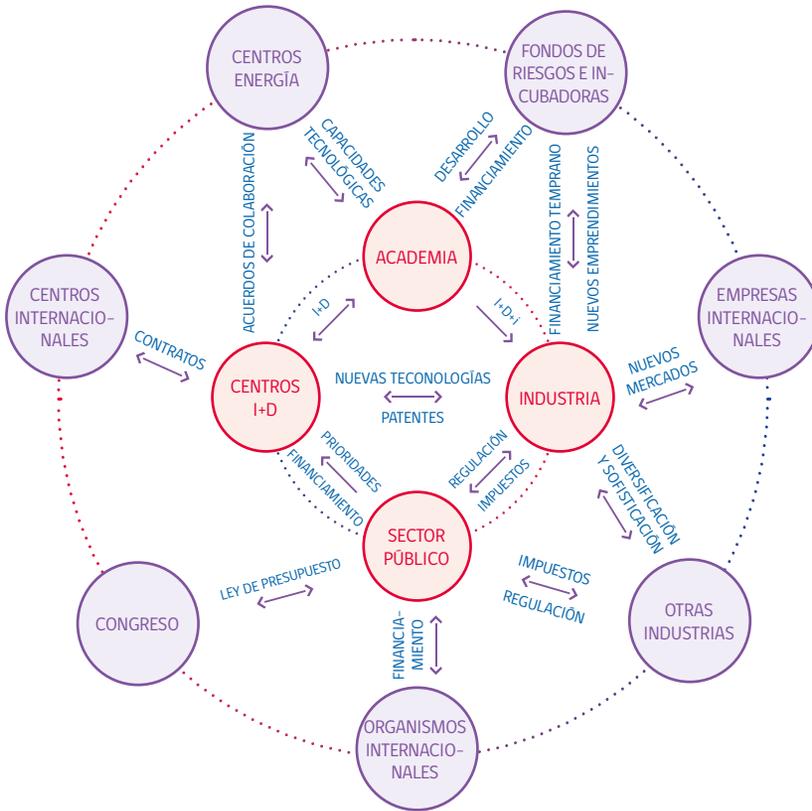
**E**l desarrollo de ciencia tecnología e innovación en el sector energía en Chile está en una etapa muy incipiente de formación, con una gran dispersión de actores e instituciones que están empujando desde la oferta, la incorporación de nuevos productos, servicios y modelos de negocios. Es así que si bien los actuales actores que están generando conocimiento y soluciones basadas en la creatividad son aún muy limitados en cantidad, ya han demostrado un potencial de impacto, no sólo en la economía del país, sino en aportar a la calidad de vida, el cuidado del medio ambiente y a la sociedad en general.

En el presente documento, que es una caracterización en un momento dado de un ecosistema dinámico y en constante cambio, se identifican actores relevantes que son parte tanto del sector público, como de la academia; los cuales son activos, representativos y reconocidos por su trabajo en el ecosistema nacional del sector energía, produciendo una interesante e innovadora oferta.

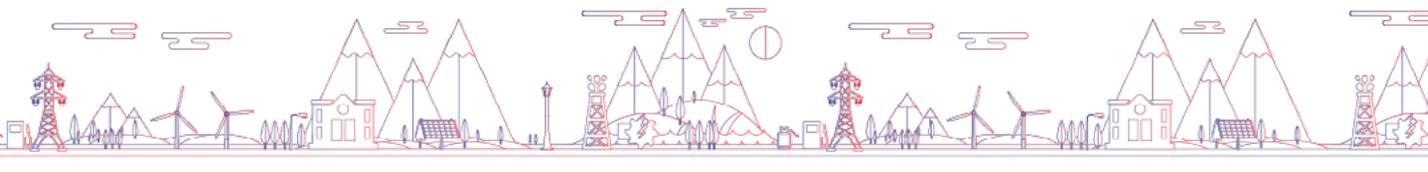
El siguiente esquema muestra las interrelaciones entre los distintos actores según categorías, y que más adelante algunos de ellos serán identificados:



FIGURA 26: INTERRELACIÓN DE ACTORES DEL SECTOR ENERGÍA: CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN



Fuente: Elaboración propia.



## INSTITUCIONES PÚBLICAS

### Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo – CNID

Consejo encargado de “Asesorar a la Presidencia de la República en la identificación, formulación y ejecución de políticas y acciones que fortalezcan la innovación, la competitividad y el desarrollo en Chile, proponiendo la acción pública y privada en la materia”.

### Ministerio de Economía, Fomento y Turismo – División de Innovación

Ministerio encargado de “Promover la modernización y competitividad de la estructura productiva del país, la iniciativa privada y la acción eficiente de los mercados, el desarrollo de la innovación y la consolidación de la inserción internacional de la economía del país”. Además, y como parte de la Agenda de Productividad, Innovación y Crecimiento, crea un instrumento llamado Fondo de Inversión Estratégica (FIE), el que otorga financiamiento a iniciativas orientadas a mejorar la productividad, diversificar nuestra base productiva e incrementar el valor agregado de nuestra economía. Es así que uno de los sectores priorizados por el FIE es la industria solar.

### Corporación de Fomento de la Producción – CORFO

Agencia dependiente del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo encargada de “Mejorar la competitividad y la diversificación productiva del país para alcanzar el desarrollo sostenible y territorialmente equilibrado”. En particular en el sector energía y como parte de su política de selectividad estratégica, CORFO co-diseña y es el ejecutor principal del Programa Estratégico en Industria Solar, cuyo actual presidente es el Ministro de Energía.

### Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica – CONICYT

Comisión dependiente del Ministerio de Educación encargada de “Impulsar la formación de capital humano y promover, desarrollar y difundir la investigación científica y tecnológica, en coherencia con la “Estrategia Nacional de Innovación”. En particular en el sector energía CONICYT cuenta con un centro



FONDAP (Fondo de Financiamiento de Centros de Investigación en Áreas Prioritarias) y un centro parte del Programa de Investigación Asociativa, además de varios proyectos de investigación FONDECYT y FONDEF; así como también cuenta con un convenio de colaboración con el Ministerio de Energía para adjudicar becas de pasantía al extranjero para profesionales del sector energía, entre otras iniciativas.

### Comité Solar

Comité de CORFO encargado de gestionar las materias relacionadas con el Programa Estratégico en Industria Solar y la coordinación con CORFO en el diseño e implementación de los instrumentos de promoción que se consideren necesarios en la política energética.

### Laboratorio de Gobierno

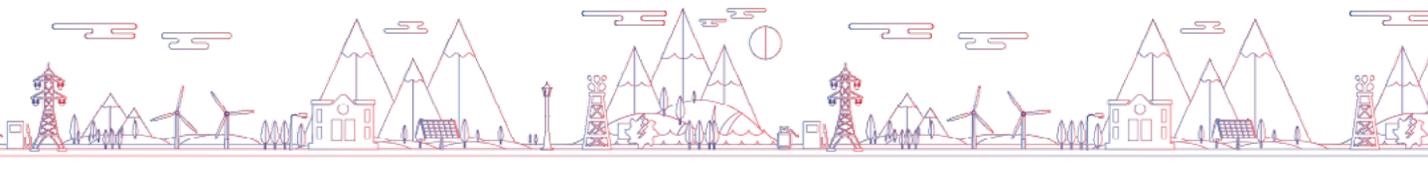
Entidad encargada de “Desarrollar, facilitar y promover procesos de innovación centrado en los usuarios dentro de las instituciones del Estado chileno”. Durante el 2016 el Laboratorio de Gobierno gestionó el concurso Impacta Energía, el que llamaba a que emprendedores presentaran propuestas que dieran respuestas a dos desafíos específicos del sector energía.

### Instituto Nacional de Propiedad Industrial - INAPI

Organismo encargado de la administración y atención de los servicios de la propiedad industrial en Chile. Le corresponde, asimismo, promover la protección que brinda la propiedad industrial y difundir el acervo tecnológico y la información de que dispone.

### Ministerio de Relaciones Exteriores - Dirección de Energía, Ciencia y Tecnología e Innovación

La Dirección de Energía, Ciencia y Tecnología e Innovación (DECYTI) busca apoyar la formulación y gestión de los aspectos internacionales de las políticas de energía, de innovación, investigación y desarrollo en ciencia y tecnología.



### Consejo de Producción Limpia – CPL

Organismo público-privado dependiente del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo – CORFO, capaz de articular al mundo público y privado desde la voluntad, la confianza y la cooperación, que promueve la modernización y la competitividad de los sectores productivos mediante el fomento de la Producción Limpia. Es así que el CPL apoya variados proyectos del sector energía, tanto por la vía de los Acuerdos de Producción Limpia, como por los Acuerdos de Pre-inversión.

### Fundación para la Innovación Agraria – FIA

Agencia del Ministerio de Agricultura, cuya misión es la de “Fomentar una cultura de la innovación en el sector agrario, agroalimentario y forestal, promoviendo y articulando iniciativas de innovación que contribuyan a mejorar las condiciones de vida de los agricultores, en todas las regiones del territorio nacional”. En particular para el sector energía, FIA ha lanzado concursos de innovación en sistemas de riego.

## CENTROS DE ENERGÍA DE UNIVERSIDADES

### Centro de Energía de la Universidad de Chile

El Centro de Energía busca contribuir al ámbito energético a través del desarrollo de soluciones tecnológicas novedosas, innovadoras y de calidad, relevantes para el desarrollo del país y competitivas internacionalmente.

### Centro de Desarrollo Energético de Antofagasta – CDEA

El propósito del CDEA es desarrollar un tejido industrial y empresarial que den soporte a la industria energética de la región y al futuro Clúster Solar, impulsar la colaboración entre industrias Pymes y Spin-Off que deseen incorporarse a esta área, y emplear las diversas formas de financiamiento establecidas por el Estado, a través de sus entidades como la CORFO, SERCOTEC y otras.



### Centro de Innovación Energética de la Universidad Técnica Federico Santa María

El Centro de Innovación Energética busca formar capital humano con una alta especialización en el tema energético. Para esto fomenta la investigación, desarrollo e innovación en las tecnologías y procedimientos existentes, y creará aquellos que sean necesarios, con el fin de concretar soluciones acordes con la realidad nacional, considerando la disponibilidad de recursos naturales y económicos.

### Centro de Innovación en Energía de la Universidad Adolfo Ibáñez

El Centro se dedica a coordinar e impulsar esfuerzos conjuntos entre la UAI y los sectores públicos y privados en temas de investigación y desarrollo en las áreas de energías renovables no convencionales, eficiencia energética y energías limpias.

### Centro de Innovación del Litio - CIL

Dependiente del Centro de Energía de la Universidad de Chile, busca fomentar y contribuir al desarrollo nacional de la industria del litio y, como proyecto, pretende desarrollar un área de investigación aplicada sobre el uso del litio en baterías avanzadas.

### Centro de Estudios de los Recursos Energéticos de la Universidad de Magallanes - CERE

El CERE busca formular y proponer proyectos de investigación, innovación y desarrollo, a nivel de generación y distribución de energía, además de apoyar a las autoridades regionales en los planes sectoriales de desarrollo. También busca contribuir en la aplicación de las políticas de desarrollo para el sector, fomentando la eficiencia en el uso de la energía y contribuyendo a la formación de capital humano para el desarrollo sustentable del sector energético.



## CENTROS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

### Solar Energy Research Center - SERC

Centro formado por 6 universidades nacionales y Fundación Chile, con un enfoque holístico y multidisciplinario que apunta a resolver, desde el punto de vista científico, las barreras más importantes que se presentan en el objetivo de incorporar la energía solar de manera masiva y costo-efectiva a la matriz energética chilena y, en particular, a la posibilidad de aprovechar al máximo el extraordinario potencial del Norte Grande.

### Center for Solar Energy Technologies - Fraunhofer CSET

El trabajo del centro abarca desde la investigación de los fundamentos científicos y tecnológicos para aplicaciones de energía solar, a través del desarrollo de la tecnología de producción y prototipos, a la construcción de sistemas de demostración. El centro cuenta con 3 líneas de investigación, que son: electricidad solar, calor solar y tratamiento de agua solar.

### Marine Energy Research and Innovation Center - MERIC

El centro busca establecerse como un referente nacional e internacional en energía marina renovable, que impulse el desarrollo de la energía marina a través de la investigación aplicada, del desarrollo tecnológico y de la innovación.

### Advanced Center for Electrical and Electronic Engineering - AC3E - UTFSM

El AC3E tiene como misión la de contribuir al desarrollo tecnológico y la competitividad de la economía chilena a través de la excelencia en investigación, el intercambio de conocimiento, la formación de capital humano avanzado; generando transferencia tecnológica en áreas de impacto social en el campo de la ingeniería eléctrica y electrónica.



### Engie Lab

La entidad es un centro de excelencia internacional que lleva a cabo investigación por contrato y servicios de peritaje técnico en energía eléctrica y las nuevas tecnologías energéticas.

### Centro de Excelencia en Geotermia de Los Andes - CEGA

El CEGA busca generar el conocimiento científico necesario para hacer de la energía geotérmica un recurso sostenible, amigable con el medio ambiente, y económicamente competitivo, para contribuir a aumentar la matriz energética de Chile y los países andinos.

### Núcleo Milenio de Investigación en Energía y Sociedad - NUMIES

Centro que se propone identificar y analizar a través de estudios concretos los distintos aspectos sociales y culturales que afectan y definen la producción, distribución y consumo de energía en Chile, poniéndolos en interrelación constante con aspectos de índole tecnológica y económica.

### Centro de Innovación de la Pontificia Universidad Católica de Chile

El centro busca hacer una contribución significativa en nuestra sociedad, ayudando a articular una fructífera interacción entre educación superior, sector privado y sector público. Cuenta con un área de vinculación con el sector empresarial del sector energía.



# • PATROCINIOS OTORGADOS •

## A PROYECTOS DE I+D+i DEL SECTOR ENERGÍA

Como parte de las labores que realiza el ministerio está la de patrocinar, mandar, y/o mostrar interés en aquellos proyectos que se postulen a programas y concursos para fondos nacionales e internacionales que sean intensivos en conocimiento, que aporten a acortar las brechas del sector, y a cumplir los objetivos de la Política Energética 2050.

Para ello es que el Ministerio de Energía instauró un procedimiento de solicitud y evaluación de las propuestas, el que incluye un análisis multi-disciplinario interno, e incluso externo si corresponde, de modo de coordinarse con iniciativas del sector que hayan sido identificadas como complementarias.

Es así que para el año 2016 el Ministerio de Energía ha formalizado su apoyo a las siguientes iniciativas:

**Nombre del proyecto:** "Núcleo Milenio en investigación operativa para la integración de energía sustentable".

**Solicitante:** Pontificia Universidad Católica.

**Concurso:** Núcleo Milenio en Ciencias Naturales y Exactas de CONICYT.



**Nombre del proyecto:** "Centro Nacional de Energía de Chile".

**Solicitante:** Pontificia Universidad Católica.

**Concurso:** "Fortalecimiento y creación de capacidades tecnológicas para bienes públicos - etapa perfil", de CORFO.

**Nombre del proyecto:** "Alineamiento de Bienes Públicos producidos por la Comisión Chilena de Energía Nuclear, a través del desarrollo estratégico de sus capacidades tecnológicas".

**Solicitante:** Comisión Chilena de Energía Nuclear.

**Concurso:** "Fortalecimiento y creación de capacidades tecnológicas para bienes públicos - etapa perfil", de CORFO.

**Nombre del proyecto:** "Optimización de la vida útil de las envolventes térmicas de los edificios mediante el diseño pasivo acorde a la zona climática".

**Solicitante:** Universidad Austral de Chile.

**Concurso:** Programa de equipamiento científico y tecnológico - Fondecup, de CONICYT.

**Nombre del proyecto:** "Guía y Modelos de Negocios para el Desarrollo de Proyectos de Pequeña y Mediana Escala para Usos Productivos de la Energía en Caletas de Pescadores Artesanales".

**Solicitante:** Centro para la Sostenibilidad Empresarial (CBS) de la Universidad Adolfo Ibáñez.

**Concurso:** "Bienes Públicos Estratégicos para la Competitividad" de CORFO.

**Nombre del proyecto:** "Corredor solar de la Cuenca del Salado".

**Solicitante:** Fraunhofer Chile.

**Concurso:** "Bienes Públicos Estratégicos de Alto Impacto para la Competitividad" de CORFO.



**Nombre del proyecto:** "Laboratorio nacional de radiometría y fotometría"

**Solicitante:** Universidad de Santiago de Chile.

**Concurso:** "Bienes Públicos Estratégicos de Alto Impacto para la Competitividad" de CORFO.

**Nombre del proyecto:** "Etiquetado de eficiencia energética en ventanas".

**Solicitante:** Corporación de Desarrollo Tecnológico.

**Concurso:** "Bienes Públicos Estratégicos de Alto Impacto para la Competitividad" de CORFO.

**Nombre del proyecto:** "Herramientas normativas para el fortalecimiento de la eficiencia energética y calidad del ambiente interior en la edificación".

**Solicitante:** Instituto Nacional de Normalización.

**Concurso:** "Bienes Públicos Estratégicos de Alto Impacto para la Competitividad" de CORFO.

**Nombre del proyecto:** "Plataforma computacional (*online* and *offline*) para el análisis de tecnologías bajas en emisiones de carbono en redes de distribución de baja tensión".

**Solicitante:** Universidad de Chile.

**Concurso:** III Concurso IDEa en dos etapas de FONDEF.

**Nombre del proyecto:** "Plataforma de apoyo e intermediación del ecosistema de innovación en comunidades energéticas sostenibles".

**Solicitante:** Universidad Adolfo Ibáñez.

**Concurso:** III Concurso IDEa en dos etapas de FONDEF.

**Nombre del proyecto:** "Building performance Hub: Impulsando la colaboración en la industria de edificación, para la reducción del consumo de energía y emisiones de CO<sub>2</sub> en la operación de edificios".

**Solicitante:** Corporación de Desarrollo Tecnológico.

**Concurso:** Fondo de prosperidad Chile - 2016, Embajada Británica.



Nombre del proyecto: "Riesgos del cambio climático en el sistema eléctrico chileno".

Solicitante: Centro de Cambio Global UC.

Concurso: Fondo de prosperidad Chile - 2016, Embajada Británica.

Nombre del proyecto: "Identification of opportunities to improve the energy use & sustainability of desalination facilities in Chile."

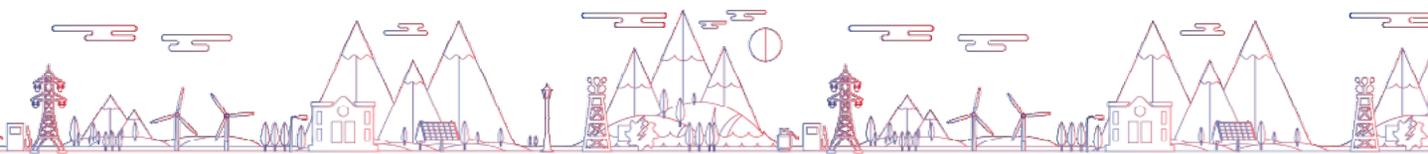
Solicitante: Inodú Chile Ltda.

Concurso: Fondo de prosperidad Chile - 2016, Embajada Británica.

Nombre del proyecto: "Regional Action Plan for the Development of Marine Energy's Local Value Chain".

Solicitante: Fundación Chile.

Concurso: Fondo de prosperidad Chile - 2016, Embajada Británica.











INFORME DE  
SEGUIMIENTO

2016

