



HOJA DE RUTA **2050**

HACIA UNA ENERGÍA SUSTENTABLE E INCLUSIVA PARA CHILE

Comité Consultivo de Energía 2050



COMITÉ CONSULTIVO DE ENERGÍA 2050



Máximo Pacheco
Presidente del comité



Pablo Badenier



Eduardo Bitrán



Ricardo Bosshard



Rodrigo Castillo



Carlos Cortés



Claudia Escalera



Carlos Finat



Ronald Fischer



Edward Fuentealba



Andrés Gómez-Lobo



Stefan Larenas



Amanda Maxwell



Victor Osorio



Rodrigo Palma



Óscar Parra



Alberto Pizarro



Francisca Rivero



Patricio Rodrigo



Hugh Rudnick



Paulina Saball



Laura San Martín



Claudio Seebach



Carlos Silva



Humberto Vidal



Joaquín Villarino



Aurora Williams



Annie Dufey
Secretaría Ejecutiva

HOJA DE RUTA 2050

HACIA UNA ENERGÍA SUSTENTABLE E INCLUSIVA PARA CHILE

Comité Consultivo de Energía 2050

Septiembre 2015
Santiago, Chile

Energía 2050 es una iniciativa del Ministerio de Energía, Gobierno de Chile



ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO	5
INTRODUCCIÓN	13
1. PROCESO DEL COMITÉ CONSULTIVO PARA LA ELABORACIÓN DE LA HOJA DE RUTA	17
1.1. Proceso de discusión del Comité Consultivo en el Marco de Energía 2050	19
1.2. Metodología de “Backcasting” para la Construcción de la Hoja de Ruta	23
2. VISIÓN GLOBAL, VISIONES SECTORIALES Y CRITERIOS TRANSVERSALES	27
2.1 Visión Global del Sector Energía al 2050	29
2.2 Visiones Sectoriales	30
2.2.1 Sector Generación, Almacenamiento, Transporte y Distribución de Electricidad	31
2.2.2 Sector Producción, Almacenamiento, Transporte y Distribución de Combustibles	33
2.2.3 Sector Comercial, Público y Residencial	34
2.2.4 Sector Transporte	35
2.2.5 Sector Industria y Minería	36
2.3 Criterios Transversales	37
2.3.1 Criterios de Sustentabilidad Ambiental y Servicios Ecosistémicos	37
2.3.2 Criterios de Ordenamiento Territorial, Planificación Urbana y Descentralización	38
2.3.3 Criterios de Pobreza, Participación, Asociatividad, Equidad y Pueblos Indígenas	40
2.3.4 Criterios de Innovación y Desarrollo Productivo	41
2.3.5 Criterios sobre Institucionalidad	42
3. BRECHAS Y EJES ESTRATÉGICOS	43
3.1 Principales Brechas	45
3.1.1 Sector Generación, Almacenamiento, Transporte y Distribución de Electricidad	45
3.1.2 Sector Producción, Almacenamiento, Transporte y Distribución de Combustibles	46
3.1.3 Sector Comercial, Público y Residencial	48
3.1.4 Sector Transporte	49
3.1.5 Sector Industria y Minería	50



3.2 Definición de Ejes Estratégicos para la Hoja de Ruta	51
3.2.1 Eje Energía Sustentable	51
3.2.2 Eje Relación con las Comunidades y Pobreza Energética	53
3.2.3 Eje Gestión del Territorio	53
3.2.4 Eje Uso Eficiente de la Energía y Cultura Energética	54
3.2.5 Eje Innovación y Desarrollo Productivo	54
4 LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS	55
4.1. Lineamientos Eje Energía Sustentable	57
4.2. Lineamientos Eje Relación con las Comunidades y Pobreza Energética	74
4.3. Lineamientos Eje Gestión del Territorio	87
4.4. Lineamientos Eje Uso Eficiente de la Energía y Cultura Energética	92
4.5. Lineamientos Eje Innovación y Desarrollo Productivo	109
4.6. Hoja de Ruta al 2050: Diagrama Resumen de Lineamientos Estratégicos, Metas y Plan de Acción	114
5. SEGUIMIENTO Y MONITOREO DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA	135
5.1 Proceso de Seguimiento, Monitoreo y Revisión de la Política Energética en el Largo Plazo	137
5.2 Generación de Información	139
ACRÓNIMOS	141
REFERENCIAS	145
ANEXOS	147
Anexo 1: Proceso de Discusión del Comité Consultivo y Metodología para la Construcción de la Hoja de Ruta	148
Anexo 2: Tendencias Internacionales en Política y Matriz Energética	167
Anexo 3: Indicadores Sectoriales y Transversales	176
Anexo 4: Escenarios Eléctricos al año 2050 para Chile	184
Anexo 5: Escenario de Combustibles al Año 2050 para Chile	197





RESUMEN EJECUTIVO





I. EL COMITÉ CONSULTIVO DE ENERGÍA 2050 Y SU PROCESO

Este documento refleja las conclusiones del Comité Consultivo de Energía 2050, un grupo de 27 personas de diversos ámbitos relacionados con el sector energía quienes trabajaron durante un año en el desarrollo de una Hoja de Ruta hacia un futuro energético sustentable e inclusivo para Chile. Las visiones, metas, lineamientos y transformaciones propuestas en esta Hoja de Ruta reflejan un consenso unánime de los integrantes del Comité, dando una señal de que el país es capaz de enfrentar un gran desafío y encontrar acuerdos transversales luego de un debate serio, respaldado con información de calidad y un análisis riguroso.

El trabajo del Comité Consultivo se enmarca dentro del Proceso de Planificación Participativa de la Política Energética de Largo Plazo –Energía 2050– una iniciativa inédita en Chile, liderada por el Ministerio de Energía. A través de diversas instancias de discusión y participación, Energía 2050 busca construir una visión compartida para el desarrollo futuro del sector energía con la validación social, política y técnica requerida para transformarse en la política energética que el país necesita. Representa un esfuerzo multisectorial e interdisciplinario, con una inclusión amplia de actores de distintos ámbitos de nuestra sociedad. Su elaboración es un compromiso de la Agenda de Energía lanzada por el Gobierno de la Presidenta Michelle Bachelet en mayo de 2014. En este contexto, el Comité Consultivo ha tenido la misión de construir una visión compartida para el sector energético al año 2050 y una Hoja de Ruta conducente a dicha visión, la cual será un insumo clave para la elaboración de la política energética que el Ministerio de Energía entregará a la Presidenta a fines de 2015.

El Comité es liderado por el Ministro de Energía, Máximo Pacheco, y está integrado por actores clave 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.

El trabajo del Comité estuvo coordinado y apoyado por un equipo técnico y académico de primer nivel, cuyo liderazgo lo asumió la Secretaría Ejecutiva de Energía 2050, permitiéndole contar con información confiable, un análisis riguroso de la situación actual, escenarios plausibles para el futuro del sector energético y estudios sobre las tendencias internacionales en la materia, entre otros.

El trabajo deliberativo del Comité se distingue por un sello innovador sobre cómo elaborar las políticas públicas, con una perspectiva holística, multisectorial, participativa y de largo plazo. El





futuro energético de Chile se aborda no solo desde una mirada técnica, sino buscando entender la multiplicidad de formas en que la energía se conecta e impacta las vidas de los chilenos/as y el desarrollo del país.

Dado que el sector energía es un sistema complejo, coexistiendo diversas perspectivas e intereses acerca de su futuro, la construcción de una Hoja de Ruta al año 2050 ha requerido de un debate profundo, la confrontación respetuosa de ideas y la búsqueda de acuerdos. *Hoja de Ruta 2050: Hacia una Energía Sustentable e Inclusiva* consolida las propuestas de consenso de este debate.

Al mismo tiempo, se reconoce que la labor del Comité no partió de cero. Tomó como insumos clave los resultados de experiencias previas, poniendo en evidencia que la construcción de visiones compartidas y políticas de Estado son procesos continuos. Se relevan como insumos fundamentales para la elaboración de la Hoja de Ruta los aportes de los más de 120 talleres a lo largo del país realizados en el marco de la Etapa 1 de Energía 2050 - Agenda de Energía – liderados por el Ministerio de Energía durante 2014, y los aportes de cerca de 50 expertos nacionales e internacionales, con diversas miradas, quienes expusieron en las sesiones plenarias del Comité, en los talleres temáticos y otras actividades convocadas por Energía 2050 en coordinación con otras instituciones e iniciativas para apoyar su trabajo, o bien, como integrantes de los grupos temáticos del Comité.

El Comité Consultivo comenzó construyendo una visión compartida a 35 años para el sector energía, la que se transformó en el marco de referencia para el resto de la elaboración de la Hoja de Ruta. Luego, se analizó con profundidad la situación actual y las brechas entre esta realidad y la visión deseada. A partir de ello se inició un debate profundo y se acordaron las grandes transformaciones que necesita el país para ir cerrando estas brechas, identificando metas de mediano y largo plazo para lograr estos cambios. Asimismo, se fue entendiendo progresivamente cómo esta visión de largo plazo se interconecta con la toma de decisiones de hoy, identificándose líneas de acción para impulsar al país en la dirección deseada.

El Comité Consultivo considera que la construcción de su Hoja de Ruta no solo ha sido un proceso de aprendizaje continuo para quienes han sido parte de él, sino un ejemplo de



elaboración de políticas públicas, por lo que recomienda realizar un análisis de sus fortalezas y aspectos a mejorar, y su aplicación en otros grandes desafíos que enfrenta el país.

II. HACIA DÓNDE VAMOS: PRINCIPALES MENSAJES

La *Hoja de Ruta 2050: Hacia una Energía Sustentable e Inclusiva* apunta a un futuro energético bajo en emisiones, a costos competitivos, inclusivo y resiliente. No jerarquiza un pilar de la sustentabilidad por sobre otro, sino intenta encontrar soluciones armónicas a los desafíos económicos, ambientales y sociales del sector.

Al menos un 70% de la matriz eléctrica al 2050 debe provenir de fuentes renovables, con énfasis en energía solar y eólica, complementadas con nuevos desarrollos hidroeléctricos con capacidad de regulación que permitan alcanzar esta meta. Con el respaldo de los resultados de los análisis técnicos realizados, se concluye que una matriz con alta penetración de estas fuentes es baja en emisiones y coherente con costos competitivos, rompiendo así con el paradigma de tener que optar o privilegiar entre algunos de estos objetivos. Todo esto es posible con la tecnología hoy disponible. Lo anterior no descarta la incorporación progresiva de otras fuentes de generación renovable emergentes en el país, tales como la geotermia, biomasa y energía oceánica. Asimismo, avances en el almacenamiento de energía y la gestión de la demanda permitirían una penetración aún mayor de generación renovable variable.

Consistentemente con lo anterior, se enfatiza la necesidad de avanzar en la adopción de nuevos estándares ambientales y mecanismos para internalizar los impactos negativos de la generación eléctrica. El Comité recomienda ampliar el uso de instrumentos como impuestos al carbono o *cap and trade* para encaminar las emisiones globales del sector hacia la visión deseada y de acuerdo a los compromisos internacionales del país. También propone avances en normas sobre emisiones locales y para la protección de los ecosistemas y la biodiversidad. Esto último será clave para abrir el camino a nuevos proyectos energéticos, por ejemplo, para un desarrollo hidroeléctrico social y ambientalmente compatible.

En cuanto a la utilización de combustibles, el Comité destaca la necesidad de avanzar en el uso de aquellos de bajas emisiones logrando una participación de al menos 65%





en la matriz de combustibles al año 2050. La leña seguirá siendo una fuente de energía importante, relevando la urgencia de avanzar hacia su regulación, el manejo sustentable del patrimonio forestal y la incorporación de artefactos menos contaminantes y dañinos para la salud de las personas. La Hoja de Ruta sugiere el desarrollo de pilotos de calefacción distrital, donde sean económicamente viables, y hace propuestas para lograr una explotación y uso sustentable del patrimonio forestal resguardando la salud de las personas.

En la visión del Comité, la energía es una condición esencial para el desarrollo, pero no solamente como un insumo o servicio para el resto de la economía, sino como un nuevo motor de desarrollo, generador de conocimientos y de bienes y servicios tecnológicos, mediante esfuerzos relevantes de innovación y de desarrollo productivo, aprovechando sus recursos energéticos y ventajas comparativas.

Es imperativo avanzar hacia un desarrollo energético cuya infraestructura sea compatible con los territorios en donde se inserta, minimizando los impactos sociales y ambientales. La Hoja de Ruta plantea estrategias concretas para abordar los desafíos de la gestión territorial, la relación con las comunidades y la pobreza energética.

Se ofrece una propuesta para integrar y dar coherencia a los intereses de los diferentes actores, sectores, instituciones y escalas territoriales (nacional, regional y local), llenando así el vacío de ordenamiento territorial que hoy afecta al sector. Enfatiza la importancia de espacios participativos incidentes para generar planes energéticos, además de atribuciones claras para velar por el bien común.

Se instala un nuevo enfoque para la relación entre comunidades y el desarrollo energético, transitando desde la lógica actual de compensaciones hacia una que intenta insertar las iniciativas energéticas en el concepto de desarrollo local que buscan y promueven las propias comunidades. Para lograrlo, se requiere avanzar hacia procesos participativos más robustos, dar mayor acceso a información en forma oportuna, y fortalecer a los actores locales. El Comité enfatiza en la necesidad de abordar en forma apropiada la mirada indígena en la política energética, con el directo involucramiento de los interesados y con los tiempos adecuados. El Ministerio



de Energía ya inició este proceso durante 2014 a través de la Mesa Indígena, el cual debe continuar, profundizarse e informar debidamente a la elaboración de la política energética.

En cuanto a la pobreza energética, es un concepto que por primera vez se aborda en Chile en forma integral, con una visión de acceso universal y equitativo a servicios energéticos para satisfacer las necesidades de la población. Se reconoce que superar la pobreza energética no es solo asegurar una mejor cobertura, sino también, fundamentalmente, velar por un costo razonable para las familias vulnerables para satisfacer sus necesidades energéticas básicas, asegurar continuidad en el suministro y garantizar estándares mínimos de confort térmico y lumínico en los hogares.

Progresos sustanciales en materia de eficiencia energética y gestión de la energía serán claves para el logro de las metas de mediano y largo plazo planteadas por el Comité. A nivel de la sociedad, se propone un nuevo rol para los consumidores, instalando un concepto de cultura energética que involucra un ciudadano-consumidor mucho más activo y responsable con el desarrollo energético, donde no solo consume, gestiona y se preocupa de los impactos de la energía, sino que también puede participar en su producción.

La Hoja de Ruta también realiza una fuerte apuesta para transformar las viviendas y edificios, mediante nuevos estándares de diseño, construcción y uso de edificaciones, de forma de lograr un mayor confort utilizando menos energía.

En el ámbito de transporte se busca revertir la tendencia hacia un mayor uso de autos particulares, creando condiciones para un transporte público de calidad, opciones no motorizadas y sistemas intermodales. Para gatillar una transición hacia combustibles limpios, se establece que al 2050 el 100% de los autos nuevos, 100% del transporte público en zonas con planes de descontaminación y 100% de los vehículos de carga, serán de bajas o cero emisiones. Adicionalmente propone acciones para generar traslados-viajes más eficientes mejorando la calidad de vida de las personas.

En cuanto a la industria y minería, se busca instalar una nueva cultura energética mediante herramientas de gestión, aprovechamiento de los recursos energéticos





locales y de los potenciales inherentes de los procesos productivos, y reportando y gestionando sus emisiones.

Transversalmente, se requiere seguir avanzando hacia un nuevo rol de Estado en el ámbito energético, como garante de procesos de planificación integrada, estratégica y de largo plazo, con un rol activo en la promoción de la internalización de externalidades, la gestión territorial, la educación y formación de capacidades y la instalación de procesos de participación formales en la sociedad, de manera de construir una relación virtuosa entre los distintos actores involucrados, incluyendo al sector privado.

Finalmente, considerando que esta Hoja de Ruta es un insumo fundamental para la elaboración de la Política Energética al 2050 del Ministerio de Energía, se explicita la necesidad de contar con una institucionalidad formal que establezca un compromiso de Estado para el seguimiento, monitoreo y revisión periódica de la política. Para ello, este Comité formula una propuesta de seguimiento anual y una revisión participativa de la política energética cada 5 años, respaldada por equipos humanos e insumos técnicos, independientes y de alta calidad.





INTRODUCCIÓN





Este documento presenta la *Hoja de Ruta 2050: Hacia una Energía Sustentable e Inclusiva*, elaborada por el Comité Consultivo de Energía 2050, en el marco del Proceso de Planificación Participativa de la Política Energética de Largo Plazo – Energía 2050 –, que es liderado por el Ministerio de Energía.

Energía 2050 busca construir una visión compartida para el desarrollo futuro del sector energía con la validación social, política y técnica requerida para transformarse en la política energética que Chile necesita. Representa un esfuerzo multisectorial e interdisciplinario, con una inclusión amplia de actores de diversos ámbitos de nuestra sociedad. Su desarrollo es parte del programa de gobierno de la Presidenta Michelle Bachelet, y un compromiso de la Agenda de Energía lanzada por el Gobierno en mayo de 2014.

Energía 2050 se inició en agosto 2014 y contempla diversas instancias de discusión y participación. A nivel estratégico, el proceso cuenta con un Comité Consultivo, cuya misión es construir una visión compartida para el sector energético al año 2050 y una Hoja de Ruta conducente a dicha visión. A nivel técnico, considera mesas de trabajo y talleres a lo largo de todo el país. A nivel ciudadano, siguiendo las recomendaciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), contempla una serie de mecanismos de participación ciudadana formal, entre los que destacan una plataforma web, experiencias pilotos basadas en la metodología de encuestas deliberativas, talleres regionales y la consulta pública de la política.

El Comité Consultivo de Energía 2050 es liderado por el Ministro de Energía y está compuesto por 27 actores clave del sector, a nivel nacional y regional, incluyendo representantes de ministerios e instituciones públicas, gremios, socienda civil y destacados académicos de prestigiosas universidades del país. Su trabajo ha sido apoyado por la Secretaría Ejecutiva de Energía 2050, que encabezó un equipo multidisciplinario de profesionales organizados en un equipo técnico, uno académico y uno de facilitación para la construcción de acuerdos.

La construcción de la *Hoja de Ruta 2050: Hacia una Energía Sustentable e Inclusiva*, se materializó a través de 30 sesiones plenarias, más de 150 reuniones de los Grupos de Expertos Temáticos, además de una serie de seminarios y talleres especializados. A través de estas instancias, el Comité Consultivo acordó, con una visión integral, una serie de propuestas para abordar el desarrollo energético futuro de Chile. Un hito crucial en este proceso fue la construcción de una visión compartida para el sector energía al año 2050, desarrollada al principio del proceso durante una jornada de trabajo de dos días de los miembros del Comité Consultivo.





Esta visión fue el marco de referencia para el resto del trabajo de elaboración de la Hoja de Ruta, cuyas propuestas están orientadas al logro de dicha visión.

Esta Hoja de Ruta, junto con los resultados de la experiencia piloto de encuestas deliberativas, los talleres regionales, la consulta pública del borrador de la política, los resultados de la Evaluación Ambiental Estratégica y otros posibles insumos, serán considerados como elementos fundamentales para la Política Energética al 2050 que será elaborada por el Ministerio de Energía y entregada a la Presidenta Michelle Bachelet en diciembre de 2015.

El presente documento se estructura de la siguiente forma:

El capítulo 1 describe el proceso de elaboración de la *Hoja de Ruta 2050: Hacia una Energía Sustentable e Inclusiva*, en particular el trabajo del Comité Consultivo y la metodología utilizada. En el capítulo 2 se presentan la visión compartida al año 2050, las visiones sectoriales que se desprenden de ella y los criterios transversales que actúan como condicionantes para el desarrollo energético futuro. El capítulo 3 resume las principales brechas que requieren ser abordadas para alcanzar la visión compartida al año 2050, y los ejes o pilares que estructuran la Hoja de Ruta. En el capítulo 4 se exponen los lineamientos estratégicos para cada uno de los ejes de la Hoja de Ruta, con sus correspondientes metas y plan de acción al año 2050. Finalmente, en el capítulo 5 se proponen los mecanismos institucionales de monitoreo y seguimiento para la Política Energética al 2050 de forma de asegurar que exista un compromiso de Estado.





1 | PROCESO DEL COMITÉ CONSULTIVO PARA LA ELABORACIÓN DE LA HOJA DE RUTA





Este capítulo resume el trabajo del Comité Consultivo para la construcción de la Hoja de Ruta al año 2050. En una primera sección se describe el trabajo del Comité desde el punto de vista de su proceso deliberativo en el marco de Energía 2050, mientras que la segunda sección sintetiza el enfoque metodológico utilizado.

1.1. PROCESO DE DISCUSIÓN DEL COMITÉ CONSULTIVO EN EL MARCO DE ENERGÍA 2050

El Comité Consultivo de Energía 2050 es liderado por el Ministro de Energía y está compuesto por 27 actores clave del sector, a nivel nacional y regional, incluyendo representantes de ministerios e instituciones públicas, gremios, sociedad civil y destacados académicos de prestigiosas universidades del país (ver Tabla 1). Su objetivo es construir una visión compartida para el futuro del sector energía y elaborar una Hoja de Ruta conducente a dicha visión, la cual será un insumo fundamental para la preparación de la Política Energética al 2050 que el Ministerio de Energía entregará a la Presidenta Bachelet a fines de 2015.

El proceso deliberativo del Comité Consultivo fue convocante y contó con la participación y apoyo de múltiples actores, tanto a nivel nacional como internacional, incluyendo al Banco Interamericano de Desarrollo, la Agencia Internacional de Energía, MAPS International, MAPS Chile¹, Escenarios Energéticos 2030, el Programa Nacional de Minería de Alta Ley y la colaboración de cerca de 50 expertos nacionales e internacionales. Asimismo, se contó con el apoyo y retroalimentación del equipo a cargo de la Evaluación Ambiental Estratégica de la Política Energética al 2050.

El alto grado de complejidad del proceso de construcción de esta Hoja de Ruta requirió de un importante esfuerzo de liderazgo y coordinación asumido a través de la Secretaría Ejecutiva de Energía 2050, que encabezó un equipo multidisciplinario de profesionales que en conjunto otorgaron el soporte metodológico, generaron el nuevo conocimiento, velaron por la integralidad técnica y facilitaron las discusiones del proceso (ver Tabla 2).

El enfoque y énfasis del trabajo del Comité Consultivo fue variando según la etapa del proceso de Energía 2050, el cual se muestra en la Figura I.

¹ En particular Energía 2050 agradece a MAPS Chile y MAPS Internacional por poner a disposición del Comité Consultivo la información generada por su iniciativa y la colaboración en la realización conjunta de actividades que nutrieron el trabajo del Comité.



TABLA I: MIEMBROS DEL COMITÉ CONSULTIVO ENERÍA 2050 (*)

MIEMBRO	INSTITUCIÓN
Máximo Pacheco	Ministro de Energía
Pablo Badenier	Ministro de Medio Ambiente
Eduardo Bitrán	Vicepresidente Ejecutivo de CORFO
Ricardo Bosshard	Director de WWF Chile
Rodrigo Castillo	Director Ejecutivo de la Asociación de Empresas Eléctricas A.G.
Carlos Cortés	Director Ejecutivo de la Asociación de Distribuidoras de Gas Natural A.G.
Claudia Escalera	Presidenta del Consejo de la Sociedad Civil Nacional del Ministerio de Energía
Carlos Finat	Director Ejecutivo de la Asociación Chilena de Energías Renovables
Ronald Fischer	Académico del Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile
Edward Fuentealba	Director del Centro de Desarrollo Energético Antofagasta, Universidad de Antofagasta
Andrés Gómez-Lobo	Ministro de Transporte y Telecomunicaciones
Stefan Larenas	Presidente de la Organización de Consumidores y Usuarios de Chile
Amanda Maxwell	Directora de Proyectos en Latinoamérica del Natural Resources Defense Council – NRDC
Victor Osorio	Ministro de Bienes Nacionales
Rodrigo Palma	Director y académico del Centro de Excelencia FONDAP en Energía Solar, Centro de Energía, DIE, FCFM, Universidad de Chile
Oscar Parra	Director y científico del Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia, Universidad de Concepción
Alberto Pizarro	Director Nacional de la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena – CONADI
Francisca Rivero	Responsable Estrategia Regional de Energía, Fundación Avina
Patricio Rodrigo	Director del Programa de Medio Ambiente y Energía de la Fundación Chile 21
Hugh Rudnick	Profesor Emérito de la Pontificia Universidad Católica de Chile
Paulina Saball	Ministra de Vivienda y Urbanismo
Laura San Martín	Secretaria de Condiciones de Trabajo, Seguridad Laboral, Higiene Industrial y Medio Ambiente de la CUT
Claudio Seebach	Vicepresidente Ejecutivo de la Asociación de Generadoras de Chile A.G.
Carlos Silva	Profesor de la Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Adolfo Ibáñez
Humberto Vidal	Director y académico del Centro de Estudios de los Recursos Energéticos, Universidad de Magallanes
Joaquín Villarino	Presidente Ejecutivo del Consejo Minero
Aurora Williams	Ministra de Minería

(*)También contribuyeron a las discusiones de las sesiones del Comité Consultivo: Marcelo Mena, Subsecretario Ministerio de Medio Ambiente; Juan Pablo Yumha, Secretario Ejecutivo de Construcción Sustentable, Ministerio de Vivienda y Urbanismo; Marcela Angulo, Gerente de Capacidades Tecnológicas CORFO; Darío Morales, Director Centros Tecnológicos CORFO; Claudia Bruna, Jefa Oficina de Evaluación Ambiental, Ministerio de Medio Ambiente; Javier Bustos, Jefe de División de Prospectiva y Política Energética, Ministerio de Energía; Virginia Carter, Jefa (S) Oficina de Evaluación Ambiental, Ministerio de Medio Ambiente; Patricio Flores, Jefe División Jurídica Ministerio de Bienes Nacionales; Juan Huenulao, Jefe de Oficina de Santiago CONADI; Roberto Santana, Jefe División de Normas y Operaciones Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones; Grecia Pérez de Arce, Coordinadora Área Estudios Ministerio de Minería; Pablo Salgado, Coordinador Ambiental División de Normas y Operaciones Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones; Carolina Herrera, Latin America Advocate NRDC; Rodrigo Solís, Director de Estudios y Contenido Asociación de Generadoras de Chile A.G.; José Tomás Morel, Gerente de Estudios Consejo Minero; Juan Francisco Richards, Asociación de Distribuidoras de Gas Natural.



TABLA 2: EQUIPO DE ENERGÍA 2050²

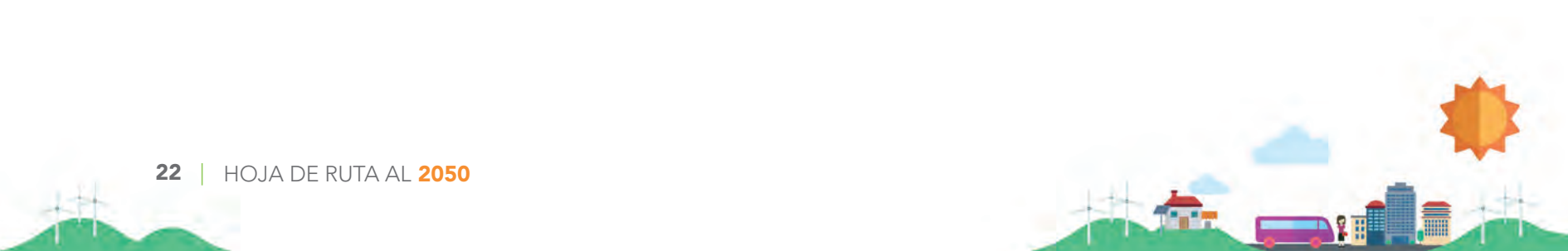
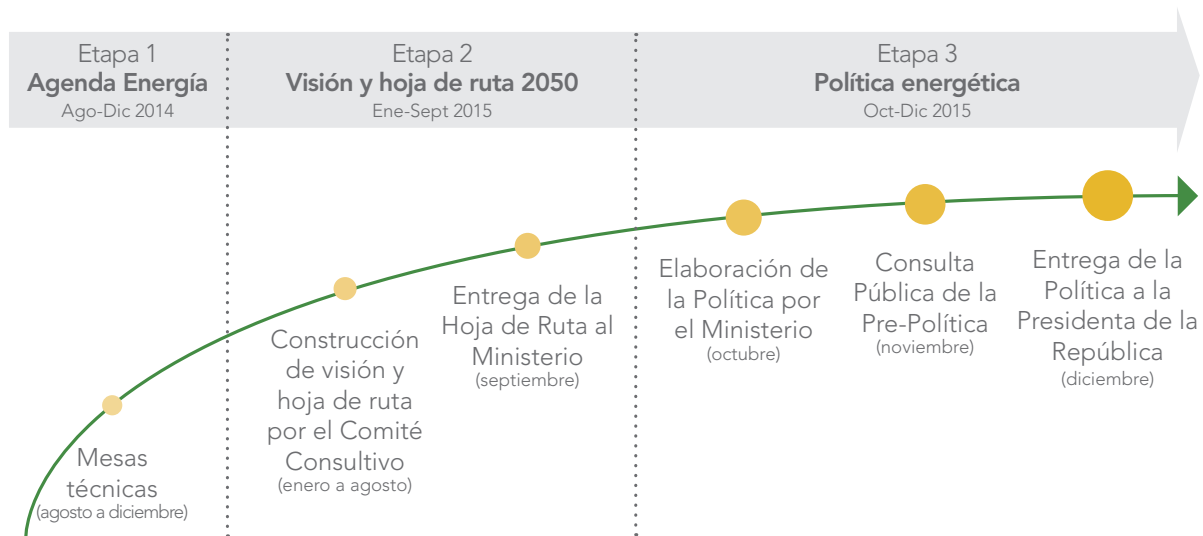
SECRETARÍA EJECUTIVA Ministerio de Energía		
Annie Dufey Pamela Mellado		
EQUIPO TÉCNICO Poch Ambiental	EQUIPO ACADÉMICO Centro de Energía - Universidad de Chile	EQUIPO FACILITADOR Consensus Building Institute
Luis Costa Rodrigo Morera	ETAPA 1 Luis Morán José Luis Lima	David Plumb Macarena Álvarez
	ETAPA 2 Rodrigo Moreno Manuel Díaz	

En la Etapa 1 *-Agenda de Energía-*, cuyo objetivo era abordar los desafíos de corto plazo, se organizaron Mesas Técnicas lideradas por las Divisiones del Ministerio de Energía. Durante esta etapa, el Ministro de Energía, Máximo Pacheco, convocó al Comité Consultivo, el cual sesionó dos veces para acordar sus reglas de gobernanza y toma de decisiones, y la metodología para la construcción de la Hoja de Ruta al 2050 en la etapa siguiente, respectivamente.

En la Etapa 2 *-Visión y Hoja de Ruta al 2050-* orientada a crear un espacio transversal de generación de acuerdos y construir una visión compartida de largo plazo para el sector, el Comité Consultivo toma un rol preponderante de intenso trabajo. Esto incluyó 30 sesiones plenarios del Comité; más de 150 reuniones de Grupos Expertos Temáticos

²También fueron parte: de la Secretaría Ejecutiva, Soledad Palma; del Equipo Técnico, José Luis Opazo, Carolina Scarinci, Sebastián Barrios, Rodrigo Calderón, Isidora Thomas, Yahaira Fiallos, José Flores y Francisco Nomez; del Equipo Académico, Alejandro Jofré, Kirsten Sehnbruch, Hugh Rudnick, Rodrigo Palma, Carlos Silva, Pedro Maldonado, Carlos Benavides, Jannik Haas, Juan Pablo San Martín, Paulina Calfucoy, Leonardo Basso, Sebastián Cepeda, Paz Araya, Marcelo Matus, Roxana Bórquez, Jacques Clerc, Sebastián Püschel, Eduardo Pereira, Carlos Toro Patrick Quintanilla, Bruno Campos y Ricardo Saavedra; y del Equipo Facilitador, Elizabeth Fiermann.

FIGURA I: PROCESO DE FORMULACIÓN DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA DE LARGO PLAZO ENERGÍA 2050



de donde emanaban propuestas para ser debatidas en los plenarios; discusión de los resultados de las Mesas Técnicas de la Etapa 1 de Energía 2050; y la realización de diversos seminarios y talleres especializados.

A lo largo de este proceso, el Comité fue deliberando y generando acuerdos en torno a una visión de futuro energético y propuestas para la hoja de ruta conducente a dicha visión. Un hito crucial al inicio de esta etapa fue una jornada de trabajo de dos días del Comité Consultivo, donde construyeron un primer borrador de la visión de largo plazo, que se transformó en el marco referencial para el resto de su trabajo. El detalle de estas acciones y actores participantes en el proceso del Comité Consultivo, se encuentra en el Anexo 1.

La tercera etapa de Energía 2050 corresponderá a la elaboración de la Política Energética al 2050, su consulta pública y la entrega final a la Presidenta de la República a fines de 2015. Durante el año 2016 se hará el proceso de difusión de la Política.

1.2. METODOLOGÍA DE BACKCASTING PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA HOJA DE RUTA

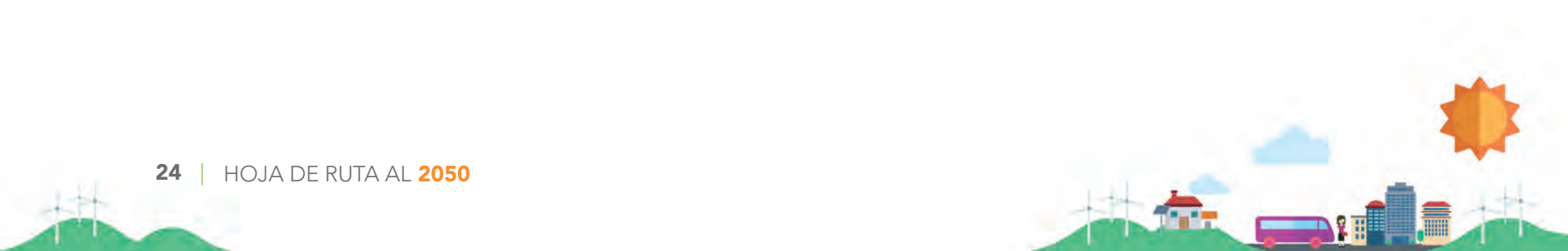
El enfoque adoptado para la elaboración de la Hoja de Ruta de Energía 2050 del Comité Consultivo involucra fases sucesivas que permiten construir una visión futura del sistema energético chileno lo suficientemente alejada de las condiciones actuales, habilitando la posibilidad de transformaciones estructurales que no se encuentren sujetas a las dinámicas estabilizadoras que tiene hoy el sistema socio-técnico del sector energía.

La metodología se basa en un proceso de construcción retrospectivo, o de backcasting, que aplica técnicas y herramientas en forma progresiva para la construcción de la visión de futuro, para luego volver al presente para definir la trayectoria que conduce a dicho futuro. Para detalles de la metodología backcasting y del estado del arte a nivel internacional en materia de políticas y matrices energéticas remitirse a los Anexos 1 y 2, respectivamente.

Resumidamente, estas fases de la metodología, esquematizadas en la Figura II, avanzan a través de las siguientes preguntas:



FIGURA II: FASES DE LA METODOLOGÍA DE “BACKCASTING” PARA LA ELABORACIÓN DE LA HOJA DE RUTA 2050



- **¿A dónde queremos llegar?** Se define la visión de desarrollo del sector energético que la sociedad desea alcanzar en el largo plazo. Esto comprende una visión global y, a partir de ella, la definición de visiones para los distintos sectores que interactúan en el sistema energético, tanto desde la oferta como desde la demanda. A su vez, se identifican criterios transversales (ambientales y sociales, entre otros) que actúan como condiciones de borde para alcanzar las visiones de largo plazo.
- **¿Dónde estamos?** Se identifica la situación actual (línea base) del sector energético global y los sectores que interactúan en él, y los posibles escenarios a futuro si no existe un cambio en las tendencias actuales.
- **¿Qué brechas existen?** En base a la visión global de largo plazo y visiones sectoriales, criterios transversales y definición de la situación inicial, en esta fase se identifican las principales brechas para alcanzar la situación deseada a largo plazo.
- **¿De qué manera llegamos allá?** Las brechas permiten definir los temas críticos que deben ser abordados en la Hoja de Ruta. Estos temas conforman los ejes estratégicos a partir de los cuales se establecen lineamientos de política pública, metas y medidas concretas que constituyen el plan de acción para avanzar hacia el cierre de las brechas identificadas.
- **¿Quiénes son los actores claves?** Definidos los lineamientos, metas y plan de acción, se identifican los actores y agentes claves que deben estar involucrados en su implementación.

Producto de estas fases sucesivas, se elabora la Hoja de Ruta, que se expresa como un esquema temporal donde se visualizan las acciones a seguir y los actores involucrados, para abordar los lineamientos estratégicos y lograr metas de largo plazo.





2 | VISIÓN GLOBAL, VISIONES SECTORIALES Y CRITERIOS TRANSVERSALES





Este capítulo presenta la visión compartida del Comité Consultivo para el desarrollo energético del país al año 2050, la cual constituye el marco referencial para todo el proceso de elaboración de la *Hoja de Ruta 2050: Hacia una Energía Sustentable e Inclusiva*.

Tomando como referencia esta visión global, se desarrollaron visiones específicas para los principales sectores que interactúan en el sistema energético, tanto desde la demanda como desde la oferta, las que son expuestas en la segunda sección.

Posteriormente, se presentan los criterios transversales, definidos como aquellas condicionantes esenciales para el desarrollo energético de largo plazo.

En el marco de este trabajo, también se seleccionaron y desarrollaron posibles indicadores para los diferentes sectores y criterios transversales. Estos indicadores, detallados en el Anexo 3, representan además un esfuerzo por definir instrumentos de seguimiento y monitoreo para las principales variables sectoriales y transversales.

2.1 VISIÓN GLOBAL DEL SECTOR ENERGÍA AL 2050

La visión global para el sector energía al año 2050 se construyó buscando el bien común y el logro de los pilares ambiental, social y económico del desarrollo sustentable, sin jerarquías, con una mirada a futuro del país. Esta considera seis atributos esenciales:

- **Compatible con el medio ambiente y comunidades.** El sistema energético es compatible con ecosistemas sanos y comunidades saludables. La infraestructura energética genera bajos impactos socioambientales, es respetuosa de las visiones regionales y es coherente con un ordenamiento territorial determinado participativamente. El sistema energético se destaca por ser bajo en emisiones de carbono y es un instrumento para impulsar y cumplir los acuerdos internacionales para un futuro climático seguro.
- **Acceso universal y equitativo.** En Chile hay acceso universal y equitativo a servicios energéticos para satisfacer las necesidades de la población. Los consumidores y las comunidades tienen un nuevo rol, no solo en el uso, sino también en la producción energética.





- **Condición esencial para el desarrollo.** Los logros en torno a los precios competitivos son una condición esencial para el desarrollo sustentable del país, constituyendo una fuente de competitividad para los sectores productivos.
- **Oportunidad para la innovación.** La industria energética chilena es un referente de desarrollo de nuevas tecnologías, innovación y capital humano, aprovechando las ventajas competitivas que posee el país, entre otros, sus recursos solares, eólicos, hídricos, de biomasa/biogás, geotérmicos y de los mares.
- **Producción y consumo eficiente.** La sociedad chilena, la industria y los servicios, tanto públicos como privados, son referentes por sus hábitos responsables y cultura energética. La eficiencia y la gestión energética son herramientas para la producción y uso sustentable de la energía, impulsadas a través de mejores prácticas y adopción de nuevas tecnologías.
- **Seguridad energética.** El país cuenta con un sistema energético robusto que gestiona los riesgos, permitiéndole enfrentar los efectos de catástrofes naturales, eventos climáticos y conflictos geopolíticos, entre otros desafíos. El país aprovecha el uso de sus recursos propios y oportunidades de intercambio energético regional y global, minimizando la vulnerabilidad del sistema energético.

2.2 VISIONES SECTORIALES

La Visión Global al 2050 es el marco de referencia fundamental para el desarrollo de las visiones sectoriales, donde interactúan las dinámicas de producción y uso de la energía en Chile. Los cinco sectores considerados se identificaron por su rol prioritario y estructurante del sistema de oferta y demanda de energía en el país, tanto hoy como en la proyección futura del sistema. Estos sectores corresponden a:

1. Generación, Almacenamiento, Transporte y Distribución de Electricidad.
2. Producción, Almacenamiento, Transporte y Distribución de Combustibles.
3. Comercial, Público y Residencial.
4. Transporte.
5. Industria y Minería.



A continuación, se describen las cinco visiones sectoriales, especificando cómo se vinculan con los atributos de la visión global.

2.2.1 SECTOR GENERACIÓN, ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ELECTRICIDAD

Visión general: energía sustentable

Se busca abordar de forma integral los atributos de la visión global al año 2050, con especial foco en los tres pilares del desarrollo sustentable, sin jerarquías. Esto es, con particular atención a la protección y cuidado del medio ambiente, el desarrollo económico y la competitividad, el desarrollo social, y también potenciar un sistema energéticamente eficiente y resiliente.

- **Precios competitivos.** Los precios son una condición esencial para el desarrollo sustentable del país, constituyendo una fuente de competitividad para los sectores productivos.
- **Acceso.** El país posee un 100% de cobertura de suministro eléctrico continuo y sometido a estándares de seguridad y calidad costo-efectivos, pudiendo utilizar tecnologías como generación distribuida y micro-redes.
- **Sustentabilidad.** Los sistemas eléctricos cumplen conjuntamente criterios de eficiencia económica, sociales y ambientales.
- **Estándares ambientales.** Sobre la base de un conocimiento acabado del territorio, se aplican estándares ambientales que representan liderazgo en la región y son consistentes con los observados en países desarrollados.
- **Equidad.** Las familias tienen un consumo mínimo garantizado que no representa más de un porcentaje determinado de sus ingresos.
- **Valor compartido.** Los proyectos se asocian con las comunidades a través de mecanismos de participación ciudadana, compartiendo el valor de los mismos.





- **Renovable.** Las energías renovables juegan un rol preponderante en la matriz energética del país, con niveles de penetración de al menos un 70%.
- **Transmisión.** Los sistemas de transmisión permiten, sin restricciones, el desarrollo de la matriz y la localización de los consumos.
- **Infraestructura crítica.** El sistema energético dispone de una infraestructura crítica capaz de afrontar situaciones de fuerza mayor, tales como desastres naturales y conflictos geopolíticos.
- **Interconexiones internacionales.** La interconexión internacional es una realidad, permitiendo una mayor diversificación de fuentes de energía y un intercambio económico de recursos sin comprometer la seguridad del sistema nacional, y evitando el dumping ambiental.
- **Adaptación.** El sector energético es capaz de adaptarse oportunamente a los cambios de las nuevas tendencias y desafíos del sector en un mundo con incertidumbres.
- **Roles privados y del Estado.** La inversión privada conserva su papel protagónico en el desarrollo del sector, con un rol activo del Estado en decisiones estratégicas tales como legislación, definición de impuestos o incentivos, estándares, remoción de barreras y planificación de la transmisión.
- **Innovación e información.** El Estado promueve la innovación y remoción de barreras al desarrollo industrial de manera estratégica en nichos del sector donde el país demuestra ventajas comparativas. Asimismo, asume la responsabilidad de generar el conocimiento y la información de base (ambiental, económica, social) necesaria para facilitar el desarrollo del sector energético.
- **Cultura energética.** Desde el punto de vista energético, las empresas de generación y transmisión operan de manera eficiente y transparente. La sociedad, debidamente informada, tiene conciencia de la importancia de la producción, transporte y el uso eficiente de la energía.



2.2.2 SECTOR PRODUCCIÓN, ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES

Visión general: seguridad energética para los combustibles

El país cuenta con un elevado nivel de seguridad de aprovisionamiento, almacenamiento, transporte y distribución de combustibles, que da garantías de suministro, manejo seguro del combustible y resiliencia climática, apoyado por nueva infraestructura de terminales marítimos, almacenamiento, ductos, transporte marítimo y ferroviario, una mayor integración regional y una mayor diversificación de los puntos de acceso a combustibles importados.

- **Combustibles limpios.** Se avanza en el cambio progresivo hacia combustibles nuevos y/o de bajas emisiones -tales como el gas natural, los biocombustibles e hidrógeno, entre otros- de origen diverso, minimizando el impacto a nivel de contaminantes locales y globales, asegurando una amplia cobertura a estos combustibles limpios y a precios competitivos.
- **Desarrollo nacional de nuevas fuentes de combustibles y leña sustentable.** El país ha fomentado el desarrollo local de nuevas fuentes de combustibles y su oferta se adapta a una demanda que está definida, en parte, por nuevas tecnologías de uso final de la energía, con énfasis en los sectores industrial, comercial, público y residencial, y transporte. Se alcanza una producción y uso sustentable de la leña y sus derivados, reemplazando su forma de uso tradicional, garantizando el manejo sustentable del patrimonio forestal y desarrollando otras fuentes de biocombustibles sólidos, líquidos y gaseosos.
- **Roles público y privado.** Para fomentar esta transición, el Estado ha adquirido capacidades para cumplir un rol más activo en la supervigilancia, regulación, fiscalización y localización de proyectos a través de mecanismos de participación del sector combustibles, con instrumentos de mercado, normativos y de ordenamiento territorial, siendo además un facilitador y promotor de inversiones, de innovación y desarrollo tecnológico.





2.2.3 SECTOR COMERCIAL, PÚBLICO Y RESIDENCIAL

Visión General: sector comercial, público y residencial eficiente, seguro y moderno

Chile ha cambiado progresivamente su enfoque de diseño, construcción y uso de edificaciones comerciales, públicas y residenciales, lo cual ha contribuido en gran medida a reducir y satisfacer las necesidades energéticas de los habitantes del país, con niveles de confort y seguridad energética adecuados a sus diferentes realidades geográficas y culturales.

- **Diseño sustentable.** Condicionado por una mejor regulación y planificación energética a nivel urbano y rural, se ha logrado implementar un enfoque de diseño sustentable que integra los sistemas externos (geografía, fuentes energéticas, diseño urbano) con los sistemas internos de la edificación (calefacción, refrigeración, electricidad, iluminación, acústica y ventilación). Las emisiones que se pudiesen producir por el uso de combustibles, se generan al exterior de las edificaciones y sujeto a la capacidad de carga del entorno. Gracias a esto, junto al uso de eficientes mecanismos tarifarios, servicios y la inclusión de nuevas tecnologías y materialidades con foco en diseño y tecnologías pasivas, se minimizan en todo su ciclo de vida los requerimientos energéticos y las externalidades del sector, conllevando a una mayor equidad.
- **Sistemas de control, gestión inteligente y generación propia.** Entre los nuevos sistemas implementados en edificaciones y construcciones, tanto nuevas como existentes, destacan los sistemas de control y gestión inteligente, además de mecanismos de gestión de la demanda y generación propia; estos últimos, con un elevado grado de penetración, tendiendo hacia edificaciones con balance energético neto cero.
- **Estándares de sustentabilidad y confort.** Un porcentaje importante del parque de edificaciones existente ha sido reacondicionado para mejorar su estándar energético y de confort, incentivado por diversos mecanismos privados y públicos de financiamiento. Por otro lado, todas las edificaciones nuevas respetan exigentes estándares de sustentabilidad y confort, según zona climática. Las edificaciones públicas lideran la implementación de estos diseños y tecnologías, impulsando la industria local. Además, la cultura ciudadana permite un buen uso e implementación de las construcciones sustentables.



- **Rol en la economía y ejemplo para países en desarrollo.** Las construcciones sustentables son cada vez más relevantes en la economía nacional, y Chile se ha transformado en un ejemplo para países en proceso de desarrollo, al marcar tendencias con nuevos modelos de edificaciones sustentables, que integran el diseño urbano, niveles de confort y gestión energética, además de adecuarse a las necesidades de dichos países.

2.2.4 SECTOR TRANSPORTE

Visión general: transporte seguro, eficiente e integrador

El sector transporte en Chile es reconocido por su eficiencia, seguridad y calidad del servicio, consumo eficiente de energía y bajo impacto sobre el medio ambiente. Los objetivos anteriores son compatibles con un sector que contribuye a la integración territorial del país, al desarrollo económico, y a la calidad de vida y productividad de las personas.

- **Eficiencia energética a nivel sistémico.** El transporte –aéreo, marítimo y terrestre– es eficiente energéticamente a nivel sistémico. La tecnología alcanza los niveles de eficiencia energética de los países que están a la vanguardia en la materia.
- **Intermodalidad.** El transporte se caracteriza por su intermodalidad, donde diversas alternativas de transporte, tanto de carga como de personas, se coordinan para mejorar su eficiencia energética. El país prioriza la inversión en la infraestructura necesaria para proveer los servicios de transporte más eficientes, teniendo en cuenta las características del territorio. Dentro de la planificación urbana se considera como elemento central el transporte público y se promueve el uso de modos no motorizados.
- **Sustentabilidad ambiental.** El sector se distingue por la constante disminución de emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes locales.
- **Rol del Estado.** El Estado juega un rol preponderante como ente rector, definiendo estándares, planificando, fomentando la innovación y el cuidado del medio ambiente en el sector. Igualmente, el Estado promueve opciones de transporte que responden de manera sustentable a las necesidades de movilidad del país.





2.2.5 SECTOR INDUSTRIA Y MINERÍA

Visión general: sector industria y minería armoniza uso energético y entorno

El sector industrial ha evolucionado de forma armónica en el abastecimiento, uso y gestión de la energía, logrando dar respuesta a sus requerimientos energéticos y adecuándose a demandas sociales y ambientales cada vez más exigentes.

- **Eficiencia energética.** Se han logrado los mejores estándares internacionales en materia de gestión energética a lo largo de todo el proceso productivo de las diferentes industrias. Esto ha dado origen a una fuerte apuesta por la innovación en los procesos industriales, incorporando nuevas tecnologías, estructuras de mercado y modelos de gestión productiva para los diferentes eslabones de sus cadenas de valor. Todo lo anterior se ha traducido en un proceso virtuoso de eficiencia energética, también adoptado por un gran número de empresas proveedoras del sector.
- **Conciencia energética y aprovechamiento de oportunidades.** El sector es consciente de los impactos ambientales y sociales de la energía que emplea en sus procesos productivos, y minimiza estos impactos en las decisiones que le corresponde, en el marco de una normativa e institucionalidad de alto nivel alcanzada en el país. Asimismo, se han identificado y aprovechado las oportunidades que permiten utilizar las energías residuales de los propios procesos industriales.
- **Inversión en I+D+i.** En estrecha coordinación con el Estado, se ha alcanzado un fuerte aumento del gasto público y privado en I+D+i aplicado, con foco en la gestión y uso eficiente de la energía en los procesos productivos. Asociado a lo anterior, se ha logrado incrementar la innovación y formación de capital humano, dando origen a un know-how competitivo a nivel internacional.
- **Costos de la energía.** Los esfuerzos en eficiencia y en el desarrollo de sistemas energéticos innovadores y modernos, junto con precios competitivos de la energía, han contribuido a optimizar los costos de producción en la industria nacional.



2.3 CRITERIOS TRANSVERSALES

La construcción de visiones sectoriales compartidas, junto con la identificación de la situación actual, son fundamentales para poder avanzar hacia la visión global de largo plazo para el sector energía. Al mismo tiempo, existe una serie de elementos que interactúan en forma transversal con estos sectores, imponiéndoles condiciones esenciales o de borde para la transición hacia la visión deseada de largo plazo.

De esta manera, se establecieron criterios transversales que fijarán estas condicionantes para la construcción de la Hoja de Ruta, los cuales fueron agrupados en las siguientes temáticas:

- Sustentabilidad ambiental y servicios ecosistémicos
- Gestión territorial, planificación urbana y descentralización
- Pobreza, participación, asociatividad, equidad y pueblos indígenas
- Innovación y desarrollo productivo
- Institucionalidad

A continuación, se describen los criterios transversales para estas cinco temáticas y su relación con el desarrollo energético.

2.3.1 CRITERIOS DE SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

La sustentabilidad ambiental es cada vez más relevante para el desarrollo energético, afectando íntimamente su evolución y desempeño. Aspectos como el cumplimiento de estándares ambientales para emisiones locales y límites a las emisiones de GEI, y el respeto al patrimonio natural han adquirido importancia y definen al sector energía.

La sustentabilidad ambiental del sector es uno de los atributos fundamentales de la visión global al año 2050, destacándose por ser compatible con el medio ambiente y, en particular, con ecosistemas sanos y comunidades saludables, con infraestructura





energética que genera bajos impactos socioambientales, y con bajas emisiones de carbono, en concordancia con el impulso y cumplimiento de los acuerdos internacionales para un futuro climático seguro.

Los siguientes criterios de sustentabilidad ambiental y servicios ecosistémicos se consideran como los más relevantes:

- **Calidad ambiental:** el desarrollo energético considera sus implicancias sobre la contaminación local (aire, suelo, agua, ruido, olores, etc.).
- **Cambio climático:** el desarrollo energético toma en cuenta las tendencias en la emisión de GEI, cumplimiento de acuerdos internacionales suscritos, promoción de la captación de carbono en sistemas naturales, desarrollo bajo en carbono y adaptación al cambio climático.
- **Patrimonio natural:** el desarrollo energético considera sus implicancias en ecosistemas terrestres, marinos y de aguas continentales.
- **Patrimonio cultural:** el desarrollo energético pone en valor el patrimonio cultural.
- **Imagen país:** el desarrollo energético contribuye a la imagen de Chile a nivel internacional en relación al sector energía, en un marco de sustentabilidad.

2.3.2 CRITERIOS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, PLANIFICACIÓN URBANA Y DESCENTRALIZACIÓN

El ordenamiento territorial y la planificación urbana se han transformado crecientemente en factores determinantes para el desarrollo energético, afectando su desempeño e integración con el entorno físico y social.

El ordenamiento territorial del desarrollo energético se relaciona íntimamente también con la sustentabilidad ambiental del sector, conformando uno de los atributos fundamentales de la visión global al año 2050. En particular, en la visión a futuro el sector destaca por la



existencia de un desarrollo territorial compatible con el medio ambiente y las comunidades, e infraestructura energética que genera bajos impactos socioambientales. Además, esta visión reconoce la importancia del respeto a visiones regionales y su coherencia con una gestión participativa del territorio.

Los siguientes criterios de gestión del territorio y planificación urbana se consideran como los más relevantes en el horizonte de la visión global hacia el 2050:

- **Equilibrio en el reconocimiento de los intereses nacionales y regionales para el desarrollo energético:** la gestión del territorio será capaz de articular las necesidades del sistema energético, en su totalidad, con las vocaciones y necesidades, tanto del sector energético como de otros sectores, a nivel regional y local.
- **Respeto del bien común:** la gestión del territorio debe velar por el respeto del bien común del país en las decisiones que se tomen en los distintos niveles territoriales, en particular en relación con los requerimientos para la red de transmisión eléctrica y necesidades de generación de energía.
- **Sustentabilidad:** la gestión del territorio será capaz de contribuir a la sustentabilidad económica, social y ambiental del país.
- **Integralidad:** la gestión del territorio será capaz de integrar en su diseño y planificación los requerimientos energéticos necesarios para el desarrollo tanto a nivel rural como urbano y los lineamientos planteados en la política energética del país.
- **Participación:** la gestión del territorio ha ido garantizando progresivamente la existencia de procesos formales de participación ciudadana (temprana, informada, simétrica e incidente), en políticas, planes y proyectos energéticos, a nivel nacional, regional y local.
- **Equidad a nivel territorial:** la gestión del territorio será capaz de facilitar que el desarrollo energético favorezca el desarrollo local definido por las comunidades (indígenas y no indígenas), generando mecanismos institucionales que faciliten una distribución equitativa de los costos y beneficios asociados al desarrollo energético a lo largo del país.





2.3.3 CRITERIOS DE POBREZA, PARTICIPACIÓN, ASOCIATIVIDAD, EQUIDAD Y PUEBLOS INDÍGENAS

Así como el desarrollo energético afecta directa e indirectamente la vida de las personas, los estadios de desarrollo de las sociedades también afectan la forma en que evoluciona el sector energético. Los temas de pobreza, participación, asociatividad, fortalecimiento de capacidades y equidad determinan imperativos y las posibles trayectorias de desarrollo del sistema energético. Los pueblos indígenas, en particular, deben tener un espacio de participación en la gobernabilidad de los proyectos energéticos y de los elementos de la política que afectan sus condiciones de desarrollo.

Estos temas están íntimamente relacionados con la visión global para el sector energía al año 2050, donde se destaca la compatibilidad entre el desarrollo energético y las comunidades, el acceso universal y equitativo a servicios energéticos para satisfacer las necesidades de la población y la cultura energética.

Los siguientes criterios se consideran como los más relevantes:

- **Acceso universal y equitativo a energía de calidad:** el desarrollo del sector busca el acceso universal de la población a energía, con un estándar garantizado que satisfaga las necesidades energéticas básicas, con énfasis en los grupos vulnerables y que reduzca la pobreza energética.
- **Inclusión energética y desarrollo local:** el desarrollo energético propende a una relación armónica con el desarrollo local.
- **Mecanismos de participación en la elaboración de políticas, planes y proyectos energéticos:** todo el proceso de toma de decisiones sobre el sistema energético cuenta con mecanismos de participación ciudadana y de la sociedad civil.
- **Infraestructura energética y calidad de vida:** la infraestructura energética se desarrolla sobre la base de una relación armónica y virtuosa con la calidad de vida de las comunidades asociadas a dicha infraestructura.



- **Cultura y educación energética:** el desarrollo energético va acompañado de la promoción de una cultura ciudadana activa y responsable en el consumo de energía.
- **Energía y comunidades indígenas:** el desarrollo energético considera una relación armónica con las comunidades de pueblos originarios.

2.3.4 CRITERIOS DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO PRODUCTIVO

El desarrollo energético del siglo XXI no se concibe desvinculado del desarrollo productivo y la innovación. Sin energía no hay desarrollo, y el tipo de energía, su forma de producción y uso determinan en gran medida las posibles trayectorias futuras del país. Al mismo tiempo, el desarrollo productivo en las próximas tres décadas dependerá de la habilidad de la sociedad para incorporar la innovación en el engranaje de la estructura industrial de Chile.

La visión global para el sector energía al año 2050 destaca la oportunidad que existe para la innovación y desarrollo productivo. En particular, una industria energética chilena que se ha transformado en un referente para el desarrollo de nuevas tecnologías y capital humano, ventajas competitivas, los recursos energéticos del país, y las oportunidades para una producción y consumo energéticamente eficientes.

A continuación se presentan los criterios considerados como más relevantes:

- **Innovación y desarrollo productivo orientado al uso de recursos propios:** la innovación y el desarrollo productivo nacional potencia el uso de los recursos del país.
- **Innovación y desarrollo productivo sustentables:** la innovación y el desarrollo productivo se focalizan en la integración inteligente de soluciones, en particular, con un foco en economía circular y sustentabilidad.
- **Innovación social:** la innovación se integra a la cultura con un sello de “innovación social”, valorado por la sociedad.





- **Innovación y desarrollo productivo con fuerte participación del sector privado:** la innovación y el desarrollo productivo tienen una fuerte participación del sector privado y con un sello en emprendimientos.
- **Innovación y desarrollo productivo con asociaciones estratégicas:** se promueven las asociaciones estratégicas y selectivas en el ámbito internacional.

2.3.5 CRITERIOS SOBRE INSTITUCIONALIDAD

Una condición necesaria para lograr una política energética de Estado es contar con una adecuada validación política, técnica y social. Junto con ello, es imprescindible contemplar mecanismos institucionales acordados y validados que permitan darle seguimiento, monitoreo y evaluación a la implementación de la política en el tiempo.

Durante la implementación de la política pueden producirse cambios tecnológicos o shocks externos que modifiquen el escenario proyectado. Por lo tanto, se requiere que estos mecanismos institucionales permitan la revisión de la política a la luz de las evaluaciones y las nuevas condiciones, para corregir el rumbo en caso de que sea necesario.

De esta forma, la institucionalidad asociada al seguimiento y monitoreo de la política energética de largo plazo considera los siguientes criterios:

- **Compromiso de largo plazo y actualización:** una política energética de largo plazo con compromiso del Estado y actualización periódica.
- **Seguimiento y monitoreo:** existencia de mecanismos de monitoreo, seguimiento y evaluación permanente, independientes y con rigurosidad técnica.





3 | BRECHAS Y EJES ESTRATÉGICOS





El análisis conjunto de las visiones sectoriales y criterios transversales presentados en el capítulo anterior, permite identificar las brechas claves que se necesita abordar para alcanzar la visión compartida al año 2050. Estas brechas, al ser agrupadas de forma consistente en torno a grandes temáticas relevantes, dan lugar a los ejes estratégicos o pilares que estructuran la Hoja de Ruta al año 2050.

A continuación se sintetizan las principales brechas identificadas para cada uno de los sectores de oferta y demanda energética, y en la siguiente sección se presentan los ejes que emergen a partir de dicho análisis.

3.1 PRINCIPALES BRECHAS

3.1.1 SECTOR GENERACIÓN, ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ELECTRICIDAD

De una serie de brechas identificadas para este sector, destacan las siguientes:

- Los altos costos de la electricidad en Chile, producto de diversos factores, afectan la capacidad de desarrollo del país. Por una parte, los costos de la energía eléctrica tienen una alta participación en los costos totales de la industria, afectando su competitividad, sobre todo de la industria minera. Por otra parte, los altos costos de la electricidad afectan a usuarios residenciales y comunidades del país, impactando regresivamente a los segmentos de la población de más bajos ingresos.
- A pesar de la alta diversidad de fuentes energéticas renovables en los distintos territorios y zonas del país y de instrumentos normativos que las fomentan, lo que denota un alto potencial para el desarrollo de estas fuentes a nivel descentralizado, la participación de las energías renovables no convencionales (ERNC) es aún baja comparada con el potencial existente. Si bien se proyecta una penetración cada vez mayor de proyectos de ERNC de gran tamaño, falta por avanzar hacia una matriz eléctrica con mayoría renovable. A escala descentralizada, el grado de avance de la generación distribuida (particularmente con ERNC) y redes o microrredes inteligentes es marginal.
- En términos de emisiones de contaminantes locales y globales, los impactos ambientales de la generación termoeléctrica son importantes, y no han sido lo suficientemente internalizados. Asimismo, el desarrollo energético genera competencias y controversias sobre el uso de los recursos naturales, como el agua y los bosques, y no ha logrado compatibilizar la localización de infraestructura eléctrica con otras necesidades y usos del territorio.





- Existe una alta conflictividad en el desarrollo de infraestructura eléctrica en el país, la que es generada en gran medida por la falta de un ordenamiento territorial que permita integrar los intereses de los diferentes actores y las distintas escalas de decisión sobre el desarrollo energético, y por la falta de mecanismos que aseguren la creación de valor compartido entre los dueños de proyectos eléctricos y las comunidades que habitan sus zonas de influencia.
- El rol del Estado en la planificación estratégica de largo plazo del sector se ha remitido a planes indicativos de construcción de centrales de generación y planificación de la red de transmisión, vislumbrándose avances en este último aspecto en los últimos años, en particular en relación a la participación del Estado en las licitaciones de distribución y una planificación de largo plazo de la transmisión eléctrica. Se identifican vacíos en la creación de mecanismos formales que garanticen la participación efectiva del Estado en la planificación estratégica de largo plazo de la generación y de la transmisión eléctrica, así como una mayor planificación en relación a la interconexión del sistema eléctrico chileno con el resto de la región.
- Existe un nivel muy bajo de inversión en investigación, desarrollo, innovación y emprendimiento en energía eléctrica, con un desbalance hacia la inversión pública versus la privada. Existen limitadas capacidades tecnológicas, tanto en infraestructura como en los profesionales y técnicos que trabajan en el sector eléctrico. No hay un fomento a la innovación en procesos y modelos de negocios, nuevos mercados de productos y servicios, ni en la asociatividad tecnológica entre empresas chilenas y extranjeras.

3.1.2 SECTOR PRODUCCIÓN, ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES

En el sector de los combustibles, las brechas de mayor relevancia identificadas son:

- La infraestructura y los mecanismos de aprovisionamiento y distribución de los combustibles a nivel nacional y regional son deficitarios. Actualmente, la mayoría del aprovisionamiento de importaciones de combustibles se realiza por vía marítima y su distribución al interior del país se realiza vía terrestre en camiones. La mayor diversificación



de mecanismos de distribución debiese considerar oleoductos y gasoductos, transporte ferroviario, terrestre y cabotaje marítimo, asegurando el desarrollo de corredores que se benefician con mayor seguridad de acceso a la distribución de combustibles.

- No existen estándares que otorguen mayor seguridad en el abastecimiento de combustibles en el país, aumentando los días de stock de combustibles que son requeridos por la normativa nacional.
- Existe una baja participación de combustibles de bajas emisiones en la matriz del país. Los combustibles fósiles actualmente utilizados son los de más alto factor de emisión, sin que se haya avanzado en la definición de criterios transversales ni mecanismos de planificación integrada entre abastecimiento y uso de combustibles, de modo que se promueva el abandono gradual de fuentes y tecnologías de combustión altamente contaminantes.
- Existe una baja participación de combustibles de producción nacional y el país tiene una alta dependencia de combustibles importados. La leña, el único insumo energético de origen nacional y de alto uso doméstico, carece de un marco regulatorio que asegure la sustentabilidad de la producción, suministro y uso en el país, y la creación de un mercado formal y moderno que permita integrar su utilización con estándares de calidad u otros combustibles provenientes de la biomasa en una matriz energética segura, renovable, limpia y sustentable.
- Los precios de los combustibles experimentan una alta variación interregional, generando condiciones de desigualdad en el acceso a fuentes seguras y sustentables de los mismos. Las variaciones temporales de sus costos se relacionan con condiciones exógenas producto de la dependencia de importaciones y precios internacionales.
- Al igual que en el sector eléctrico, existe un nivel muy bajo de inversión en innovación en combustibles en términos de recursos destinados a I+D+i y del desarrollo de capacidades tecnológicas en los profesionales y técnicos que trabajan en esta área. No existe fomento a la innovación en desarrollo de nuevos combustibles de baja emisión ni en la creación de mercados y modelos de negocios y/o servicios.





3.1.3 SECTOR COMERCIAL, PÚBLICO Y RESIDENCIAL

En el sector comercial, público y residencial existen brechas de carácter estratégico y con implicancias sistémicas, siendo las principales las que se mencionan a continuación:

- El nivel de confort energético, principalmente respecto a la calidad térmica que se experimenta en las edificaciones, es bajo o inexistente. Adicionalmente –y debido a lo anterior–, el consumo energético en las edificaciones en el país es ineficiente. Por ello, aumentar los niveles de confort sin realizar mejoras significativas en el diseño y calidad de las edificaciones conllevaría a un aumento del consumo energético y generación de emisiones en el futuro.
- La planificación urbana y rural, así como la regulación de las edificaciones, no incorporan los elementos externos –asociados a la localización geográfica– y los requerimientos energéticos internos de las construcciones, necesarios para adoptar enfoques de diseño sustentable, donde las tecnologías pasivas permitan una mejor utilización y aprovechamiento de la energía. Asimismo, no existe una cultura ciudadana responsable en el uso de la energía y que demande edificaciones sustentables.
- La gestión y monitoreo inteligente de los usos de la energía en las edificaciones, tanto de manera individual como colectiva, es prácticamente inexistente en el país. Esto genera una falta de información y experiencia para el despliegue de mecanismos de autoabastecimiento energético en base a fuentes sustentables, que disminuyan las emisiones contaminantes y permitan avanzar hacia un balance neto cero de requerimientos energéticos en las edificaciones.
- El Estado no ha tenido un rol lo suficientemente activo en la creación de mecanismos, incentivos y estándares que fomenten el surgimiento de oportunidades económicas para el país relacionadas con la construcción sustentable, con nuevos modelos de negocios, tecnologías y desarrollo de productos y servicios de alto potencial de crecimiento, tanto para el mercado nacional como para la exportación.



3.1.4 SECTOR TRANSPORTE

Las principales brechas vinculadas a la visión de largo plazo del sector transporte incluyen:

- Si bien la intensidad energética del sector transporte proyectada al mediano plazo (2030) en distintos escenarios (como en aquellos de línea base y optimista de MAPS⁴) disminuye de su nivel actual, no alcanza los niveles que hoy presentan los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos - OCDE (por ejemplo, España). Al mismo tiempo, las emisiones de GEI y de contaminantes locales asociadas al transporte se proyectan al alza en todos los escenarios, sin alcanzar un punto de inflexión en su tendencia de crecimiento. Estas tendencias se explican mayoritariamente por la alta participación del transporte de carga e interurbano de pasajeros en modos camineros (camiones y buses), los cuales poseen una alta intensidad energética.
- El transporte de pasajeros al interior de las ciudades tiene una elevada participación del automóvil particular, con una proyección tendiente al alza. Para el transporte público metropolitano se proyecta una disminución de su participación. Esto viene relacionado con una escasa conciencia ciudadana en relación al uso de modos de transporte más sustentable y el uso racional del automóvil.
- Existe una baja percepción de la calidad del transporte público. Esta es evaluada solamente en Santiago, mientras que en otras ciudades y regiones se mide la percepción sobre la infraestructura de transporte, pero no la calidad del mismo.
- Existe una deficiencia de infraestructura de transporte que permita cambios a modos más eficientes, tales como el ferroviario y marítimo en la conectividad interurbana, y modos no motorizados, como la bicicleta en ciudades.
- Existe una falta de coordinación intersectorial por parte de actores públicos y privados en la planificación estratégica del sistema de transporte que define las trayectorias de

⁴ MAPS Chile, Resultados de Fase 2, preparado por equipo de Investigación y Proceso de MAPS Chile, octubre de 2014. Disponible en: <http://mapschile.cl/documentos-de-interes/>.



desarrollo de las ciudades. Más allá de la implementación de impuestos a la emisión de CO₂ en vehículos, existe una carencia respecto de la implementación de estándares ambientales y de eficiencia de vehículos medianos y pesados.

3.1.5 SECTOR INDUSTRIA Y MINERÍA

En el sector de industria y minería, se requiere avanzar en la reducción de las siguientes brechas identificadas:

- De acuerdo con las proyecciones de MAPS al año 2030, se espera un aumento del consumo final de energía en la industria y la minería, que va de la mano de un aumento de la intensidad energética de la producción industrial, principalmente minera. Producto de lo anterior, las proyecciones de emisión de GEI de estos sectores crecerían de manera importante al 2030, especialmente en la minería del cobre. De modo generalizado, hay una escasa medición, seguimiento y gestión de la huella de carbono de la industria y la minería, lo que impide la integración de acciones y estrategias climáticas en las estrategias corporativas.
- Si bien existe un potencial de reducción del consumo energético en la industria y la minería, a través de la implementación de sistemas de gestión de la energía, con medidas costo-efectivas, persisten barreras que limitan la implementación de acciones de eficiencia y gestión energética y el uso de recursos energéticos locales. Se identifica una falta de mecanismos de financiamiento y de modelos de negocios que permitan una mayor implementación de estas medidas, además de una serie de restricciones, técnicas, operativas y de la infraestructura energética actual. Asimismo, existe rigidez en la estructura de los mercados energéticos, lo cual reduce el poder negociador de grandes clientes libres sobre opciones de suministro energético sustentable.
- Falta información y estudios formales respecto a los potenciales individuales de aprovechamiento energético de las empresas del sector de industria y minería. La experiencia existente se refiere a iniciativas aisladas y estudios de escritorio. Asimismo, hace falta una mayor cultura energética al interior de las empresas de estos rubros para aprovechar las oportunidades que presenta la gestión de la energía en los procesos productivos.



- El nivel de inversión en I+D+i, al igual que en otros sectores, es bajo en comparación al promedio de otros países, particularmente los de la OCDE. Sin embargo, no existe información específica de la inversión en innovación en energía en la industria y minería (por ejemplo, en gestión y uso eficiente de la energía en los procesos productivos de la industria o en formación de profesionales y técnicos especialistas en la gestión de recursos estratégicos), ya que normalmente los datos sobre inversión en I+D+i son agregados.

3.2 DEFINICIÓN DE EJES ESTRATÉGICOS PARA LA HOJA DE RUTA

A partir de la construcción de una visión global compartida y las consecuentes visiones sectoriales, criterios transversales y brechas existentes para alcanzar dichas visiones, se identifican más de 60 temáticas relevantes. En un esfuerzo sintético, estas han sido agrupadas en 5 ejes estratégicos, sobre los cuales se estructura la Hoja de Ruta al 2050. Adicionalmente, se señalan los elementos cruciales de la institucionalidad necesaria para poder dar seguimiento y monitoreo a la Hoja de Ruta 2050. La lógica conducente a la identificación de los ejes estratégicos se muestra en la Figura III.

En forma consistente con las brechas, se formularon grandes preguntas y temas clave a ser abordados en cada uno de los ejes estratégicos, los que se introducen en el resto de esta sección y se desarrollan en detalle en el capítulo siguiente.

3.2.1 EJE ENERGÍA SUSTENTABLE

- ¿Qué se entiende por energía sustentable al año 2050? ¿Qué implica ello considerando posturas diferenciadas entre los conceptos de sustentabilidad, energía limpia y energías renovables, no solo en el ámbito eléctrico, sino también vinculado a los combustibles y la leña?
- ¿Qué significa energía sustentable en términos de cada una de las fuentes y/o tecnologías de la matriz energética a futuro?
- ¿Cómo se debe transitar desde la configuración actual de la matriz energética hacia la visión deseada en el largo plazo? ¿Cuáles son las principales implicancias ambientales, sociales y económicas de esta transición?



FIGURA III: DEFINICIÓN DE EJES ESTRATÉGICOS DE LA HOJA DE RUTA 2050



3.2.2 EJE RELACIÓN CON LAS COMUNIDADES Y POBREZA ENERGÉTICA

- ¿Cómo se vincula el desarrollo local con el desarrollo energético? ¿Existen herramientas que aseguren/promuevan este círculo virtuoso?
- ¿Qué desafíos representa para las comunidades el participar como actor relevante en la definición del desarrollo energético de largo plazo? ¿Qué alcances debe tener la participación de las comunidades en los niveles nacional, regional, local?
- ¿Existe un rol para el Estado en la nueva relación entre el desarrollo energético y las comunidades?
- ¿Cuáles son los elementos que determinan la pobreza energética? ¿Cómo aborda el desarrollo energético la desigualdad y vulnerabilidad social?

3.2.3 EJE GESTIÓN DEL TERRITORIO

- ¿Cómo se pueden compatibilizar los distintos usos del territorio y sus vocaciones con la localización de infraestructura necesaria para el desarrollo energético del país?
- ¿Qué se necesita para avanzar en la integración y coherencia en la toma de decisiones sobre desarrollo energético a nivel territorial, tomando en consideración los intereses de las diferentes escalas territoriales y sectores involucrados? ¿Cómo se legitima y valida esta toma de decisiones?
- ¿Cómo podemos mejorar el diseño urbano para tener ciudades más eficientes energéticamente y menos contaminantes?





3.2.4 EJE USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA Y CULTURA ENERGÉTICA

- ¿Cómo se reflejan las aspiraciones de uso eficiente de la energía al año 2050 en los sectores de la demanda, para lograr un desacople entre la intensidad energética y el crecimiento económico, así como una disminución de las externalidades ambientales?
- ¿Qué hace falta para avanzar hacia una cultura energética sustentable, en todos los niveles de la sociedad, en relación al consumo y la producción de energía?
- ¿Cómo se logra alcanzar un mercado competitivo de servicios energéticos que impulse el uso y producción eficiente de la energía?

3.2.5 INNOVACIÓN Y DESARROLLO PRODUCTIVO

- ¿Cómo se logra que la energía se transforme en un catalizador de la inversión pública y privada en investigación, desarrollo, innovación y emprendimiento, tanto para las empresas del sector como para los usuarios finales?
- ¿Cómo se genera un aumento en la demanda por innovación y emprendimiento tecnológico, que contribuya al desarrollo productivo y a la competitividad del país? ¿Cómo se avanza en mejorar el equilibrio entre los niveles de inversión pública y privada en investigación, desarrollo e innovación?
- ¿Cuáles son los focos de desarrollo de oportunidades que deben fomentarse, considerando las ventajas comparativas que tiene Chile? ¿Cuáles son los criterios de selección para definir estos focos de desarrollo energético de largo plazo?





4 | LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS





En este capítulo se proponen los principales lineamientos estratégicos para abordar las grandes brechas asociadas a cada Eje que integra la Hoja de Ruta. En un primer nivel, se proponen metas de largo y mediano plazo (años 2050 y 2035). En un segundo nivel, se identifica un plan de acción consistente con el logro de dichas metas.

4.1 LINEAMIENTOS EJE ENERGÍA SUSTENTABLE

En esta sección se detallan los lineamientos estratégicos, metas y plan de acción para transitar desde la matriz energética actual hacia una consistente con una visión de energía sustentable, donde las propuestas del ámbito social de la sustentabilidad se muestran en el Eje de Comunidades y Pobreza Energética. Se proponen seis lineamientos para el sector eléctrico, que surgen mayoritariamente a partir del análisis de los escenarios de proyección de demanda y matriz energética al año 2050, que se describen en el Box I. Por otra parte, se proponen tres lineamientos estratégicos para el sector de combustibles, entre los cuales se abordan la leña y sus derivados.

I. ENERGÍA ELÉCTRICA

Lineamiento 1: Promover precios competitivos como una condición esencial para el desarrollo sustentable del país, siendo una fuente de competitividad para los sectores productivos.

Aunque los costos actuales de la energía eléctrica se encuentran en un rango medio de los costos de países miembros de la OCDE, en el contexto de América Latina Chile presenta uno de los más altos precios de la energía eléctrica, lo que afecta a la población y disminuye la competitividad de la industria, tanto dentro como fuera del país.

Por lo tanto, comenzando con esfuerzos inmediatos, pero abordando estos desafíos con un enfoque estratégico de largo plazo, el país requiere generar los cambios regulatorios, de estructura y operación de mercados y de entornos sociales que propicien la expansión y desarrollo de tecnologías de generación más competitivas.



Metas

2050

- Chile logra ser competitivo en precios de suministro eléctrico.

Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Eliminar las barreras a la competencia en generación, incluyendo una adecuación a la regulación de la transmisión.	2016-2025	Ministerio de Energía Comisión Nacional de Energía Operador del Sistema (CDEC)
Monitorear el funcionamiento del mercado y defensa de la competencia.	2018-2025	Ministerio de Energía Comisión Nacional de Energía Operador del Sistema (CDEC) Fiscalía Nacional Económica Tribunal de Defensa de la Libre Competencia
Mejorar el proceso de licitaciones de distribuidoras.	2015-2018	Comisión Nacional de Energía Empresas distribuidoras
Transparentar la información del mercado de contratos y evaluar la creación de mecanismos de licitaciones para agrupaciones de clientes no sujetos a regulaciones de precios.	2017-2025	Comisión Nacional de Energía Operador del Sistema (CDEC) Consumidores libres
Levantar las barreras de entrada a las tecnologías renovables competitivas.	2016-2020	Ministerio de Energía Comisión Nacional de Energía Operador del Sistema (CDEC) Universidades
Establecer intercambios eficientes con países vecinos, asegurando que se evite el "dumping" ambiental.	2020-2035	Operador del Sistema (CDEC) Sector privado con apoyo del Estado (Ministerio de Energía, Ministerio de Relaciones Exteriores)



Lineamiento 2: Promover una política ambiciosa de eficiencia energética que reduzca en forma costo-efectiva el crecimiento de la demanda, reduciendo impactos socioambientales.

Cada MWh que se deja de consumir es uno menos que se debe generar y transportar. Los modelos estudiados muestran que el consumo de energía eléctrica en Chile al 2050 al menos se duplicaría, incluso bajo escenarios que consideran esfuerzos agresivos de eficiencia energética (sin estos esfuerzos el aumento sería de 2,5 a 3 veces). Duplicar el consumo de energía eléctrica implica aproximadamente 70 TWh adicionales al año 2050 o incluso más si el país es exitoso en electrificar el transporte y otros usos de combustibles fósiles.

La información analizada por el Comité Consultivo de Energía 2050 indica que mayores niveles de eficiencia energética inducen a una mejora en todos los indicadores abordados, traduciéndose en una menor demanda, que a su vez se refleja en una menor necesidad de construcción de capacidad de generación y transmisión, resultando en menores impactos sociales y ambientales. Escenarios bajo importantes esfuerzos de eficiencia energética muestran que se evitaría construir entre 5 GW y 11 GW de nueva capacidad de generación al año 2050.

Pese a estas bondades, la eficiencia energética no se da en forma automática, por lo que es necesario abordarla con una política integral desde el Estado, abarcando a todos los segmentos de la sociedad. El Eje Uso Eficiente de la Energía y Cultura Energética propone lineamientos para abordar este gran desafío.

Metas y Plan de Acción

Las metas y el plan de acción de este lineamiento se desarrollan en el Eje Uso Eficiente de la Energía y Cultura Energética.





Lineamiento 3: Promover la internalización de las externalidades socioambientales de la generación eléctrica mediante mecanismos de precios u otro enfoque donde esto no resulte adecuado.

Al año 2010, el sector energía (incluyendo el subsector transporte) contribuyó con el 75% de las emisiones GEI del país, y el sector de generación eléctrica con un tercio de este total⁵. Estudios indican que los esfuerzos del país en materia de mitigación no serán suficientes para encaminar la trayectoria de GEI hacia la visión de largo plazo deseada, la que plantea que al año 2050 el sector de energía eléctrica será coherente con los límites de emisiones de GEI requeridos por la ciencia a escala planetaria⁶. Esto se reflejará en su correspondiente compromiso nacional de reducción de emisiones⁷, y dará lugar a la implementación de medidas de mitigación costo-efectivas⁸. El uso de impuesto al carbono, *cap and trade*⁹ o una combinación de ambos, resultan adecuados para encaminar las emisiones de GEI del sector hacia la visión deseada. En caso de un impuesto como instrumento principal para las emisiones globales, debería incrementarse gradualmente desde su nivel actual de US\$5/MWh para contribuir de forma más efectiva a la reducción de emisiones. En el caso del *cap and trade*, el monto transado sería definido en base a los compromisos nacionales requeridos para cumplir con la visión de largo plazo. Se reconoce que los esfuerzos del sector de generación eléctrica se deben acompañar por esfuerzos en los otros sectores emisores, identificando en cada uno los mejores instrumentos para ello. Al mismo tiempo, se deberá avanzar en la implementación de medidas de adaptación costo-efectivas.

Para algunos miembros del Comité Consultivo, es fundamental explicitar que el nivel de este impuesto se defina en forma coherente con los desafíos de productividad, el grado de desarrollo y competitividad del país.

⁵ Fuente: primer reporte bienal de actualización de emisiones de gases de efecto invernadero: incluye generación eléctrica, transporte, minería y CPR. http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/12/2014_RE_IBA_Chile_Espanol.pdf

⁶ Estudios del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC).

⁷ Este compromiso será elaborado a partir de esquemas validados en negociaciones internacionales y evaluando los diversos esfuerzos económicos que representan para el país.

⁸ Una medida es costo-efectiva cuando representa la alternativa de menor costo para alcanzar el objetivo deseado, una vez que han sido considerados en su evaluación económica todos los costos asociados, incluyendo la valorización directa o indirecta de las externalidades contenidas en el marco normativo.

⁹ Cap and trade se refiere a mecanismos de mercado de límite y transacción de emisiones.



En el caso de los impactos locales, internalizar externalidades implicará profundizar el uso de normas y estándares de emisión (al aire, agua y suelo) y de residuos, llegando a niveles coherentes con aquellos de los países de la OCDE. Lo anterior también implicará revisar dichas normas y estándares para mantenerse al día con las mejores prácticas internacionales. Al año 2050, el tratamiento de los impactos de la termoelectricidad dará lugar a soluciones integrales que se hagan cargo de los impactos en los distintos componentes ambientales, en función de su localización. En el corto plazo, se requerirá revisar la actual norma de emisión para termoelectricidad y lograr una norma de enfriamiento. Ya en el mediano plazo, se les exigirá a todas las unidades térmicas que cumplan con los nuevos estándares de emisiones. El sector energético participará activamente en los planes para abordar sus pasivos ambientales.

Existen brechas para compatibilizar el desarrollo energético con la conservación de ecosistemas y biodiversidad según la visión de largo plazo, considerando que hoy el 80% del territorio no está bajo áreas protegidas del Estado. Tomando en cuenta que la biodiversidad garantiza la mantención de los servicios ecosistémicos, es relevante avanzar hacia una internalización de este tipo de externalidades desde las fases iniciales de la planificación energética, mediante un esquema de Pérdida de Biodiversidad Neta Cero, bajo el cual se busca primero evitar impactos, luego mitigar aquellos inevitables y finalmente compensar. En el corto plazo, se requiere definir el concepto de Pérdida de Biodiversidad Neta Cero aplicado al desarrollo energético, mejorar la base de información disponible para su correcta adopción e implementar la “Guía para la Compensación de Biodiversidad en el SEIA” del Ministerio de Medio Ambiente.



Metas

2050:

- Las emisiones de GEI del sector eléctrico son coherentes con los límites definidos por la ciencia a nivel global y con la correspondiente meta nacional de reducción, promoviendo medidas de mitigación costo-efectivas.
- Las normas y estándares de emisión de contaminantes locales son más exigentes, en coherencia con los países de la OCDE.

2035:

- 100% de los proyectos que entran en operación se implementan con Pérdida de Biodiversidad Neta Cero.

Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Analizar cambios al impuesto al carbono, y la opción de <i>cap and trade</i> .	2015-2020	Ministerio de Energía Ministerio de Hacienda Ministerio de Medio Ambiente Industria Universidades
Profundizar la normativa sobre emisiones locales, sistemas de enfriamiento (succión y descarga) y contaminación de suelos.	2020	Ministerio de Medio Ambiente Ministerio de Energía
Desarrollar el concepto de Pérdida de Biodiversidad Neta Cero aplicado al desarrollo energético.	2016-2017	Ministerio de Medio Ambiente Ministerio de Energía Universidades
Generar bases de información robustas sobre biodiversidad, en particular en cuencas con potencial hidroeléctrico.	2015-2025	Ministerio de Medio Ambiente Ministerio de Energía
Implementar la Guía para la Compensación de Biodiversidad del SEIA.	2015-2018	Ministerio de Medio Ambiente Ministerio de Energía
Implementar gradualmente el enfoque de Pérdida de Biodiversidad Neta Cero a través de pilotos.	2018-2035	Ministerio de Medio Ambiente Ministerio de Energía Empresas de energía y otros desarrolladores de proyectos



Lineamiento 4: Promover una alta penetración de Energías Renovables en la matriz eléctrica con un mínimo de 70% al 2050.

Los modelos de optimización del sistema eléctrico que se revisaron muestran, bajo prácticamente todos los escenarios analizados, una gran penetración de energías renovables, lográndose una matriz de generación con al menos un 70% de energías renovables al 2050. Solo en el escenario que combina altos costos de inversión para energías renovables no convencionales y bajos precios de los combustibles, una meta de un mínimo de 70% de ellas en la matriz de generación implicaría un mayor esfuerzo para su cumplimiento. Así, a partir de la información disponible hoy, a nivel de las diversas tecnologías y fuentes, surgen algunas “apuestas responsables” para lograr una matriz eléctrica sustentable.

Al año 2050 se apunta hacia una alta penetración de energía solar y eólica (más de 20 GW, respectivamente), que los modelos demuestran como fuentes costo-efectivas y con tecnología probada. La geotermia, de lograr superar sus barreras para convertirse en una fuente masiva para Chile, podría aportar con varios GW al sistema, aunque con un potencial menor que otras fuentes como la solar y la eólica. El país deberá asignar recursos para mejorar la competitividad de estas fuentes, en términos de I+D+i, remover barreras de mercado y mejorar esquemas regulatorios para promover esta transición. En el Eje de Innovación y Desarrollo Productivo se hacen propuesta para el desafío de I+D+i.

La hidroelectricidad surge como una fuente relevante en todos los escenarios analizados. Contar con una mayor presencia de fuentes de generación con capacidad de regulación será fundamental para habilitar una mayor penetración de fuentes intermitentes, agregando flexibilidad al sistema, minimizando emisiones y costos económicos. Actualmente en Chile la principal fuente de generación con estos atributos es la hidroelectricidad. Los modelos muestran un rango de penetración posible entre 6-8 GW de capacidad hidroeléctrica adicional, lo cual no será posible de desarrollar sin una mejora creciente en los estándares de sustentabilidad. De acuerdo a un estudio del Ministerio de Energía¹⁰, el potencial bruto hidroeléctrico es de unos 16 GW, distribuidos en 10 GW en las cuencas con mayor cercanía al sistema interconectado nacional hoy (hasta la cuenca del río Puelo) más casi

¹⁰ GIZ/Ministerio de Energía. Energías renovables en Chile: el potencial eólico, solar e hidroeléctrico de Arica a Chiloé, 2014.





6 GW de las zonas más alejadas, como son las cuencas de Yelcho y la Región de Aysén. El desarrollo de este potencial solamente será factible si se logra compatibilizar los diversos aspectos económicos, ambientales, sociales y culturales, en los distintos niveles nacional, regional y local. En este sentido, el actual proceso que lidera el Ministerio de Energía hacia un desarrollo hidroeléctrico sustentable, es un avance y se recomienda que se revisen sus impactos *vis a vis* el logro de la visión de largo plazo deseada.

Transversalmente, el potencial de generación de las energías renovables deberá corregirse de acuerdo a su vulnerabilidad climática (incluyendo, por ejemplo, ajustes por cambios en la temperatura, precipitaciones y exposición de infraestructura a eventos extremos) e implementar un Plan de Adaptación al Cambio Climático para el sector energía.

Asimismo, el desarrollo de la mayor capacidad solar, eólica, hidroeléctrica y geotérmica deberá hacerse en forma compatible con los territorios en donde se insertan estos proyectos. Los Ejes Gestión del Territorio y Relación con las Comunidades y Pobreza Energética, identifican lineamientos específicos para abordar estos desafíos.

Fuentes como la energía de los océanos y los biocombustibles no se analizaron en detalle, pero se reconoce su potencial y se recomienda seguir estudiándolas, principalmente desde sus posibilidades de aporte a la matriz energética, costos, remoción de barreras, regulación y oportunidades de innovación. La energía nuclear no se vislumbra hoy como una opción, dado sus altos costos y potencial oposición por parte de las comunidades.

De acuerdo a los escenarios analizados, alcanzar un 70% de energías renovables al 2050 no depende de avances en gestión de la demanda y/o en la implementación de nuevas tecnologías de almacenamiento. Progresos en estos dos ámbitos tienen el potencial de transformar la matriz, habilitando una mayor penetración de energía solar y eólica, generación distribuida y microrredes, disminuyendo la necesidad por una generación flexible y margen de reserva. En el corto plazo, se deberá analizar la normativa necesaria para fomentar la gestión de demanda. Para el almacenamiento, se deberá avanzar en la normativa para su adecuada incorporación al mercado de servicios complementarios (baterías, centrales de bombeo, otros), flexibilizando la operación del sistema y proveyendo las reservas para responder a las fluctuaciones de fuentes no gestionables.



Se requerirá hacer un seguimiento a partir de una selección de los indicadores aquí establecidos, incluyendo una revisión de este plan en el año 2020 y su ajuste en base a la actualización de los supuestos. Asimismo, se deberá analizar la factibilidad de otras alternativas no consideradas hoy, como bioenergía, energía marina y energía nuclear, entre otras.

En la medida que el país no esté encaminado hacia una matriz con un mínimo de 70% de energías renovables al 2050, se deberán aplicar instrumentos de ajuste, incluyendo mecanismos de precio, licitaciones correctivas, adaptación de estándares y reglamentaciones.

Finalmente, durante las discusiones del Comité Consultivo, algunos miembros enfatizaron la importancia de establecer una meta con un horizonte mayor, específicamente de cero uso de combustibles fósiles para el año 2100. Sin embargo, otros miembros consideran que debería mantenerse el enfoque en el año 2050 y, si se adoptara una aspiración de más largo plazo, el enfoque debiese ser en generar energía limpia (baja en emisiones).

Metas

2050:

- Al menos 70% de energías renovables en la matriz eléctrica.

Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Asignar recursos públicos y privados para mejorar la competitividad de las fuentes priorizadas, sin contemplar subsidios con efectos que distorsionen el mercado eléctrico.	2016 – 2030	Ministerio de Energía Gremios
Implementar estándares de sustentabilidad, en particular para hidroelectricidad.	2016-2020	Ministerio de Medio Ambiente Dirección General de Aguas Ministerio de Energía Universidades
Introducir exigencias técnicas y mecanismos para remunerar eficientemente los servicios complementarios tendientes a flexibilizar la operación del sistema eléctrico.	2016-2020	Ministerio de Energía Comisión Nacional de Energía Operador de Sistema (CDEC) Universidades

Lineamiento 5: Promover un intercambio regional eficiente sin crear dependencias energéticas.

Se requiere avanzar en la identificación e implementación de oportunidades para un intercambio energético eficiente que beneficien la matriz, que no generen dependencias de otros países y que eviten dumping ambiental. Las importaciones de energía eléctrica deberán ser aquellas que contribuyan a mejorar en el país los costos de generación, calidad de suministro, emisiones de contaminantes, flexibilidad y robustez del sistema. En el caso de los combustibles, tendrá que ser consistente con las necesidades de seguridad de aprovisionamiento en el lineamiento 7, de “fomentar la participación de combustibles de bajas emisiones de GEI y contaminantes atmosféricos en la matriz de combustibles”.

Por otra parte, se avanzará hacia la exportación de los excedentes energéticos que el país disponga. En el mediano plazo, la exportación de energía solar a los países vecinos, y de otros energéticos posibles (por ejemplo pellets), podría ser una realidad. Para avanzar hacia un intercambio energético eficiente, se debe considerar una visión estratégica de riesgos y un plan de seguridad de respaldo para enfrentar eventuales situaciones que afecten este intercambio. Paralelamente, se necesitará desarrollar un marco legal y normativo robusto para dar seguridad a los inversionistas privados y garantizar el suministro interno de Chile, y junto a ello una estrategia de relaciones internacionales consistente con dicho marco.

Metas

2050:

- La integración energética regional es una realidad y no afecta negativamente la seguridad de abastecimiento.

2035:

- Hay al menos 2 países con los que se realiza un intercambio energético significativo, sin afectar negativamente la seguridad de abastecimiento.

Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Analizar y desarrollar oportunidades de intercambio que beneficien la matriz sin generar dependencias externas ni dumping ambiental.	2016-2050	Ministerio de Energía Ministerio de Relaciones Exteriores
Establecer una estrategia de relaciones internacionales para alcanzar un marco legal y normativo robusto dando seguridad a los inversionistas y garantizando el suministro.	2016-2050	Ministerio de Energía Ministerio de Relaciones Exteriores



Lineamiento 6: Promover infraestructura costo-efectiva para enfrentar situaciones críticas derivadas de fuerza mayor.

Chile es un país altamente susceptible a la ocurrencia de desastres naturales. Las condiciones geográficas y geológicas implican una alta vulnerabilidad frente a eventos sísmicos y climáticos, lo cual se podría ver acentuado por los efectos colaterales producto del calentamiento global. Por otra parte, debido a su relativo aislamiento geográfico y a contar con una economía enormemente dependiente de los mercados externos, el país se puede ver enfrentado a shocks externos (crisis económicas, guerras, entre otros) que pongan en riesgo la estabilidad del sistema energético. De esta forma, se requiere en primer lugar identificar los eventos y contingencias que podrían afectar el sistema energético y definir e implementar las medidas necesarias para el desarrollo de infraestructura energética crítica que sea capaz de absorber los impactos externos al sistema, tomando en consideración la probabilidad de ocurrencia y criterios de costo-efectividad¹².

Metas

2050:

- El sistema energético es robusto y altamente resiliente a shocks exógenos.

2035

- El sistema energético es robusto y altamente resiliente a shocks exógenos.

Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Identificar eventos y contingencias a considerar dentro de necesidades de infraestructura crítica.	2016 – 2020	Operador de sistema (CDECs) Comisión Nacional de Energía Universidades
Desarrollar mecanismos de financiamiento e incentivos para su desarrollo e implementación.	2016 – 2020	Operador de sistema (CDECs) Comisión Nacional de Energía Universidades
Implementar de manera sistemática infraestructura crítica y modelos de gestión requeridos.	2020 en adelante	Operador de Sistema Agentes del mercado

¹² Costo-efectividad se refiere a un criterio que privilegia la alternativa de menor costo para alcanzar un objetivo deseado, una vez que se han considerado todos los costos en la evaluación económica, incluyendo la valorización directa e indirecta de las externalidades dadas por el marco normativo.

II. COMBUSTIBLES

Lineamiento 7: Fomentar la participación de combustibles de bajas emisiones de GEI y contaminantes atmosféricos en la matriz energética.

La participación actual de combustibles y energéticos de bajas emisiones en la matriz de energía del país es reducida (cerca al 40%), por lo que se requiere avanzar en la incorporación de, por ejemplo, gas natural, hidrógeno, biocombustibles, leña con estándar de calidad, pellets, energía solar térmica, electricidad, entre otros, de manera de lograr coherencia con las normas de emisión y regulaciones ambientales a nivel internacional.

Metas

2050:

- Al menos 65% de combustibles bajos en emisiones de GEI y de contaminantes atmosféricos en la matriz de combustibles.

2035

- Al menos 50% de combustibles bajos en emisiones de GEI y de contaminantes atmosféricos en la matriz de combustibles.

Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Desarrollar estándares del contenido de sustancias peligrosas para combustibles.	2016-2020	Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Energía, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
Impulsar el uso de fuentes energéticas limpias, incluida la electrificación, considerando aspectos socioeconómicos, financieros y ambientales.	2020-2035	Ministerio de Energía, CORFO, Instituto Forestal, Dirección General de Aguas, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Universidades
Identificar sectores productivos en los cuales es factible implementar cambios tecnológicos que tiendan hacia el uso de combustibles y energéticos de bajas emisiones.	2020-2035	Ministerio de Energía, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, CORFO, Ministerio de Economía, Universidades
Fomentar la investigación e inversión orientada al desarrollo de las fuentes de energía limpia para facilitar su competitividad.	2020-2035	Ministerio de Energía, Ministerio de Hacienda, Ministerio de Economía, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones



Lineamiento 8: Aumentar la seguridad de aprovisionamiento, almacenamiento, transporte y distribución de combustibles.

El nivel de seguridad de suministro y el periodo de stock de combustibles es actualmente muy bajo, limitando la capacidad del país de hacer frente a escenarios externos de alta variabilidad. Lo anterior se combina con una escasa capacidad de infraestructura de almacenamiento, transporte y distribución de combustibles. Prácticamente todo el combustible consumido en el país se transporta en camiones desde que es puesto en puertos, elevando el riesgo de accidentes y aumentando la variabilidad de precios entre regiones, excepto en los pocos puntos de acceso vía gasoductos que llegan desde Argentina, con la consecuente limitación a la seguridad de suministro.

El país requiere avanzar en elevar los estándares de seguridad y stock de combustibles hacia niveles comparables con aquellos de países de la OCDE. Al mismo tiempo, se debe mejorar y proveer de infraestructura para el aprovisionamiento, almacenamiento, transporte y distribución de combustibles con el fin de elevar el nivel de seguridad de suministro, incluyendo oleoductos y gasoductos, transporte ferroviario y marítimo.

Metas

2050:

- Nuevas vías de acceso por zona para garantizar la seguridad de abastecimiento son una realidad.

Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Impulsar la investigación y explotación de yacimientos de hidrocarburos bajos en emisiones y diseñar planes para viabilizar su extracción en condiciones ambientales adecuadas.	2016-2025	Ministerio de Energía, ENAP, Empresas distribuidoras
Aumentar las inversiones en infraestructura de la cadena de combustibles en consistencia con las condiciones planteadas en Eje Gestión del Territorio.	2016-2050	ENAP, Empresas distribuidoras, Empresas transportistas, Nuevos actores privados
Reducir la vulnerabilidad en el suministro mediante acciones bilaterales en los mercados de especial interés.	2016-2050	Ministerio de Energía, Ministerio de Relaciones Exteriores, ENAP, Empresas distribuidoras



Lineamiento 9: Promover la explotación y uso sustentable de biomasa forestal para resguardar el patrimonio natural y la salud de las personas.

La producción y uso de la leña es hoy una práctica poco sustentable por dos razones principales, la destrucción de los bosques nativos y la contaminación atmosférica de las ciudades, con una estructura informal del mercado y con una alta participación en la matriz energética (81% de combustibles para uso final en calefacción de O'Higgins a Aysén). La contaminación atmosférica en la mayoría de las ciudades del centro-sur del país se debe, en gran medida, a la mala utilización de la leña. Se requiere avanzar con urgencia hacia la regulación de la leña como combustible sólido, la incorporación del manejo sustentable del patrimonio forestal y la implementación de mecanismos sobre la demanda, de modo que el uso de la biomasa se realice asegurando criterios de sustentabilidad, seguridad y control de la contaminación.

Metas

2050:

- 100% de los bosques nativos que producen leña, son regulados y explotados de acuerdo a estándares internacionales.
- Prohibición del uso de calefactores individuales a biomasa con emisiones superiores a 0,5 g/h en cualquier régimen de operación, en zonas saturadas o latentes.
- 30% de los calefactores han sido recambiados, de acuerdo a un estándar mínimo, en zonas saturadas o latentes.

2035

- 100% de las comunas cuenta con regulación que declara a la biomasa forestal como combustible sólido.
 - 40% de los bosques nativos que producen leña, cuentan con regulaciones de uso y explotación del recurso, de acuerdo a estándares internacionales.
-

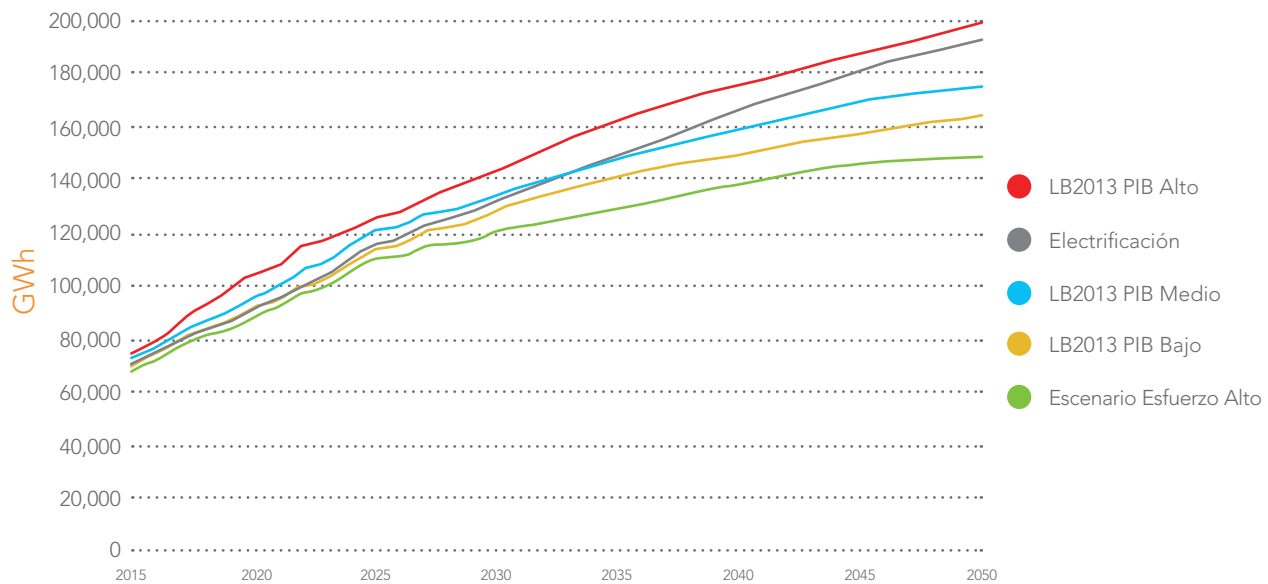


Plan de Acción

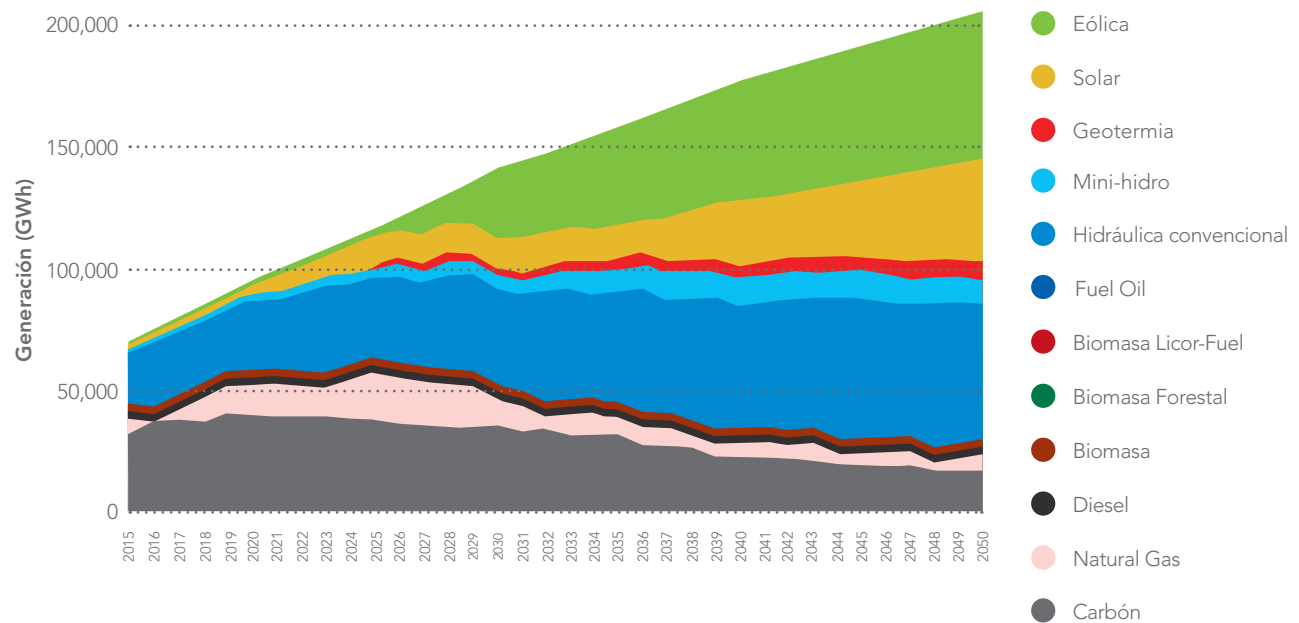
Acción	Horizonte	Actores
Comenzar a implementar la regulación que declara la biomasa forestal como combustible sólido.	2018	Ministerio de Energía Superintendencia de Electricidad y Combustibles Corporación Nacional Forestal Servicio de Impuestos Internos
Fortalecer las competencias técnicas y concientizar a los productores y comercializadores de biomasa forestal.	2016-2025	Ministerio de Energía Corporación Nacional Forestal Ministerio de Economía Universidades
Iniciar pilotos de calefacción colectiva en zonas que poseen Planes de Descontaminación y definir modelos de negocio que viabilicen su factibilidad económica a fin de transitar desde la calefacción individual hacia lo colectivo en zonas urbanas, donde sea costo-efectivo.	2020	Ministerio de Medio Ambiente Empresas Distribuidoras
Implementar planes de manejo para la explotación de la leña en el bosque nativo productivo.	2016-2030	Corporación Nacional Forestal
Potenciar la normativa y fiscalización requerida para la producción sustentable del recurso.	2016-2030	Corporación Nacional Forestal Carabineros de Chile Servicio de Impuestos Internos
Asegurar la mejora tecnológica de los equipos individuales en zonas urbanas y fomentar su uso en la zona rural a través de recambio de calefactores, estándares mínimos y etiquetado de tecnologías.	2015-2025	Ministerio de Energía Ministerio de Medio Ambiente Empresas Distribuidoras

BOX I. ESCENARIOS DE PROYECCIÓN DE DEMANDA Y MATRIZ ENERGÉTICA AL AÑO 2050

Se proyectaron una serie de escenarios de consumo energético en base las proyecciones del proyecto MAPS Chile. Se asumen, de esta forma, tres escenarios de demanda en base a la proyección de la Línea de Base del año 2013, bajo escenarios de crecimiento bajo, medio y alto de la economía (“LB2013 PIB Alto”, “LB2013 PIB Medio” y “LB2013 PIB Bajo”). Por otra parte, se asume un escenario de demanda eléctrica bajo medidas de eficiencia energética, (“Escenario Esfuerzo Alto”) y un quinto escenario, asumiendo una potencial electrificación del sistema energético (“Electrificación”). Al año 2050 el consumo per cápita anual podría variar entre 8000 kWh y 10000 kWh, es decir, se podría duplicar incluso en el bajo el escenario de eficiencia energética.



Se realizaron simulaciones de escenarios de generación a futuro considerando los lineamientos estratégicos propuestos por el grupo de trabajo “Energía Sustentable”, bajo distintos supuestos. Para ello, se utilizó como base la información del proyecto MAPS Chile e información de costos y precios, validada en el marco de la Mesa de ERNC de Energía 2050. Para las proyecciones se utilizaron diferentes combinaciones de nivel de costos inversión en ERNC y precios de combustibles fósiles. Los principales resultados se presentan en el anexo 4.





4.2 LINEAMIENTOS EJE RELACIÓN CON LAS COMUNIDADES Y POBREZA ENERGÉTICA

Este eje aborda dos aspectos desafiantes respecto de cómo el desarrollo energético de largo plazo se vincula con las temáticas sociales: los primeros cuatro lineamientos definen el nuevo marco estratégico para el relacionamiento comunitario, mientras que en los últimos tres lineamientos se introduce un nuevo concepto de pobreza energética, más integral, y que trasciende el enfoque tradicional de acceso y cobertura. En el Box II se muestran aspectos relevantes de la relación desarrollo energético y participación ciudadana.

I. RELACIÓN CON LAS COMUNIDADES

Lineamiento 10: Asegurar que la población cuente con información masiva, oportuna y transparente, acerca del desarrollo de la infraestructura energética y los impactos que genera sobre sus comunidades.

Actualmente la información sobre el desarrollo de la infraestructura energética se encuentra dispersa y existe fundamentalmente a nivel de proyectos, una vez que ya están diseñados¹¹. Por otra parte, satisfacer las mayores demandas de participación de la ciudadanía requiere contar con información transparente, comprensible, completa, relevante y fundada, de manera de asegurar que esta sea incidente y abarque a los distintos niveles: nacional, regional, comunal y local.

Metas

2050:

- 100% de la población interesada es un agente activo para nutrir de información a las decisiones del desarrollo energético e incidir en ellas¹².

2035

- 100% de la población interesada es un agente activo para nutrir de información a las decisiones del desarrollo energético e incidir en ellas.
-

¹¹ La información existe para los proyectos que deben ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), pero no todos los proyectos están obligados a someterse a él.

¹² Debido al crecimiento demográfico esperado para el año 2050 y un aumento del interés de la población, la meta del 100% de interesados, traducida a términos nominales, variará significativamente entre el 2035 y el 2050.



Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Desarrollar una ventanilla única que dispone de información energética rigurosa y relevante de una manera accesible, didáctica, fundada y de diversas fuentes.	2016-2018	Ministerio de Energía Agencia Chilena de Eficiencia Energética Sociedad Civil
Integrar la ventanilla única al sistema de información oficial que registre de manera permanente el acceso y calidad de la información sobre el desarrollo energético y permita una retroalimentación constante por parte de la población.	2018-2020	Ministerio de Energía
Desarrollar mecanismos que recojan las principales necesidades de información en materia energética y que garanticen su abordaje con pertinencia indígena y sociocultural.	2016-2050	Ministerio de Energía Agencia Chilena de Eficiencia Energética Corporación Nacional de Desarrollo Indígena Sociedad Civil Universidades
Difundir información relevante sobre el desarrollo energético a través de campañas masivas que involucren a distintos públicos y con mecanismos diversos (medios de comunicación, espacios de alta afluencia de público, etc.).	2016-2050	Ministerio de Energía Agencia Chilena de Eficiencia Energética Sociedad Civil Universidades



Lineamiento 11: Asegurar el fortalecimiento de actores, organizaciones y comunidades (indígenas y no indígenas) en materia de desarrollo energético.

La mayor demanda por participación de la ciudadanía debe sustentarse en crear capacidades colectivas en los actores, organizaciones y comunidades, de forma de lograr relaciones más simétricas en materia de desarrollo energético.

Metas

2050:

- 100% de los actores, organizaciones y comunidades están informados, formados y fortalecidos en materias energéticas de su interés¹³.

2035

- 100% de los actores, organizaciones y comunidades están informados, formados y fortalecidos en materias energéticas de su interés.

Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Crear un registro único y oficial de organizaciones interesadas en el desarrollo energético, reconocidas oficialmente a nivel nacional.	2016-2050	Ministerio de Energía División de Organizaciones Sociales (MSGG) Universidades Gremios
Implementar un plan de información, formación y fortalecimiento de organizaciones.	2016 -2050	Ministerio de Energía División de Organizaciones Sociales (MSGG) Ministerio de Desarrollo Social
Generar programas de fortalecimiento organizacional para comunidades.	2016-2050	Sociedad Civil, Ministerio de Energía División de Organizaciones Sociales (MSGG) Ministerio de Desarrollo Social
Generar programas de fortalecimiento organizacional para comunidades indígenas, bajo enfoque de derechos, que recoja los lineamientos del Convenio 169 de la OIT.	2016-2050	Ministerio de Energía CONADI Ministerio de Desarrollo Social Sociedad Civil
Asignar recursos, de origen público y privado, al fortalecimiento organizacional de manera permanente, trazable y rendible.	2020-2050	Ministerio de Energía Ministerio de Hacienda SUBDERE Privados Ministerio de Desarrollo Social Sociedad Civil

¹³ Debido al crecimiento demográfico esperado para el año 2050 y un aumento del interés por parte de la población, la meta del 100% de interesados, traducida a términos nominales, variará significativamente entre el 2035 y el 2050.



Lineamiento 12: Asegurar que el desarrollo energético favorezca el desarrollo local definido por las comunidades (indígenas y no indígenas), de manera coherente con la estrategia nacional y regional. Se promoverá la implementación de proyectos impulsados por comunidades interesadas en aprovechar los recursos energéticos de su territorio.

Existe una importante demanda por asegurar que exista una contribución del desarrollo energético al desarrollo local, es decir, sobre las condiciones sociales y económicas de las comunidades que conviven con los proyectos. Un elemento importante en este sentido es generar las condiciones para que las comunidades interesadas puedan participar de proyectos energéticos que utilicen sus recursos o se instalen en sus territorios. De esa manera, se logra un impacto positivo en los indicadores de desarrollo local, tales como el índice de progreso social, indicadores de sustentabilidad energética de la CEPAL, entre otros.

Metas

2050:

- 100% de las comunidades interesadas están consideradas en los instrumentos de planificación en temas energéticos, los cuales están orientados al desarrollo local y garantizan la participación ciudadana.
- Los indicadores de desarrollo local se ven impactados positivamente por la materialización de iniciativas energéticas.
- 100% de los proyectos energéticos son aprovechados por las comunidades, ya sea a través de la gestión de sus recursos propios y/o de la implementación de mecanismos de asociatividad, siempre que estos proyectos sean económicamente viables, contribuyan al desarrollo local y sean de su interés.

2035:

- 100% de las comunidades interesadas están consideradas en los instrumentos de planificación en temas energéticos, los cuales están orientados al desarrollo local y garantizan la participación ciudadana.
 - Los indicadores de desarrollo local se ven impactados positivamente por la materialización de iniciativas energéticas.
 - 50% de los proyectos energéticos son aprovechados por las comunidades, ya sea a través de la gestión de sus recursos propios y/o de la implementación de mecanismos de asociatividad, siempre que estos proyectos sean económicamente viables, contribuyan al desarrollo local y sean de su interés.
-



Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Abordar la definición de comunidad para los distintos niveles territoriales.	2016-2017	Ministerio de Energía, Ministerio de Desarrollo Social, Sociedad Civil
Definir indicadores de desarrollo local incorporando las fuentes de información y formas de producción comunitarias.	2016-2018	Ministerio de Energía, Ministerio de Desarrollo Social, SUBDERE, Sociedad Civil, Universidades
Establecer y calcular línea de base correspondiente a indicadores de desarrollo local.	2016-2018	Ministerio de Energía, Ministerio de Desarrollo Social, SUBDERE
Identificar el potencial energético por fuente y agente desarrollador (comunidad, Estado, privado, mixto) para cada comunidad interesada de manera oficial y actualizada.	2016-2020	Sociedad Civil, Universidades Ministerio de Energía, Gobiernos Regionales, Municipios, Sociedad Civil, Universidades
Generar diagnósticos compartidos para la implementación de oportunidades de desarrollo local, que sean potenciados por proyectos de desarrollo energético.	2018-2050	Ministerio de Energía, Ministerio de Desarrollo Social, SUBDERE, Gobiernos Regionales, Municipios, Sociedad Civil, Universidades, Gremios
Generar carteras de proyectos de beneficio colectivo, de desarrollo de mercados locales y encadenamientos productivos en el territorio.	2018-2050	Ministerio de Energía, Ministerio de Desarrollo Social, SUBDERE, Gobiernos Regionales, Municipios, Sociedad Civil, Ciudadanía, Gremios
Generar un instrumento de planificación en temas de desarrollo energético orientado al desarrollo local que garantice la participación ciudadana.	2020-2025	Ministerio de Energía, SUBDERE, Gobiernos Regionales, Municipios, Sociedad Civil, Ciudadanía
Impulsar la formación de Corporaciones de Desarrollo Privado con amplia representación local, orientadas a materializar el desarrollo local, coordinando recursos públicos y privados, u otras formas de asociatividad.	2018-2050	Ministerio de Energía, SUBDERE, Municipios, Sociedad Civil, Ciudadanía
Implementar un Programa de Asistencia Técnica a Comunidades Indígenas y no Indígenas que les permita aprovechar el potencial energético asociado a su territorio.	2018-2050	Ministerio de Energía, CONADI, Ministerio de Desarrollo Social, Sociedad Civil



Lineamiento 13: Garantizar por parte del Estado la existencia de procesos formales de participación ciudadana en políticas, planes y proyectos, a nivel nacional, regional y local. Estos progresivamente exigirán participación temprana, informada, simétrica e incidente, y sus resultados serán de cumplimiento obligatorio para los actores involucrados, de manera coherente con la estrategia energética nacional y regional.

Si bien la participación ciudadana es un derecho para las comunidades, existen importantes brechas en cuanto a la formalización de los procesos de participación y a ampliar su alcance por sobre los proyectos aislados para llegar a las localidades, comunas, regiones y el país en su totalidad. Otro factor fundamental es lograr involucrar a la ciudadanía desde los niveles iniciales del desarrollo de proyectos, planes, programas y políticas energéticas. Junto con lo anterior, la calidad y transparencia de la información con que cuentan las comunidades y una mayor simetría en la interacción de los actores podrá traducirse en un mayor grado de incidencia en la toma de decisiones. Con esto, en el largo plazo se debería alcanzar un equilibrio armónico entre el bien común nacional y los intereses locales, profundizando procesos democráticos en el país.

En las discusiones del Comité Consultivo, algunos miembros manifestaron su aspiración de lograr, en el largo plazo, que estos mecanismos de participación y deliberación otorguen poder de decisión a las comunidades.

Metas

2050:

- 100% de los procesos de participación ciudadana son incidentes, bajo cumplimiento de los mejores criterios en países de la OCDE, adaptados a la realidad nacional.
- Los indicadores de empoderamiento ciudadano se ven impactados positivamente por la implementación de procesos de participación ciudadana.

2035

- 100% de los procesos de participación ciudadana son incidentes, bajo cumplimiento de los mejores criterios en países de la OCDE, adaptados a la realidad nacional.
 - Los indicadores de empoderamiento ciudadano se ven impactados positivamente por la implementación de procesos de participación ciudadana.
-



Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Implementar procesos educativos sobre participación ciudadana en materia energética.	2016-2050	Ministerio de Energía División de Organizaciones Sociales (MSGG) Ministerio de Desarrollo Social Sociedad Civil Ciudadanía Universidades
Implementar, monitorear y evaluar criterios y estándares de participación para políticas, planes y proyectos a lo largo de todo el ciclo, contribuyendo a reducir asimetrías.	2016-2050	Ministerio de Energía Sociedad Civil Ciudadanía
Promover la articulación entre comunidades y actores sociales para la aplicación de los mejores criterios de países de la OCDE, adaptados a la realidad nacional.	2018-2050	Ministerio de Energía División de Organizaciones Sociales (MSGG) Sociedad Civil Ciudadanía
Desarrollar mecanismos que permitan canalizar y resolver controversias manifiestas en políticas, planes y proyectos, donde estén representados todos los intereses involucrados.	2016-2050	Ministerio de Energía Ministerio de Medio Ambiente Sociedad Civil Ciudadanía
Diseñar indicadores de empoderamiento ciudadano en materia energética que midan los impactos de la implementación de procesos de participación ciudadana.	2018-2050	Ministerio de Energía Sociedad Civil Ciudadanía



II. POBREZA ENERGÉTICA

Lineamiento 14: Reducir la pobreza energética asegurando que los hogares cuenten con los servicios energéticos básicos que les permitan cubrir sus necesidades.

Si bien le corresponde al Ministerio de Energía elaborar en el corto plazo una definición sobre pobreza energética e identificar las variables o indicadores que permitirán su medición, monitoreo y seguimiento tal como ha sido recogido en el Plan de Acción, para este Comité es importante señalar que este concepto debe considerar a aquellos grupos o familias que no son capaces de satisfacer sus necesidades energéticas básicas, en términos de acceso, costos y estándares energéticos al interior de los hogares, considerando sus características geográficas, zonas climáticas y niveles de vulnerabilidad.

Metas

2050:

- 100% de reducción en la brecha de pobreza energética.

2035

- 50% de reducción en la brecha de pobreza energética.
-



Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Desarrollar el concepto de pobreza energética	2016-2016	Ministerio de Energía Ministerio de Desarrollo Social Instituto Nacional de Estadísticas Sociedad Civil
Generar línea base asociada a consumo y calidad de los servicios energéticos.	2016-2017	Ministerio de Energía Ministerio de Desarrollo Social Instituto Nacional de Estadísticas Universidades
Definir un estándar de consumo energético que permita satisfacer las necesidades energéticas básicas considerando las distintas realidades locales y zonas climáticas.	2016-2018	Ministerio de Energía Ministerio de Desarrollo Social Ministerio de Vivienda y Urbanismo Sociedad Civil Universidades
Identificar la población que queda bajo la línea de pobreza energética.	2018-2019	Ministerio de Energía Ministerio de Desarrollo Social Sociedad Civil
Generar programas para el desarrollo de soluciones energéticas para la población objetivo.	2018-2050	Ministerio de Energía Agencia Chilena de Eficiencia Energética Sociedad Civil Ciudadanía
Brindar información clara, oportuna y sencilla sobre fuentes de financiamiento para la población objetivo.	2018-2050	Ministerio de Energía Sociedad Civil Ciudadanía
Analizar instrumentos e incentivos, y estar abiertos eventualmente a modificar la estructura tarifaria.	2016-2050	Ministerio de Energía Superintendencia de Electricidad y Combustibles Sociedad Civil



Lineamiento 15: Asegurar el acceso continuo al suministro energético a las familias vulnerables, considerando estándares y criterios de seguridad y eficiencia comunes a toda la población.

El acceso a la energía ha sido una preocupación permanente en el desarrollo energético. Hacia el 2050 el desafío es lograr que este acceso considere un suministro de calidad para las familias vulnerables, con condiciones de seguridad y eficiencia adecuados al nivel de desarrollo del país y comunes a toda la población.

Metas

2050:

- 100% de viviendas de familias vulnerables con sus necesidades energéticas básicas satisfechas y con un suministro energético continuo.

2035

- 50% de viviendas de familias vulnerables con sus necesidades energéticas básicas satisfechas.

Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Estudiar necesidades de energización en el marco de la política de desarrollo para grupos vulnerables (extrema ruralidad, campamentos, zonas aisladas, comunidades indígenas).	2016-2018	Ministerio de Energía Ministerio de Desarrollo Social Corporación Nacional de Desarrollo Indígena Sociedad Civil Universidades
Generar programas para el desarrollo de soluciones energéticas para la población objetivo que permitan aumentar el nivel de acceso.	2018-2050	Ministerio de Energía Ministerio de Desarrollo Social Corporación Nacional de Desarrollo Indígena Sociedad Civil Universidades
Promover instrumentos e incentivos, y estar abierto a eventualmente modificar el actual marco regulatorio asociado al suministro energético.	2016-2050	Ministerio de Energía Comisión Nacional de Energía Poder Legislativo
Brindar información clara, oportuna y sencilla sobre fuentes de financiamiento para la implementación de soluciones energéticas.	2017-2050	Ministerio de Energía Sociedad Civil Ciudadanía

Lineamiento 16: Reducir la relación entre el ingreso y el gasto energético de las familias vulnerables.

Las familias más vulnerables del país gastan una mayor proporción de sus ingresos en satisfacer sus necesidades energéticas que aquellas que disponen de más recursos. El análisis de la información disponible arrojó que dicha relación superaría al 20% para las familias de los primeros dos quintiles de la población. La experiencia internacional arroja cifras de alrededor de 10% en algunos países de la OCDE.

Metas

2050:

- 100% de las familias vulnerables disminuyen en más de 20% el porcentaje de su ingreso que destinan a cubrir sus necesidades energéticas básicas.

2035

- 60% de las familias vulnerables disminuyen en 20% el porcentaje de su ingreso que destinan a cubrir sus necesidades energéticas básicas.

Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Contar con estadísticas e indicadores periódicos y públicos sobre necesidades energéticas básicas y gasto promedio en energía, según nivel de ingresos de las familias vulnerables.	2016- 2018	Ministerio de Energía Ministerio de Desarrollo Social Instituto Nacional de Estadísticas
Definir el porcentaje adecuado de ingreso que se gasta en cubrir necesidades energéticas básicas de acuerdo con la realidad del país.	2017-2018	Ministerio de Energía Ministerio de Desarrollo Social Instituto Nacional de Estadísticas Universidades y Centros de Investigación
Identificar instrumentos para reducir la proporción del gasto familiar destinado a cubrir necesidades energéticas básicas.	2018-2020	Ministerio de Energía Ministerio de Desarrollo Social Ministerio de Hacienda SUBDERE
Contar con normativas de edificación en viviendas de familias vulnerables que permitan reducir el consumo energético.	2018-2022	Ministerio de Energía Ministerio de Vivienda y Urbanismo



Lineamiento 17: Alcanzar estándares de confort térmico y lumínico en las viviendas de familias vulnerables de Chile.

El nivel de confort energético que experimentan actualmente las familias más vulnerables es deficiente, tanto a nivel térmico como lumínico. Una de las principales brechas identificadas dice relación con la casi nula incorporación de criterios arquitectónicos y de diseño sustentables en las nuevas viviendas, que además consideren las particularidades de las distintas zonas climáticas que hay en Chile y la existencia de recursos energéticos disponibles territorialmente. Además existe el desafío de reacondicionar las viviendas existentes para que puedan aspirar a dichos niveles de confort.

Metas

2050:

- 100% de las viviendas nuevas y el 50% de las viviendas existentes de familias vulnerables, cumplen con estándares de confort térmico y lumínico definidos, considerando regiones o zonas climáticas.

2035

- 100% de las viviendas nuevas y el 25% de las viviendas existentes de familias vulnerables, cumplen con estándares de confort térmico y lumínico definidos, considerando regiones o zonas climáticas.

Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Definir e implementar un estándar de confort térmico para Chile, adecuado y validado a la realidad geográfica	2016-2020	Ministerio de Energía, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Universidades, Gremios
Desarrollar programas de mejoras en el acondicionamiento térmico para familias vulnerables.	2017-2050	Ministerio de Energía, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Universidades Gremios
Definir e implementar un estándar de confort lumínico para Chile, adecuado y validado a la realidad nacional.	2016-2020	Ministerio de Energía, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Universidades, Gremios
Abordar la contaminación intradomiciliaria.	2016-2050	Ministerio de Energía, Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Vivienda y Urbanismo
Desarrollar, implementar y promover la eficiencia energética para familias vulnerables.	2016-2050	Ministerio de Energía, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Agencia Chilena de Eficiencia Energética, Sociedad Civil
Desarrollar programas que permitan visibilizar y disponer información sobre tecnologías eficientes para familias vulnerables.	2016-2050	Ministerio de Energía, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Agencia Chilena de Eficiencia Energética, Sociedad Civil

BOX II. PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y DESARROLLO ENERGÉTICO

- Existe consenso en que para lograr un desarrollo energético confiable, sustentable e inclusivo, se deben generar espacios de participación alineados con las comunidades receptoras e impulsar el trabajo colaborativo entre los distintos actores en el territorio.
- Se requieren instrumentos que aporten a la construcción de una cultura democrática y deliberativa en el país, que permita dialogar respecto a los futuros proyectos o decisiones de política pública. Conforme a lo anterior, se hace necesario aprender a manejar las expectativas y los legítimos intereses de los actores sociales, a objeto de lograr acuerdos.
- La participación ciudadana es el derecho que tienen todos los ciudadanos a ser considerados en los asuntos de interés público que los afectan. Para ello, se reconocen distintos alcances para este proceso (Asociación Internacional para la Participación Pública, IAP2):
 - El más básico refiere a informar, esto es, la autoridad, las empresas o los ciudadanos informan a la comunidad para “ayudarles a entender el problema, las alternativas, las oportunidades y/o las soluciones”.
 - En un segundo escalón está el nivel consultivo, donde los actores identificados anteriormente generan instancias de consulta a la comunidad, a objeto de “obtener retroalimentación ciudadana sobre el análisis, las alternativas y/o decisiones”.
 - El tercer escalón refiere al nivel resolutorio. El foco está puesto en procesos que “involucran y empoderan a la ciudadanía para que sus preocupaciones y aspiraciones estén comprendidas y consideradas de manera consistente”, influyendo o decidiendo sobre el tema en cuestión.
- La participación ciudadana se configura como un mecanismo relevante para la gobernabilidad en materia energética, distinguiendo distintas iniciativas en el escenario actual del país:
 - A nivel de política pública, por ejemplo, destaca el propio proceso de Energía 2050 como una instancia de definición estratégica respecto de lo que el país aspira en esta materia. Por su parte, desde la definición de normativa destacan la tramitación de la

Ley de Transmisión Eléctrica, así como los avances en el proyecto de Ley sobre Tarifas y Patentes Municipales. Otras respuestas normativas más generales refieren a la discusión sobre las leyes de Probidad y Transparencia, entre otras. En el ámbito organizacional, destacan los procesos participativos tendientes a definir la nueva institucionalidad indígena.

- A nivel de desarrollo local se están implementando las Estrategias Energéticas Regionales y las Estrategias Energéticas Locales, que vinculadas con otros instrumentos de ordenamiento como los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial (PROT), se orientan a involucrar a los distintos actores en el desarrollo. Estos esfuerzos requieren de instrumentos y mecanismos (público-privados) adicionales a los existentes.
- A nivel de Proyecto destaca la eventual modificación del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), así como la aplicación de nuevos estándares participativos por parte del Consejo Producción Limpia (CPL) y del Ministerio de Energía (División de Participación y Diálogo). Se espera que estos instrumentos promuevan un enfoque de integración social que permita incorporar las aspiraciones de las comunidades.
- Dentro de las características y temporalidad para la participación ciudadana destacan :
 - Debe ser temprana y oportuna, permanente y apropiada.
 - Debe incluir a todos los intereses y actores, a través de información bidireccional.
 - El diseño, mecanismos, plazos y temas a tratar se deciden de manera conjunta, según las propias características, necesidades y preferencias de los actores.
 - Las partes deben contar con información transparente, comprensible, completa, relevante, fundada y de diversas fuentes.
 - Las partes deben contar con capacidades y apoyo técnico para participar en igualdad de condiciones.
 - En el caso de generarse acuerdos, deben registrarse y establecer mecanismos de seguimiento.



4.3 LINEAMIENTOS EJE GESTIÓN DEL TERRITORIO

Mediante los lineamientos estratégicos, metas y plan de acción que se presentan a continuación, se busca alcanzar un sistema de gestión territorial para el desarrollo energético que compatibilice el uso del territorio e intereses de los diferentes actores involucrados, en los niveles nacional, regional y local. En primer lugar, se presentan los tres lineamientos sobre la gestión del territorio. Luego, se indican las metas al año 2035 y 2050 respectivamente, las cuales son transversales a estos lineamientos. Asimismo, se presenta un plan de acción integral para alcanzar las metas, a través de una serie de instrumentos cuyos contenidos principales se detallan en el Box III.

Lineamiento 18: 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.

El actual sistema de gestión territorial, particularmente a nivel rural, se encuentra fragmentado en múltiples instrumentos, operando a diversas escalas territoriales y administrativas, sin tener necesariamente coherencia y vinculación entre ellos. A esto se suma una falta de instrumentos que permitan compatibilizar la construcción de infraestructura energética y el uso del territorio, siendo esto crítico en zonas rurales, donde mayoritariamente se emplazan estos proyectos. Todo ello genera incertidumbre regulatoria y un impedimento para optimizar infraestructuras comunes, conllevando a una conflictividad creciente. Esta situación, bajo un horizonte de creciente expansión del sector, indica que esta tendencia solo se intensificará.

Debido a lo anterior, se requiere avanzar progresivamente en el desarrollo de mecanismos que permitan articular los intereses y vocaciones energéticas, productivas y ambientales, junto con las identidades socioculturales de los diferentes territorios. Para ello es necesario formular un Plan Nacional Territorial de Energía, que establezca lineamientos rectores para asegurar el respeto al bien común del sistema energético. El Plan Nacional será desarrollado en forma participativa, tendrá carácter vinculante y estará articulado con los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial (PROT) e instrumentos locales. Sus elementos clave serán: definiciones estratégicas de planificación energética territorial a





nivel nacional (franjas de trazados de transmisión troncal y polos de desarrollo), coherente con la Política Energética; y definiciones para los procedimientos de desarrollo y estándares mínimos de contenido para la planificación energética territorial a nivel regional y comunal. Asimismo, se plantea fortalecer los instrumentos de gestión territorial y planificación del sector energía, en todos los niveles de toma de decisiones (nacional, regional, comunal), y en coherencia y articulación con las políticas y planes vigentes actualmente.

Lineamiento 19: Desarrollar un sistema de gobernanza que proporcione legitimidad social y política a la gestión territorial para el desarrollo energético.

Existe una débil participación y coordinación de los diferentes actores involucrados –en los distintos niveles territoriales– en el proceso de decisión del desarrollo energético. De esta forma, la información acerca del emplazamiento de nueva infraestructura se hace pública solo cuando el proyecto se somete al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Todo lo anterior lleva a contradicciones y conflictos de competencia por el territorio, genera incertidumbre en los distintos actores y, en ciertos casos, deslegitima las decisiones de inversiones que se quieren llevar adelante.

Así, se requiere, por un lado, desarrollar y fortalecer un sistema de gobernanza que facilite la coordinación entre los niveles nacional, regional y comunal para la definición de los instrumentos de gestión del territorio, con el fin de facilitar la resolución de conflictos y garantizar la coherencia de las decisiones adoptadas. Y, por el otro, desarrollar y fortalecer mecanismos, estándares y metodologías de participación ciudadana que faciliten la integración de las necesidades e intereses de los diferentes actores y sectores, a nivel nacional, regional y comunal.

Lineamiento 20: Integrar en la planificación del territorio urbano y rural los requerimientos para implementar sistemas de transporte y edificaciones eficientes y menos contaminantes.

La planificación urbana y la regulación del uso del territorio a escala local carecen de criterios que conjuguen, por un lado, gestión y eficiencia energética y, por otro, mecanismos de control y reducción de la contaminación. En zonas urbanas, estas brechas se hacen particularmente relevantes en el sector transporte y en el diseño y localización



de edificaciones para facilitar un enfoque de diseño sustentable. En zonas rurales la problemática es más intensa aún, ya que no existen instrumentos de planificación o regulación del uso del territorio.

De esta manera, se requiere fortalecer los instrumentos de planificación territorial existentes y futuros, a nivel regional y comunal, en relación a la gestión y eficiencia energética. Sin embargo, las atribuciones sectoriales del Ministerio de Energía son limitadas o nulas en la definición de instrumentos de gestión del territorio vinculados al transporte y las edificaciones. Por ello, se debe avanzar en un marco de coordinaciones y vinculaciones intersectoriales, donde el Ministerio de Energía colabora con los Ministerios de Vivienda y Urbanismo, de Transportes y de Medio Ambiente, entre otros, en el desarrollo de criterios, mecanismos e instrumentos que fomentan la eficiencia y gestión energética, con foco en la reducción del consumo de energía y en la descontaminación.

Metas

Debido a que los tres lineamientos del Eje de Gestión del Territorio están interrelacionados, se establecen las siguientes metas conjuntas:

2050:

- 100% de las comunas prioritarias según los instrumentos regionales, cuentan con Planes de Ordenamiento Rural con definiciones y zonificaciones vinculantes para el desarrollo energético, consistente con lo establecido en el Plan Nacional Territorial de Energía.

2035

- 100% de las comunas establecidas como prioritarias para el ordenamiento territorial rural en los planes regionales (Planes Regionales de Ordenamiento Territorial y Planes Energéticos Regionales), cuentan con Estrategias Energéticas Locales, bajo los lineamientos establecidos en el Plan Nacional Territorial de Energía.
-

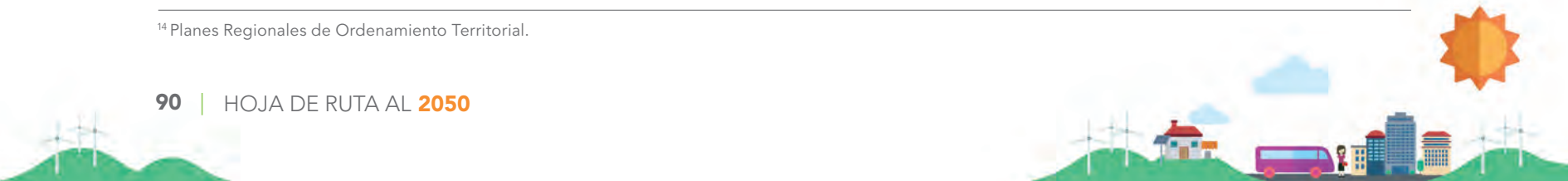
De la misma forma, el plan de acción aborda de manera conjunta los tres lineamientos estratégicos del Eje.



Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Analizar los aspectos jurídicos e institucionales necesarios para desarrollar el Plan Nacional Territorial de Energía (PNTE) y definir los criterios para su formulación.	2016	Ministerio de Energía, SUBDERE, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, Ministerio de Vivienda y Urbanismo
Formular el PNTE, con carácter vinculante, articulado con los PROT ¹⁴ e instrumentos locales.	2017 -2018	Ministerio de Energía, SUBDERE, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, Ministerio de Vivienda y Urbanismo
Desarrollar los estándares y metodologías de participación para instrumentos de planificación.	2016 - 2018	Ministerio de Energía, SUBDERE, Ministerio de Medio Ambiente, Servicio de Evaluación Ambiental, Ministerio de Vivienda y Urbanismo
Implementar los Planes Energéticos Regionales (PER) y aplicarlos al 100% de las regiones, con carácter indicativo, articulado y coherente con el PNTE.	2016 - 2025	Ministerio de Energía, Gobiernos Regionales, Municipalidades, Seremías, SUBDERE
Articular la política energética con los PROT y aplicarlos al 100% de las regiones, con carácter vinculante, articulado y coherente con el PNTE e instrumentos comunales.	2019 - 2030	Ministerio de Energía, Gobiernos Regionales, Municipalidades, Seremías, SUBDERE
Implementar las Estrategias Energéticas Locales (EEL), masificándolas en comunas priorizadas, con carácter indicativo e informativo, articulado y coherente con el PNTE y los PER.	2016 - 2035	Ministerio de Energía, Gobiernos Regionales, Municipalidades, Seremías, SUBDERE
Incorporar los lineamientos de política energética a los Planes Reguladores Comunales, con carácter vinculante, articulado y coherente con el PNTE y el PROT.	2018 - 2020	Ministerio de Energía, SUBDERE, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, Ministerio de Vivienda y Urbanismo
Desarrollar un Plan de Ordenamiento Rural y aplicarlo a comunas priorizadas, con carácter vinculante, articulado y coherente con el PNTE y PROT.	2019- 2050	Ministerio de Energía, Gobiernos Regionales, Municipalidades, Seremías, SUBDERE

¹⁴ Planes Regionales de Ordenamiento Territorial.



BOX III. CONTENIDOS DE LOS INSTRUMENTOS PROPUESTOS POR EL EJE DE GESTIÓN DEL TERRITORIO

Plan Nacional Territorial de Energía

- Definición de los procedimientos para la planificación energética a nivel regional y comunal.
- Definición de estándares mínimos sobre el contenido de los planes a nivel regional y comunal.
- Definición de lineamientos estratégicos para el desarrollo energético a nivel nacional. Para ello, se deberán incorporar, al menos, los siguientes insumos: i) definiciones de franjas de trazados de transmisión troncal a nivel nacional; ii) definiciones de polos de desarrollo energético; iii) definiciones de cuencas priorizadas para el desarrollo hidroeléctrico; iv) áreas de protección oficial del patrimonio natural y cultural que no pueden ser intervenidas (según lo definido por el Ministerio de Medio Ambiente y Consejo de Monumentos Nacionales).

Plan Energético Regional

- Diagnóstico Energético de la Región: i) caracterización de demanda energética regional; ii) análisis de la oferta energética regional; iii) identificación de potencial regional de energías renovables y de eficiencia energética.
- Propuesta de Planificación Estratégica: i) lineamientos sobre el uso y eficiencia energética a nivel rural y urbano; ii) identificación de zonas idóneas a escala regional para el emplazamiento de infraestructura energética de acuerdo a los lineamientos del Plan Nacional.

Plan Regional de Ordenamiento Territorial (contenidos para el sector energético)

- Áreas de protección de recursos naturales y del patrimonio paisajístico, histórico y cultural.
- Definición de macrozonas para la localización de infraestructura de energía.
- Definición de franjas para ramales de transmisión eléctrica (se propone integrar este contenido en las definiciones del PROT, ya que en el proyecto de ley actual no se considera).

- Condiciones de localización para la disposición de los distintos tipos de residuos y sus sistemas de tratamiento.
- Zonas no comprendidas en la planificación urbanística en que se permitirán actividades productivas o de generación energética, señalando las condiciones para su desarrollo.
- Definición de áreas de riesgos naturales y antrópicos (se propone integrar este contenido en las definiciones del PROT, ya que en el proyecto de ley actual no se considera).

Estrategia Energética Local

- Diagnóstico Energético de la Comuna: i) caracterización de demanda energética comunal; ii) análisis de la oferta energética comunal; iii) identificación de potencial comunal de energías renovables y eficiencia energética.
- Propuesta de Planificación Estratégica: i) lineamientos sobre el uso y eficiencia energética a nivel rural y urbano; ii) generación de cartera de proyectos de gestión municipal (eficiencia energética, proyectos de generación en terrenos municipales o viviendas, educación y conciencia energética, entre otros).

Planes Reguladores Comunales/Plan de Ordenamiento Rural (contenidos para el sector energético)

- Criterios de gestión energética y eficiencia energética para que los sistemas de transporte (como minimizar distancias de traslados y facilitar la intermodalidad, entre otros) y edificaciones sean menos contaminantes y reduzcan el consumo energético.
- Condiciones de localización para la disposición de los distintos tipos de residuos y sus sistemas de tratamientos.
- Definición de zonas aptas y condiciones para el desarrollo de infraestructura de energía, a escala comunal.
- Áreas de protección de recursos naturales y del patrimonio paisajístico, histórico y/o cultural.



4.4. LINEAMIENTOS EJE USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA Y CULTURA ENERGÉTICA

A continuación se presentan los lineamientos estratégicos, metas y plan de acción del eje Uso Eficiente de la Energía y Cultura Energética, cuyo objetivo es alcanzar el desacople entre intensidad energética y crecimiento económico para el desarrollo de largo plazo del país. Este Eje estratégico se ha estructurado a partir de los subsectores de la demanda de energía (Industria y Minería, Comercial, Público y Residencial y Transporte), con el fin de identificar estrategias individuales para cada uno. Adicionalmente, y de manera transversal, se plantea la elaboración de una estrategia para alcanzar una nueva cultura energética en todos los usuarios finales de la energía. El contexto para los objetivos estratégicos de este eje se detallan en el Box IV.

I. CULTURA ENERGÉTICA

Lineamiento 21: Fomentar cambios conductuales en la sociedad sobre la producción y consumo sustentables de energía.

Una brecha importante para alcanzar un desarrollo energético sustentable en el largo plazo es la falta de una cultura ciudadana en torno al uso y producción sustentable de la energía. Para generar los cambios desde la demanda se debe promover la interacción entre innovaciones tecnológicas, nuevas dinámicas de mercado y cambios culturales en los propios agentes involucrados.

Metas

2050:

- La cultura energética está instalada en todos los niveles de la sociedad, con un rol activo del “prosumidor”¹⁵ que logra optimizar su consumo doméstico.

2035

- 100% de los planes de educación formal incorporan contenidos transversales sobre desarrollo energético.
- Programas nacionales de concientización y difusión sobre energía sustentable, con enfoque macrozonal, que recogen las particularidades de los territorios y sus comunidades, están desarrollados e implementados.

¹⁵ “Prosumidor” proviene del término compuesto entre ‘productor+consumidor’, que representa a un nuevo actor que no es pasivo en el consumo, sino que se involucra en la propia producción de los bienes o servicios que consume y en la minimización de los impactos socioambientales que su consumo genera. En el caso de la energía, se refiere a un consumidor más activo que no solo gestiona y controla su consumo energético, sino que le importan los impactos socioambientales de la energía que consume, busca minimizarlos, y al mismo tiempo participa en la generación de su propio abastecimiento energético.



Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Implementar mecanismos que aseguren la entrega oportuna e internalización de información.	2016-2050	Ministerio de Energía Distribuidoras Eléctricas
Incorporar en todos los planes y programas de educación formal contenidos relativos al desarrollo energético.	2018	Ministerio de Energía Ministerio de Educación
Asegurar mecanismos de financiamiento públicos y privados para programas de difusión masiva y que fomenten el intercambio de información entre ciudadanos.	2016-2050	Ministerio de Energía Otros ministerios sectoriales tales como Vivienda y Urbanismo, Transporte, Medio Ambiente Ministerio de Hacienda Sector privado Universidades
Fortalecer los programas de incentivos públicos y generar programas de incentivos privados que entreguen recompensas por introducir medidas de eficiencia energética y aprovechar los recursos energéticos locales en los hogares.	2016-2050	Ministerio de Energía Ministerio de Hacienda Universidades
Fortalecer la normativa que impulse la adopción de tecnologías más eficientes para el uso y producción de energía.	2018	Ministerio de Energía
Desarrollar la institucionalidad, capacidad técnica y marco legal que permita recolectar la información apropiada para medir y monitorear el impacto de los programas.	2018	Ministerio de Energía



Lineamiento 22: Desarrollar capital humano profesional y técnico para la gestión sustentable de la energía.

Actualmente, la demanda de energía no es gestionada como un insumo estratégico y muy pocas empresas cuentan con profesionales preparados y con las capacidades para gestionar sus recursos energéticos. Considerando el importante potencial asociado a la incorporación de sistemas de gestión de energía en los sectores productivos y de servicios, y la tendencia mundial hacia su adopción en contextos de mayor competitividad, resulta fundamental contar con planes de formación técnica y profesional en la materia.

Metas

2050:

- Una nueva cultura energética está instalada en las instituciones públicas y privadas.

2035

- 100% de las instituciones públicas y privadas que poseen una capacidad instalada mayor a 5 MW, disponen de profesionales con capacidades para la administración y gestión de recursos estratégicos.
- Programas nacionales de educación energética con enfoque macrozonal, que recogen las particularidades de los territorios y sus comunidades, están desarrollados e implementados.

Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Implementar mecanismos que promuevan el desarrollo de programas de formación, entrenamiento y certificación profesional.	2018	Ministerio de Energía, Ministerio de Educación, CORFO, Centros Formación Técnica y Universidades
Implementar un registro de profesionales capacitados.	2017	Ministerio de Energía, Ministerio de Educación, Ministerio del Trabajo, CORFO, SENCE, Gremios
Desarrollar programas de asistencia técnica energética a las PYMEs.	2016-2035	Ministerio de Energía, CORFO, Gremios
Incorporar conceptos de sustentabilidad, producción y uso eficiente de la energía, y aprovechamiento de recursos locales en todas las carreras técnicas y profesionales que se vinculan al uso y producción de la energía.	2018	Ministerio de Energía, Ministerio de Educación, Centros Formación Técnica y Universidades, Gremios



II. INDUSTRIA Y MINERÍA

Lineamiento 23: Implementar progresivamente herramientas de gestión energética validadas por entidades competentes.

Existe un alto potencial para la implementación de herramientas de gestión energética en la industria y minería. Sin embargo, persisten barreras que impiden su despliegue en las prácticas industriales: desde la inexistencia de mecanismos de financiamiento y modelos de negocios adecuados hasta la escasa integración de la sustentabilidad energética en las decisiones estratégicas de las compañías, pasando por barreras operativas, de infraestructura y aquellas asociadas a la rigidez de las reglas que estructuran los mercados energéticos actuales.

Metas

2050:

- Una avanzada e innovadora cultura energética en la industria y minería está instalada, apoyada por información sistematizada y una institucionalidad robusta.

2035

- Las auditorías de Eficiencia Energética y los Sistemas de Gestión de Energía, desarrollados según estándares validados internacionalmente, son una práctica general de la industria y minería.
 - Las nuevas inversiones de la industria y minería incorporan un estándar de Eficiencia Energética desde su diseño.
-



Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Crear las instituciones y/o asignar roles a instituciones existentes que se hagan cargo de los objetivos de una política nacional de eficiencia energética.	2017-2035	Ministerio de Energía Agencia Chilena de Eficiencia Energética
Seleccionar la normativa que se utilizará para desarrollar e implementar un estándar nacional para la gestión de energía.	2018-2020	Ministerio de Energía Gremios
Determinar los potenciales de reducción de consumo energético a partir del desarrollo de auditorías y Sistemas de Gestión de la Energía.	2019-2035	Ministerio de Energía Ministerio de Medio Ambiente Ministerio de Minería CORFO Gremios
Asumir compromisos voluntarios de reducción de consumo energético a partir de los potenciales de eficiencia energética determinados por cada empresa y reportar públicamente los avances.	2020-2050	Ministerio de Energía Gremios
Desarrollar programas de formación y certificación de profesionales sobre temas energéticos en los principales sectores consumidores.	2018-2035	Ministerio de Energía Ministerio de Educación
Asignar instrumentos para el financiamiento y apoyo a empresas más pequeñas.	2018-2035	Ministerio de Energía CORFO Ministerio de Hacienda
Formar un mercado robusto de consultores y empresas de servicios energéticos.	2019-2035	Ministerio de Energía CORFO Gremios
Crear iniciativas coordinadas para compartir experiencias de reducción de consumo de energía e incorporar las mejores tecnologías disponibles a nivel mundial.	2023-2050	Ministerio de Energía CORFO Gremios



Lineamiento 24: Utilizar los recursos disponibles localmente y aprovechar los potenciales energéticos en los procesos productivos.

Actualmente no existe un conocimiento acabado sobre el potencial de autogeneración energético en la industria y minería, lo cual, sumado a los bajos niveles de inversión en I+D+i en este ámbito, dificulta el acople entre las oportunidades de uso de recursos disponibles localmente y las posibles respuestas tecnológicas asociadas.

Además, el sector requiere avanzar en reducir las barreras existentes a través de una batería de instrumentos y modificaciones regulatorias e institucionales.

Metas

2050:

- 100% de las oportunidades viables (desde una perspectiva técnica, económica y financiera) sobre uso de recursos locales y aprovechamiento de potenciales energéticos identificadas en las auditorías son implementadas.

Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Eliminar las barreras regulatorias que impiden el aprovechamiento de oportunidades energéticas locales y de los procesos.	2019-2035	Ministerio de Energía
Crear un portafolio de oportunidades energéticas a ser compartido entre consumidores a nivel territorial, para fomentar su aprovechamiento coordinado.	2020-2035	Ministerio de Energía CORFO Universidades
Aplicar instrumentos de fomento que permitan el aprovechamiento de oportunidades al interior de la empresa y entre consumidores cercanos.	2019-2035	Ministerio de Energía CORFO Universidades
Desarrollar infraestructura que permita aprovechar e intercambiar energía de manera territorial.	2025-2050	Ministerio de Energía Gobiernos Regionales
Fortalecer el rol de las instituciones que promueven, fomentan y financian el uso de oportunidades energéticas.	2023-2050	Ministerio de Energía
Desarrollar un mercado para el aprovechamiento de oportunidades energéticas.	2025-2050	Ministerio de Energía CORFO

Lineamiento 25: Reportar y gestionar las emisiones directas e indirectas y el impacto ambiental.

El crecimiento previsto para el consumo energético en el sector industrial y minero podría traducirse en un aumento en las emisiones de GEI y los impactos locales. Esto representa un desafío para las empresas, en particular mediante la medición, reporte y gestión de sus emisiones en un contexto de estándares y normas más exigentes y acordes con el desarrollo energético de país.

Metas

2050:

- Empresas representativas del 95% del consumo energético del sector productivo reportan y gestionan sus emisiones de GEI, de manera compatible con los compromisos adquiridos por el país.

2035:

- 100% de las empresas de mayor tamaño reportan y gestionan sus emisiones de GEI, de manera compatible con los compromisos adquiridos por el país.

Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Realizar cambios regulatorios que permitan a las empresas acreditar sus esfuerzos en reducción de emisiones indirectas.	2019-2035	Ministerio de Medio Ambiente Gremios
Desarrollar la institucionalidad que vele por el cumplimiento de las normas y promueva la adopción de estándares que permitan al sector contribuir al cumplimiento de los compromisos ambientales contraídos por el Estado.	2018-2035	Ministerio de Medio Ambiente Ministerio de Hacienda
Planificar campañas educativas y de concientización, y programas de asistencia técnica en PYMEs.	2018-2035	Ministerio de Energía Ministerio de Economía/ CORFO Ministerio de Medio Ambiente Gremios
Crear capacidades para el reporte y monitoreo de impactos ambientales y cumplimiento de estándares.	2018-2035	Ministerio de Energía Ministerio de Medio Ambiente Gremios



III. COMERCIAL, PÚBLICO Y RESIDENCIAL

Lineamiento 26: Edificar de manera sustentable, por medio de la incorporación de estándares de sustentabilidad en el diseño, construcción y reacondicionamiento de edificaciones, a fin de minimizar los requerimientos energéticos y las externalidades ambientales a lo largo de su ciclo de vida, alcanzando niveles adecuados de confort.

Actualmente el confort energético de las edificaciones es bajo o inexistente, sin que su diseño considere los elementos del entorno. La política de largo plazo pretende promover el diseño sustentable de las edificaciones, con criterios de eficiencia energética y la integración de tecnologías pasivas que consideren dichos elementos para alcanzar un mayor confort.

Metas

AI 2050:

- Los estándares de sustentabilidad y confort son práctica regular en el sector.
- 100% de las edificaciones nuevas cumplen con el estándar de sustentabilidad y de confort y se alcanza una meta (establecida en un plan de reacondicionamiento) para edificaciones existentes.
- Cero emisiones debido al uso de combustibles dentro de las edificaciones. Si existiesen emisiones fuera de ellas, estas no superan la capacidad de carga del entorno.

AI 2035:

- 100% de las edificaciones públicas nuevas cumplen con el estándar de sustentabilidad y de confort.
 - Existe una meta de cumplimiento para nuevas viviendas y edificios públicos existentes (establecida en un plan de reacondicionamiento).
 - Cero emisiones debido al uso de combustibles dentro de las edificaciones nuevas. Si existiesen emisiones fuera de ellas, estas no superan la capacidad de carga del entorno.
-



Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Contar con simulaciones de intensidad energética para elaborar una línea base.	2017	Ministerio de Energía Ministerio de Vivienda y Urbanismo
Desarrollar certificaciones o sellos que definan estándares de sustentabilidad y de confort.	2017-2025- 2035-2045	Ministerio de Energía Ministerio de Vivienda y Urbanismo Ministerio de Medio Ambiente Ministerio de Salud Ministerio de Desarrollo Social Ministerio de Obras Públicas Gremios
Implementar las certificaciones o sellos como exigencia obligatoria para edificaciones nuevas, públicas y privadas.	2020-2050	Ministerio de Energía Ministerio de Vivienda y Urbanismo Ministerio de Desarrollo Social Ministerio de Obras Públicas Gremios
Elaborar un plan de reacondicionamiento de edificaciones públicas y privadas.	2018-2050	Ministerio de Energía Ministerio de Vivienda y Urbanismo Ministerio de Desarrollo Social Ministerio de Obras Públicas Gremios
Implementar mecanismos privados y públicos para financiar los reacondicionamientos de edificaciones.	2018-2050	Ministerio de Energía Ministerio de Vivienda y Urbanismo Ministerio de Desarrollo Social Ministerio de Obras Públicas Gremios
Implementar las certificaciones o sellos como exigencia obligatoria para operaciones de compra-venta y arriendo.	2025-2050	Ministerio de Energía Ministerio de Vivienda y Urbanismo
Perfeccionar continuamente los sellos, estándares y certificaciones de sustentabilidad.	2017-2050	Ministerio de Energía Ministerio de Vivienda y Urbanismo Ministerio de Medio Ambiente Ministerio de Salud Ministerio de Desarrollo Social Ministerio de Obras Públicas



Lineamiento 27: Promover sistemas de control, gestión inteligente y generación propia que permitan avanzar hacia edificaciones con balance energético neto cero.

Si bien existe consenso acerca del potencial que representa la utilización de sistemas de monitoreo y gestión eficiente de la energía en el sector, en Chile dicho desarrollo es prácticamente inexistente. La política de largo plazo aborda este desafío con la visión de avanzar hacia un balance neto cero en las edificaciones en 2050.

Metas

2050:

- Un alto porcentaje de las edificaciones nuevas tienden a balance energético neto cero para satisfacer sus necesidades energéticas de manera costo-efectiva, gracias a:
 - 100% de edificaciones nuevas y existentes cuentan con sistemas de control y gestión inteligente de la energía.
 - Elevado grado de penetración de sistemas de generación propia.

2035:

- 100% de las edificaciones en zonas urbanas y rurales cuentan con medidores inteligentes, en la medida que esto contribuya a la implementación de planes de gestión.

Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Diseñar e implementar instrumentos de mercado para minimizar los consumos energéticos e incentivar la adopción de sistemas de control y gestión inteligente de la energía.	2017-2050	Ministerio de Energía Ministerio de Vivienda y Urbanismo Universidades
Desarrollar e implementar estrategias de autonomía energética para edificaciones públicas críticas.	2017-2035	Ministerio de Energía Ministerio de Vivienda y Urbanismo Ministerio de Obras Públicas Ministerio de Hacienda

Lineamiento 28: Fortalecer nuevos modelos de edificación sustentable, que permitan generar nuevos mercados posicionando a Chile como ejemplo para países en proceso de desarrollo.

El mercado de servicios energéticos es un mecanismo fundamental para el aprovechamiento de los potenciales de eficiencia energética, en particular en este sector. Elementos esenciales en este sentido son la creación de mecanismos, incentivos y estándares que promuevan la construcción sustentable y la generación de nuevos modelos de negocios para fomentar el desarrollo de tecnologías, productos y materiales asociados.

Metas

2050:

- Chile está dentro de los primeros lugares de los rankings que evalúan políticas de sustentabilidad en el sector edificación, en relación a países con similar nivel de desarrollo.

2035:

- Las edificaciones del sector público cuentan con proveedores de servicios energéticos.

Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Incentivar el desarrollo de empresas proveedoras de materiales y servicios para la industria de construcción sustentable.	2017-2035	Ministerio de Energía Ministerio de Vivienda y Urbanismo Ministerio de Economía CORFO
Promover el buen uso de las construcciones sustentables e incluir temas de diseño sustentable en la formación de todos los actores relacionados con la construcción.	2017-2035	Ministerio de Energía Ministerio de Vivienda y Urbanismo Ministerio de Economía Ministerio de Medio Ambiente Ministerio de Educación Universidades/Centros de Formación Técnica
Incluir en la normativa de zonas térmicas las propiedades energéticas del territorio que permitan seleccionar las tecnologías, materialidades y opciones de autoabastecimiento más apropiadas para cada territorio.	2020	Ministerio de Energía Ministerio de Vivienda y Urbanismo



IV. TRANSPORTE

Lineamiento 29: Mejorar la eficiencia energética de los modos y tecnologías de transporte.

El transporte es uno de los sectores más intensivos en uso energético en Chile, con altas emisiones de contaminantes globales (GEI) y locales. Esta tendencia se intensifica hacia el mediano plazo, lo cual representa un desafío en cuanto al aprovechamiento de sus potenciales de eficiencia energética.

Metas

2050:

- Emisiones de GEI totales sectoriales se reducen en forma consistente con los compromisos internacionales, a través de:
 - Metas de incorporación de vehículos nuevos de bajas o cero emisiones:
 - 100% de vehículos nuevos licitados para transporte público urbano de pasajeros en ciudades con Planes de Descontaminación.
 - 100% de los vehículos nuevos para el transporte de carga liviana (menos de 2.750 kg de PBV) en ciudades con Planes de Descontaminación.
 - 100% de los vehículos livianos nuevos.
 - Se reduce al mínimo el desfase con estándares internacionales sobre emisión de contaminantes locales.
 - Los sistemas de transporte aéreo y marítimo alcanzan niveles de eficiencia energética y emisiones de GEI similares a los propuestos internacionalmente (Organización de Aviación Civil Internacional - OACI y Organización Marítima Internacional -OMI, respectivamente).

2035:

- Emisiones GEI totales del sector se estabilizan, en base a las siguientes metas:
 - Metas de incorporación de vehículos nuevos de baja o cero emisiones:
 - 50% de vehículos nuevos licitados para transporte público urbano de pasajeros en ciudades con Planes de Descontaminación.
 - 50% de los vehículos nuevos para el transporte de carga liviana (menos de 2.750 kg de PBV), en ciudades con Planes de Descontaminación.
 - Al menos el 50% de los vehículos livianos nuevos.
 - Los sistemas de gestión de energía son un estándar en la industria aérea y marítima.
-



Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Fomentar programas de mantenimiento y recambio a vehículos más eficientes a través de incentivos.	2016-2025	Ministerio de Energía, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Ministerio de Hacienda Gremios
Extender el etiquetado de consumo energético a vehículos motorizados medianos y pesados.	2016-2025	Ministerio de Energía Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Ministerio de Medio Ambiente
Implementar estándares crecientes de rendimiento en todos los vehículos motorizados terrestres, con consideraciones de costos.	2018-2050	Ministerio de Energía Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Ministerio de Medio Ambiente Gremios
Incorporar mejoras de infraestructura y sistemas de gestión de energía en las operaciones aéreas.	2016-2035	Ministerio de Obras Públicas Dirección General de Aeronáutica Civil Junta de Aeronáutica Civil
Participar de los acuerdos internacionales que buscan eficiencia energética en el transporte de carga internacional a través de mejoras tecnológicas.	2016-2050	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Ministerio de Relaciones Exteriores Dirección General de Aeronáutica Civil Junta de Aeronáutica Civil
Realizar una estandarización técnica y habilitar infraestructura pública y privada que facilite la incorporación de vehículos particulares y de carga liviana de baja o cero emisión.	2016-2050	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Ministerio de Energía Municipalidades
Generar las condiciones para que puedan operar vehículos con diferentes combustibles.	2016-2050	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Ministerio de Energía
Incentivar la penetración de mejoras tecnológicas y/o utilización de combustibles alternativos, tanto en el transporte aéreo como marítimo.	2016-2050	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Ministerio de Economía Fomento y Turismo Ministerio de Energía
Incorporar los requerimientos de baja o cero emisión en las licitaciones de transporte público urbano de pasajeros.	2018-2050	Ministerio de Transportes Ministerio de Medio Ambiente
Promover mecanismos de financiamiento para renovación de vehículos para el transporte público urbano de pasajeros hacia tecnologías de baja o cero emisión.	2016-2050	Ministerio de Transportes Ministerio de Medio Ambiente Ministerio de Hacienda Ciudadanía
Generar y adoptar estándares de sustentabilidad para el transporte de carga liviana, y fomentar el recambio a vehículos de baja o cero emisión.	2020-2050	Ministerio de Transportes Ministerio de Medio Ambiente Gremios
Identificar la infraestructura necesaria para apoyar flotas para el transporte de carga liviana bajas en emisiones.	2016-2050	Ministerio de Transportes Ministerio de Energía Ministerio de Obras Públicas Gremios



Lineamiento 30: Fomentar el cambio modal hacia alternativas de transporte más eficientes y bajas en emisiones.

Actualmente la participación modal en el transporte privilegia las acciones menos eficientes energéticamente y con mayores niveles de emisión. En el largo plazo se proyecta un alza en esta tendencia, lo que requiere implementar políticas que prioricen los modos no motorizados y aquellos más eficientes.

Metas

2050:

- Al menos 10% de participación de bicicletas en ciudades medianas y pequeñas.

2035:

- Al menos 6% de participación de bicicletas en grandes ciudades.
 - Se mantiene la participación del automóvil igual a la del transporte público, en las ciudades grandes e intermedias, pese al aumento neto de vehículos particulares.
 - Al menos 15% de participación modal del ferrocarril en el transporte de carga.
-



Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Incorporar mecanismos para el control de la congestión (tales como tarificación, políticas de estacionamiento, entre otros).	2018-2050	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Ministerio de Hacienda Municipalidades Organizaciones de la Sociedad Civil
Invertir en infraestructura especializada para el transporte público y para modos no motorizados.	2016-2050	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Ministerio de Obras Públicas Ministerio de Vivienda y Urbanismo Ministerio de Energía Gobiernos Regionales Municipalidades
Desarrollar y aplicar una estrategia para el transporte público que considere mejorar el nivel de servicio e imagen.	2016-2050	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Gremios Ciudadanía
Elegir la combinación de transporte público urbano que conforme la red más eficiente según la demanda esperada, dando prioridad financiera a las tecnologías más limpias.	2020-2050	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Ministerio de Medio Ambiente Ministerio de Hacienda Ministerio de Energía
Promover la complementariedad e integración física, operacional y tarifaria intermodal.	2016-2050	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
Desarrollar e implementar políticas de bicicletas públicas.	2018-2050	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito Ministerio de Medio Ambiente Gobiernos Regionales Municipalidades Organizaciones de la Sociedad Civil
Implementar medidas que propicien el transporte intermodal de carga y la integración del sistema de transporte, sustituyendo traslados camineros por ferroviarios.	2020-2050	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Ministerio de Obras Públicas Empresa de los Ferrocarriles del Estado Gremios Ciudadanía
Eliminar las restricciones de cabotaje nacional y mejorar los accesos a servicios portuarios.	2016-2035	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Ministerio de Obras Públicas Gremios



Lineamiento 31: Reducir las distancias y el número de viajes.

La implementación del potencial de eficiencia energética del sector requiere un importante esfuerzo de coordinación entre los actores públicos y privados que conforman los sectores de transporte y planificación urbana, y participan de su regulación.

Metas

2050:

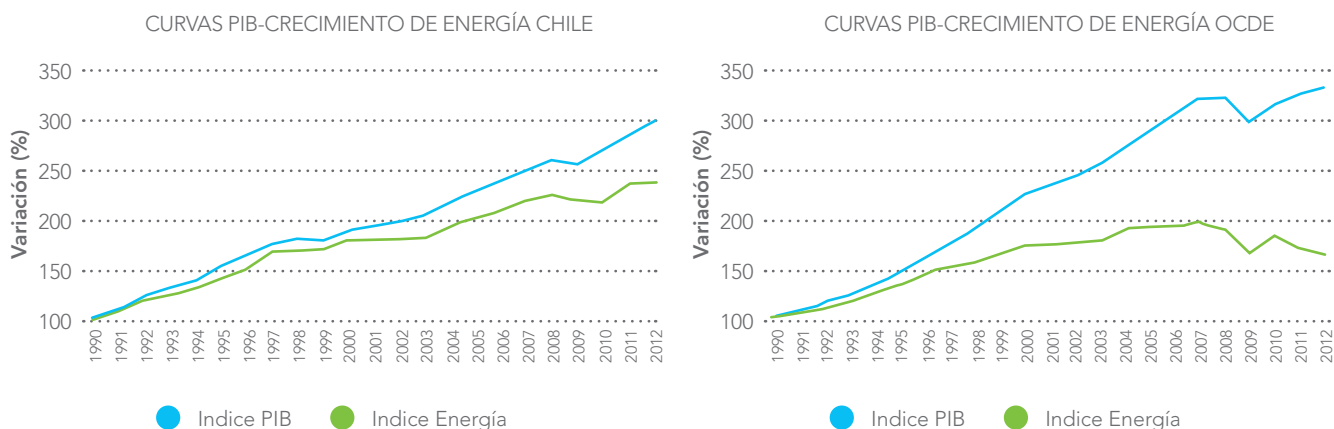
- 100% de los proyectos de viviendas nuevas incorporan la distancia estimada de desplazamiento a lugares de trabajo, como una de las variables relevantes en su evaluación.

Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Incorporar criterios de eficiencia en transporte en la planificación urbana para acortar los trayectos hogar-trabajo.	2016-2025	Ministerio de Energía Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Ministerio de Vivienda y Urbanismo Municipalidades
Incorporar, en las políticas e instrumentos de planificación urbana, criterios que permitan reducir las distancias de viaje hogar-trabajo.	2018-2050	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Ministerio de Vivienda y Urbanismo SUBDERE Municipalidades
Implementar campañas para un uso racional y eficiente del automóvil particular, considerando la promoción del transporte público y el uso de la bicicleta.	2017-2050	Ministerio de Energía Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Agencia Chilena de Eficiencia Energética Ministerio de Educación Organizaciones de la Sociedad Civil

BOX IV. CONTEXTO DE LOS LINEAMIENTOS DEL EJE USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA Y CULTURA ENERGÉTICA

Evolución PIB e Índice de Energía en Chile y en países de la OECD, 1990 - 2012

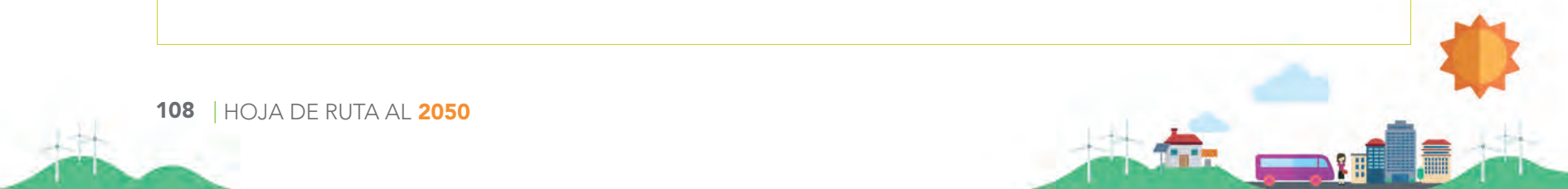


Fuente: Balance de Energía y EIA

El acople que ha existido históricamente entre crecimiento económico y consumo energético en el país, ha venido disminuyendo en los últimos años, en gran parte gracias a las políticas que fomentan el uso eficiente de la energía. Chile posee un menor consumo de energía per cápita que los países desarrollados, y es esperable que este aumente a fin de poder acompañar el desarrollo económico de los próximos años. Se reconoce que, para alcanzar a largo plazo un desacople entre crecimiento económico y consumo energético alineado con el comportamiento de los países de la OCDE, es imperativo realizar esfuerzos importantes en materia de EE, estableciendo así uno de los pilares sobre los que se formula la visión estratégica del sector energía en el largo plazo.

Los beneficios del uso eficiente de la energía, son consecuentes con varios de los atributos de la visión global establecida por el Comité Consultivo de Energía 2050, por lo que se requerirán grandes esfuerzos en eficiencia energética para alcanzar la visión de largo plazo. Entre los beneficios se destacan: Disminución de la tasa de crecimiento de la demanda energética; Reducción de costos; Mejora en la competitividad; Reducción de emisiones GEI; Menor capacidad adicional en nuevos proyectos de generación; Fortalecimiento de la seguridad del suministro energético del país; Disminución de la dependencia de energéticos importados.

Los distintos sectores productivos, presentan desafíos diferentes sobre cómo reducir las brechas que existen actualmente para fomentar el uso eficiente de la energía, a fin de lograr un desacople entre crecimiento económico y consumo energético, alcanzando un acceso equitativo a energía confiable, sustentable, inclusiva y de precios razonables. Por tal motivo, las acciones y medidas que deberán implementarse en cada caso, tendrán sus particularidades, pero todas apuntarán a alcanzar las metas comunes de reducción de la demanda energética, consistente con las proyecciones de los requerimientos energéticos del país a largo plazo.



4.5 LINEAMIENTOS EJE INNOVACIÓN Y DESARROLLO PRODUCTIVO

En esta sección se detallan los lineamientos estratégicos, metas y plan de acción para el Eje Innovación y Desarrollo Productivo. Se establecen tres lineamientos, los cuales fueron contruidos a partir de un marco conceptual para el desarrollo de una política de Estado para la innovación en energía, tal como se describe en el Box V.

Lineamiento 32: Instalar una visión de largo plazo y definir una política de ciencia, tecnología e innovación en energía.

El proceso de cambio tecnológico en el sector energía es particularmente lento y complejo, debido a lo intensivo en capital de la infraestructura tecnológica, al largo plazo de utilización y retorno de las inversiones, la necesidad del desarrollo de conocimientos tecnológicos específicos y a la vez contextualizados en procesos sociales y culturales complejos, entre otros factores. Los mercados por si solos no son capaces de responder a los desafíos de innovación debido a las fallas de sistema y coordinación, necesitando capital paciente y estrategias políticas persistentes y adaptables.

Se requiere de una política energética que, en forma coordinada con una política de ciencia, tecnología e innovación en energía, permita avanzar en los objetivos de desarrollo y adopción de nuevas tecnologías, desarrollo de conocimientos y capital humano y fomento de la innovación como fuente de competitividad para el país.

Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Potenciar el rol del Ministerio de Energía en el desarrollo de una política de ciencia, tecnología e innovación en energía.	2016-2018	Ministerio de Energía, CORFO, CONICYT, Universidades, Centros de Investigación, Universidades
Iniciar proceso de planificación tecnológica estratégica.	2016-2018	Ministerio de Energía, CORFO, CONICYT, Universidades, Centros de Investigación, Gremios, Universidades
Potenciar el rol del Centro para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables (CIFES) en la implementación de la política de ciencia, tecnología e innovación en energía.	2016-2018	Ministerio de Energía, CORFO, Gremios

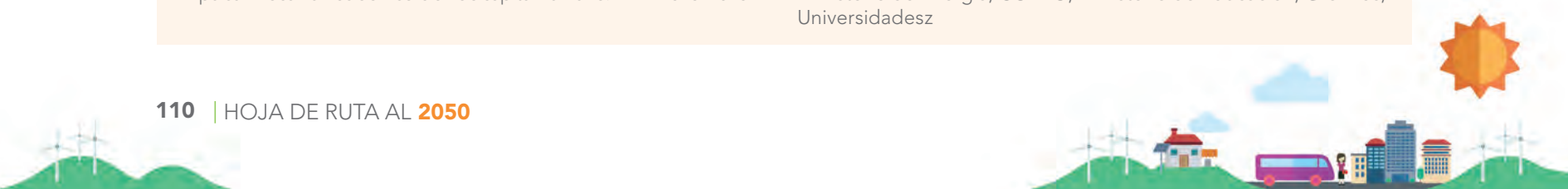
Lineamiento 33: Fortalecer la demanda por innovación y emprendimiento en energía.

Hoy existe una falta de focalización de los sectores prioritarios para aprovechar ventajas comparativas para el desarrollo de la innovación. El país sigue con la misma estructura productiva extractiva y, en gran medida, se debe a la falta de fomento a la innovación y el emprendimiento. La energía es un sector estratégico que ofrece oportunidades para mejorar la competitividad del país mediante aumentos de productividad, diversificación y sofisticación del desarrollo productivo.

La demanda por innovación en energía debe ser co-construida desde la iniciativa privada como apoyo del Estado en procesos de fomento de largo plazo, modulando apoyos de distinto tipo y reduciendo barreras a la innovación, fomento a la adopción y adaptación de tecnologías innovadoras existentes, fortaleciendo el surgimiento de nichos sociotécnicos, emprendimientos tecnológicos e innovación empresarial, y apoyando procesos de gestión de la innovación al interior de las empresas. Al mismo tiempo, se debe incentivar la innovación social, con el fin de desarrollar capacidades, conocimiento y tecnologías para resolver los desafíos socioambientales que presenta el desarrollo energético.

Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Implementar una política de compras públicas que permita potenciar mercados tecnológicos y adoptar nuevas tecnologías energéticas.	2016-2018	Ministerio de Energía, Ministerio de Hacienda, Mercado Público
Potenciar la sofisticación del tejido productivo asociado al sector energía a través de mecanismos de apoyo a la innovación empresarial.	2018-2035	Ministerio de Energía, CORFO, Gremios
Eliminar barreras regulatorias a la innovación.	2016-2018	Ministerio de Energía, Ministerio de Economía, CORFO, Universidades
Fomentar la adopción de nueva tecnología articulando iniciativas piloto.	2016-2035	Ministerio de Energía, CORFO, Gremios, Universidades, Centros de Investigación
Promover programas de gestión de la innovación en empresas del sector.	2016-2018	Ministerio de Energía, CORFO, Gremios
Impulsar mecanismos de inserción de capital humano.	2016-2018	Ministerio de Energía, CORFO, Ministerio de Educación, Gremios, Universidades



Lineamiento 34: Potenciar y articular las capacidades tecnológicas del país en investigación, desarrollo e innovación en energía.

En la mayoría de los sectores que participan de la producción y uso de la energía se detecta un nivel de inversión en I+D+i+e¹⁶ insuficiente, repercutiendo en un bajo nivel de capacidades y conocimiento tecnológico, escasa infraestructura de soporte a la investigación y desarrollo, y un capital humano muy limitado para gestionar e implementar la innovación y el emprendimiento en energía. La inversión total en innovación es extremadamente baja y la inversión pública excede la privada, al contrario de lo observado en los países de la OCDE.

Se requiere contar con un adecuado nivel de infraestructura para la investigación y desarrollo, que sirva de base científica y tecnológica para el desarrollo de nichos donde hay una ventaja comparativa. Asimismo, se necesita de profesionales y técnicos con conocimientos avanzados insertos en un ecosistema de interacciones intersectoriales y multidisciplinarias capaces de generar proyectos colaborativos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico en las áreas prioritarias para un desarrollo energético sustentable, y con ello gestionar, sistematizar, actualizar y mantener el conocimiento generado sobre I+D+i+e en energía.

Plan de Acción

Acción	Horizonte	Actores
Diseñar e implementar programas tecnológicos con foco estratégico.	2016-2035	Ministerio de Energía, Ministerio de Educación, CORFO, Gremios, Universidades
Fortalecer el equipamiento y el capital humano de las entidades tecnológicas para activar la demanda por innovación.	2016-2035	Ministerio de Energía, Ministerio de Educación, CORFO, Gremios, Universidades
Generar y mantener capacidades tecnológicas habilitantes para proveer bienes y servicios de interés público.	2018-2035	Ministerio de Energía, CORFO, Gremios, Universidades, Centros de Investigación
Ejecutar portafolios de proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico colaborativos con visión de largo plazo.	2016-2035	Ministerio de Energía, CORFO, Ministerio de Educación, Gremios, Universidades
Desarrollar una política de formación y atracción de capital humano avanzado en energía.	2016-2018	Ministerio de Energía, CORFO, Ministerio de Educación, CONICYT, AGCID, Gremios, Universidades, Centros de Investigación, Universidades

¹⁶ Investigación, desarrollo, innovación y emprendimiento.



Los tres lineamientos del Eje Innovación y Desarrollo Productivo actúan necesariamente en conjunto y como parte de un solo marco programático que es funcional a la política energética. Por ello, se establecen las siguientes metas conjuntas para este Eje:

Metas

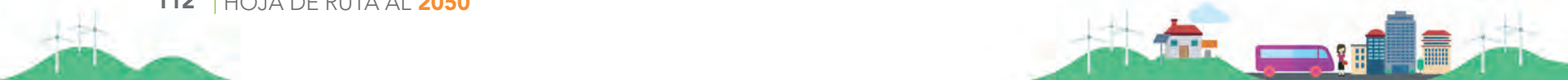
2050:

- Chile es el principal proveedor en América Latina de tecnología y servicios en los diferentes focos de innovación energética identificados, gracias a un desarrollo autosustentable de las industrias alrededor de estos nichos.
- 100% de los territorios insulares¹⁷ habitados (o zonas aisladas) cuentan con sistemas energéticos innovadores basados en tecnologías de energía renovable.
- Al menos 10 innovaciones hechas en Chile logran alto impacto y cobertura de mercado global.
- Las políticas de innovación en la industria contribuyen a alcanzar los potenciales de reducción del consumo energético.

2035:

- Chile es el principal proveedor en América Latina de tecnología y servicios para la industria solar, gracias a un desarrollo autosustentable de la misma a nivel nacional.
 - 50% de los territorios insulares habitados (o zonas aisladas) de Chile cuentan con sistemas energéticos innovadores basados en tecnologías de energía renovable.
 - Al menos 5 innovaciones hechas en Chile logran alto impacto y cobertura de mercado global.
-

¹⁷ El concepto de insular se refiere a consideraciones que son específicas al contexto, particularmente en Chile, donde una gran cantidad de territorios han desarrollado dinámicas productivas, sociales y tecnológicas que permitirían en desarrollo de capacidades locales para la gestión de sistemas energéticos innovadores, incluyendo las capacidades técnicas para su desarrollo, operación y mantención.



BOX V. MARCO CONCEPTUAL PARA EJE INNOVACIÓN Y DESARROLLO PRODUCTIVO

La literatura internacional sobre políticas enfatiza la necesidad de instalar políticas de Estado para la innovación en energía, con señales y directrices estables y de largo plazo, debido a que:

- » Las inversiones en energía son altamente intensivas en capital, con infraestructura específica y con largos períodos de recuperación.
- » El stock de capital tiene larga vida útil, que a su vez retrasa los procesos de actualización tecnológica.
- » El ciclo de innovación, experimentación, aprendizaje, desarrollo y penetración de mercado, es lento y de alto costo.
- » Se requiere un tiempo considerable para la coordinación de inversiones y generación de encadenamiento de aprendizajes que habilitan el surgimiento de los efectos positivos de los spillovers con otros sectores y de clusters productivos.

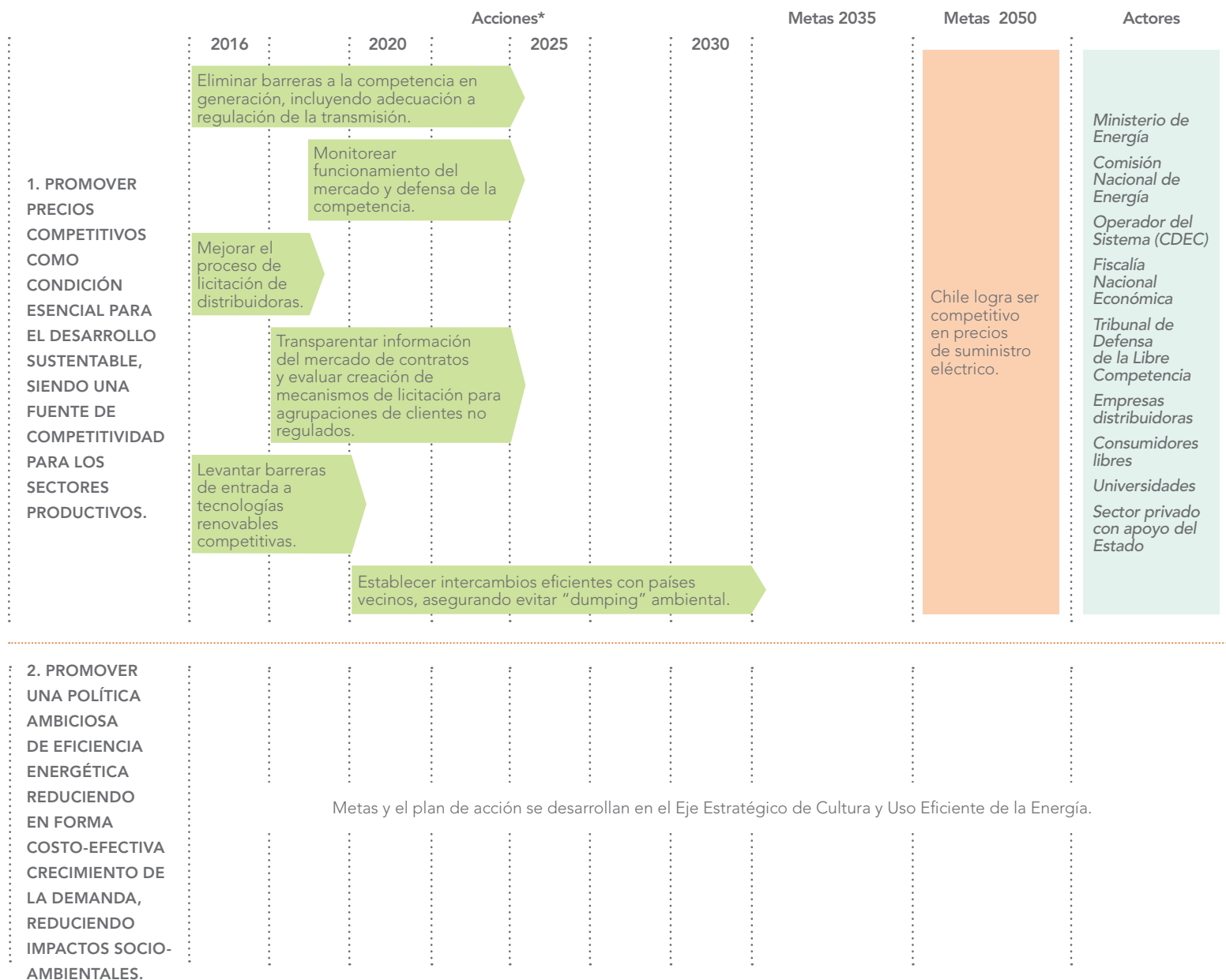
Por lo tanto, los lineamientos estratégicos de este eje apuntan a la definición de una visión de largo plazo materializada en una Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Energía con las siguientes características:

- **Consistencia, dinamismo y retroalimentación:** debe ser capaz de balancear la necesidad de consistencia y visión de largo plazo con los requerimientos de flexibilidad para adaptarse a circunstancias cambiantes e incorporar aprendizajes que permitan corregir deficiencias y aprovechar nuevas oportunidades.
- **Enfoque sistémico:** debe entregar lineamientos estratégicos cuyo propósito sea fortalecer al ecosistema de ciencia, tecnología e innovación en energía, potenciando la articulación de los actores del mundo académico (universidades y centros de formación técnica), de las empresas, de la sociedad civil y del Estado.
- **Balance entre foco estratégico y espacio para nuevas oportunidades:** debe ser capaz de definir los criterios de selectividad que darán origen a los focos de desarrollo tecnológico nacionales. Estos focos o nichos de intervención deben permitir aprovechar las ventajas competitivas del país como las oportunidades de desarrollo tecnológico.
- **Sustentabilidad e innovación social:** debe ser una herramienta efectiva para abordar los desafíos económicos, sociales y ambientales de la energía en Chile. En este sentido, se deben procurar estrategias de apoyo a la innovación social entendida como la adopción, uso y adaptación de tecnologías en un contexto social.
- **Vinculación internacional:** entre otras cosas, debe tener la capacidad de identificar aquellos ámbitos de acción en los cuales Chile requerirá sumarse a esfuerzos internacionales con el propósito de enfrentar desafíos globales en materia de política de ciencia, tecnología e innovación en energía.

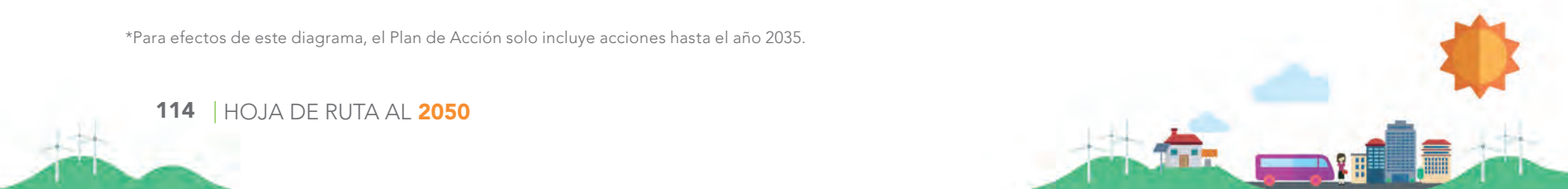


4.6. HOJA DE RUTA AL 2050: DIAGRAMA RESUMEN DE LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS, METAS Y PLAN DE ACCIÓN*

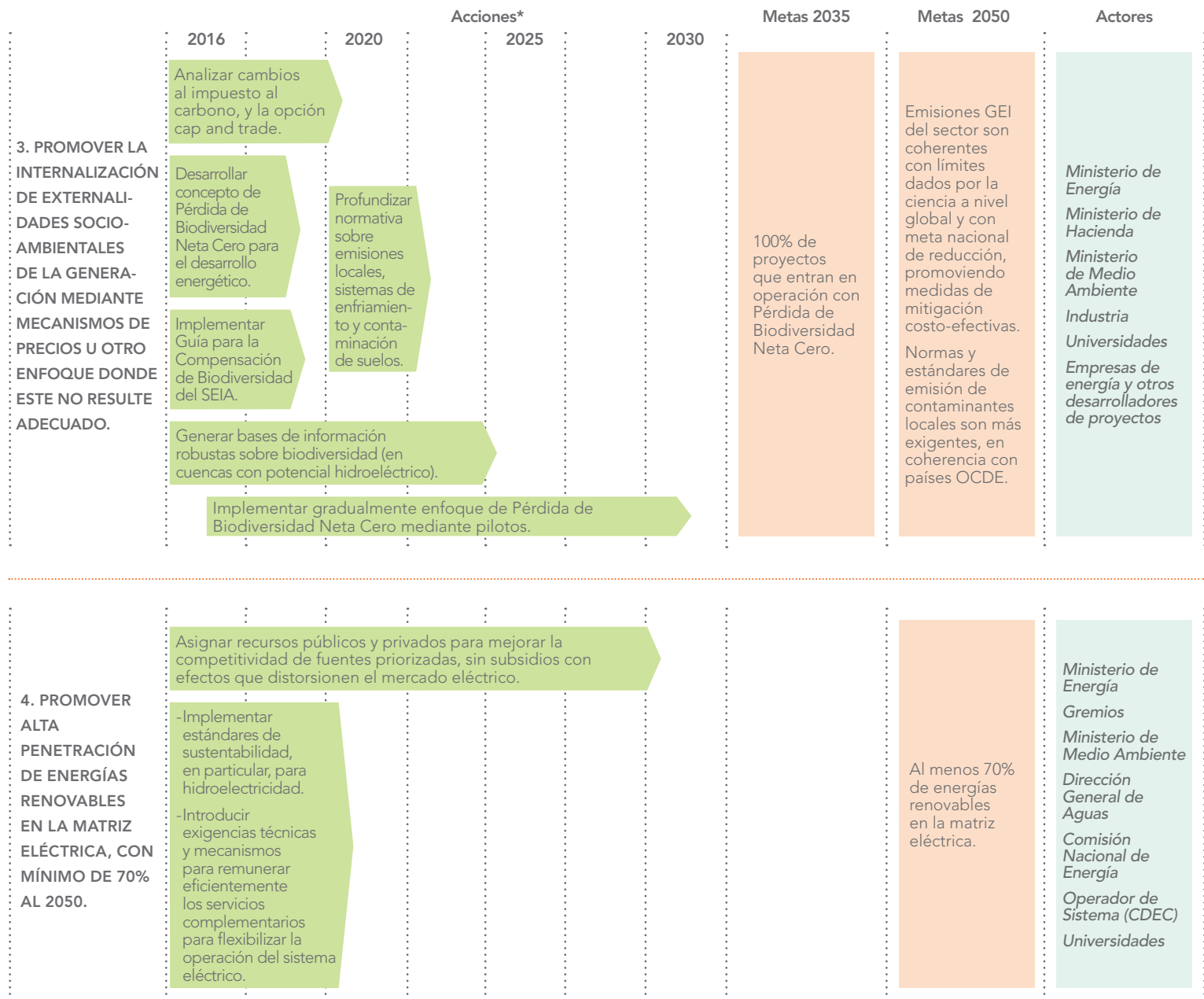
EJE ENERGÍA SUSTENTABLE



*Para efectos de este diagrama, el Plan de Acción solo incluye acciones hasta el año 2035.

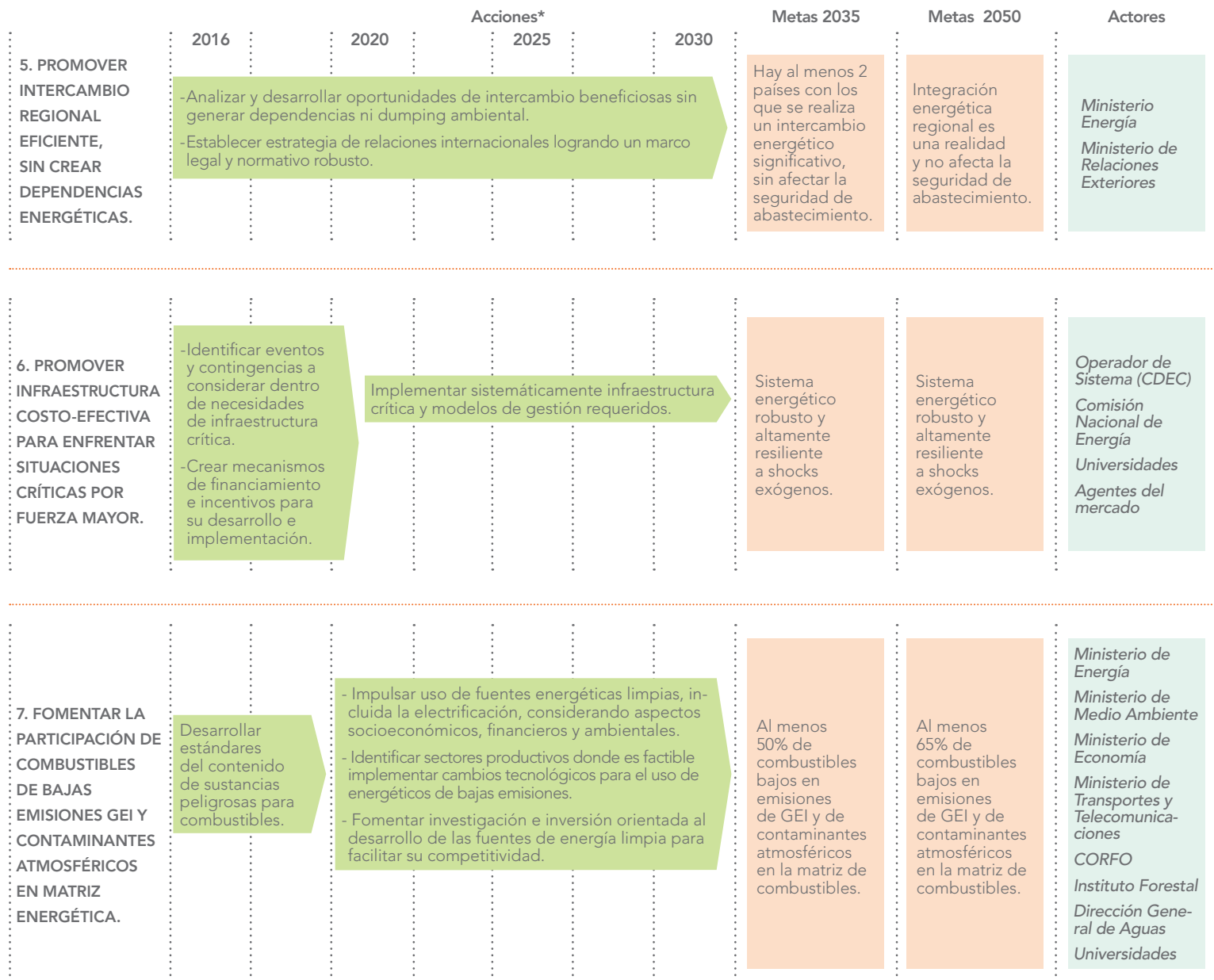


EJE ENERGÍA SUSTENTABLE



*Para efectos de este diagrama, el Plan de Acción solo incluye acciones hasta el año 2035.

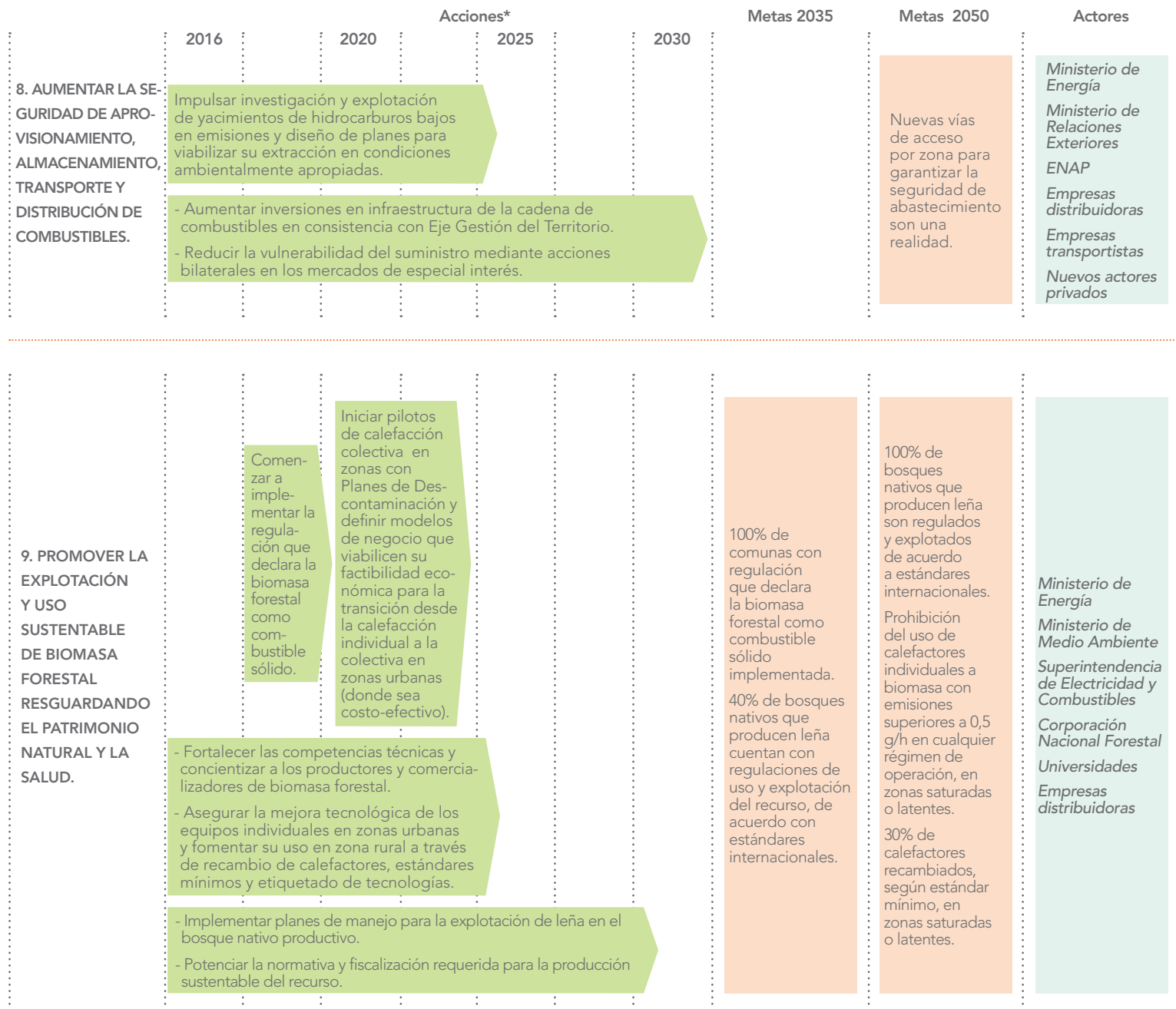
EJE ENERGÍA SUSTENTABLE



*Para efectos de este diagrama, el Plan de Acción solo incluye acciones hasta el año 2035.

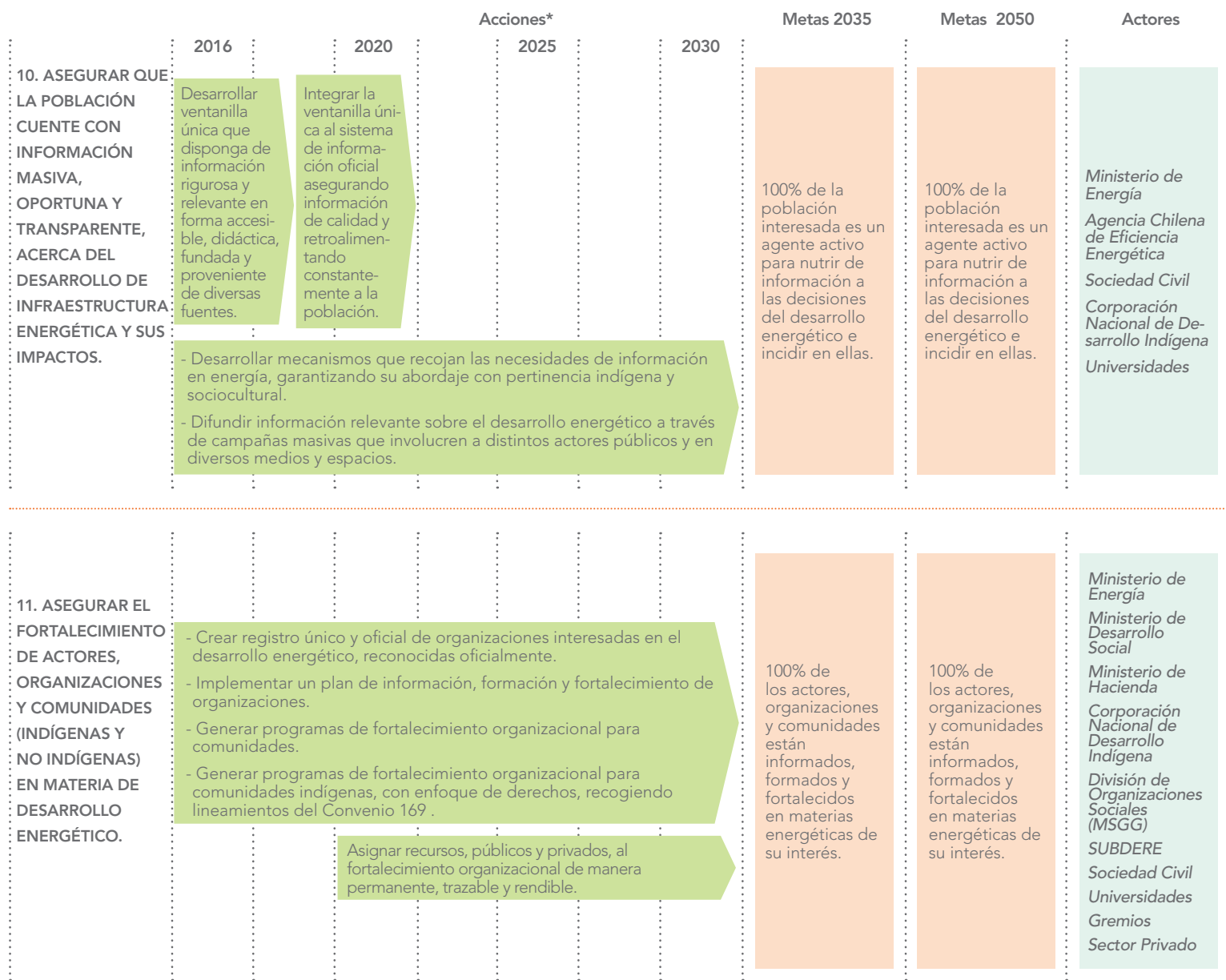


EJE ENERGÍA SUSTENTABLE



*Para efectos de este diagrama, el Plan de Acción solo incluye acciones hasta el año 2035.

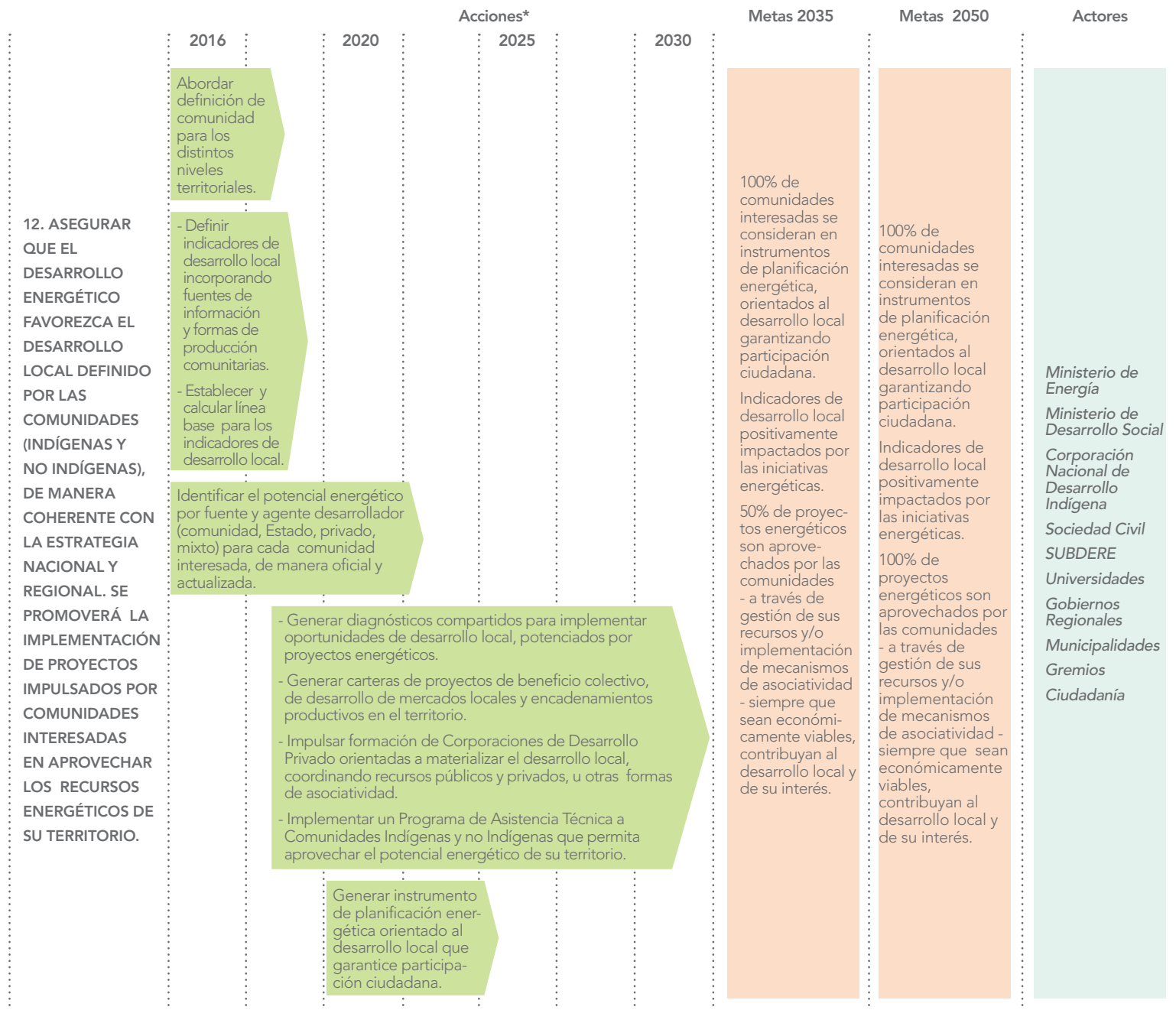
EJE RELACIÓN CON LAS COMUNIDADES Y POBREZA ENERGÉTICA



*Para efectos de este diagrama, el Plan de Acción solo incluye acciones hasta el año 2035.

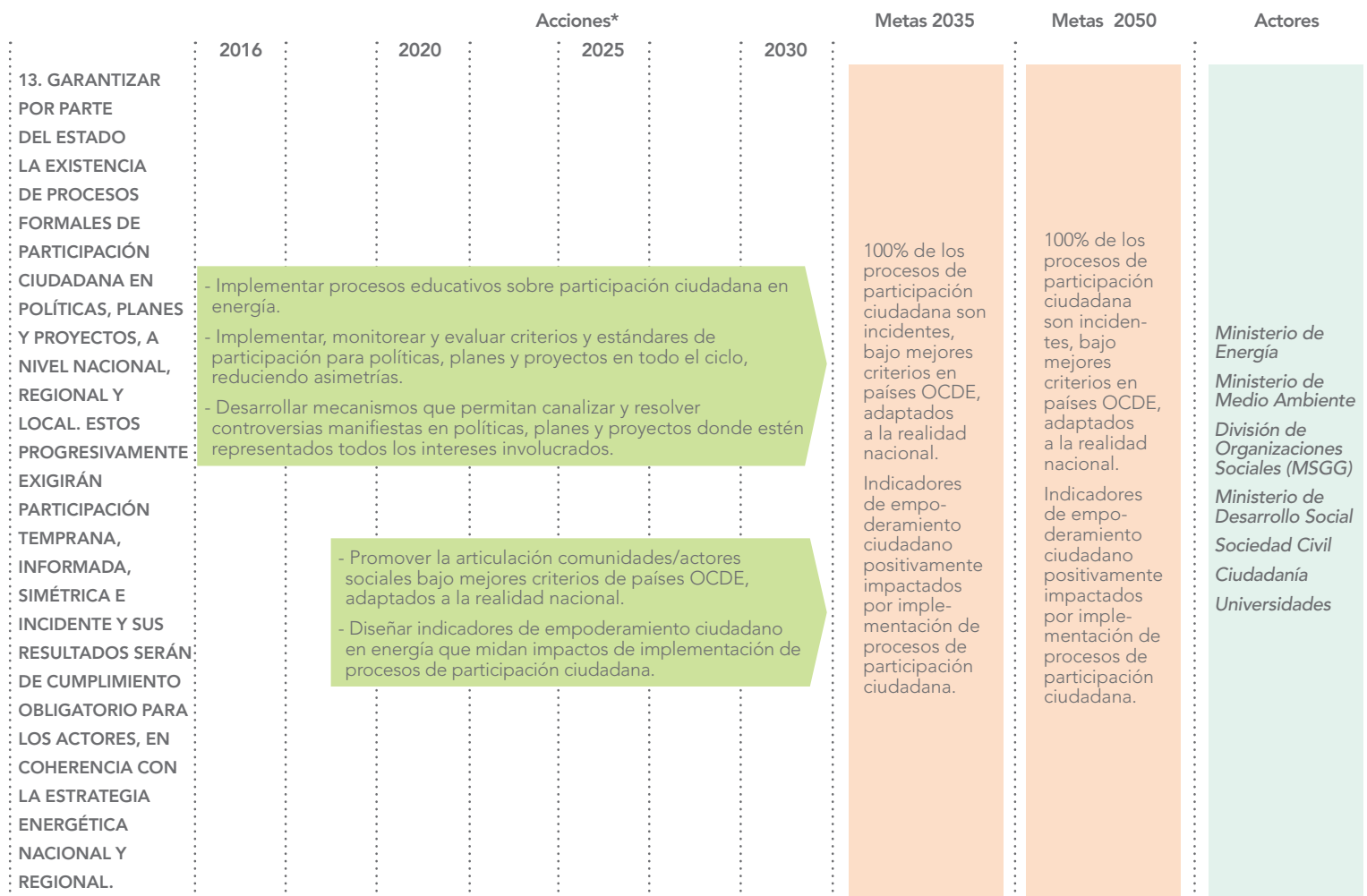


EJE RELACIÓN CON LAS COMUNIDADES Y POBREZA ENERGÉTICA

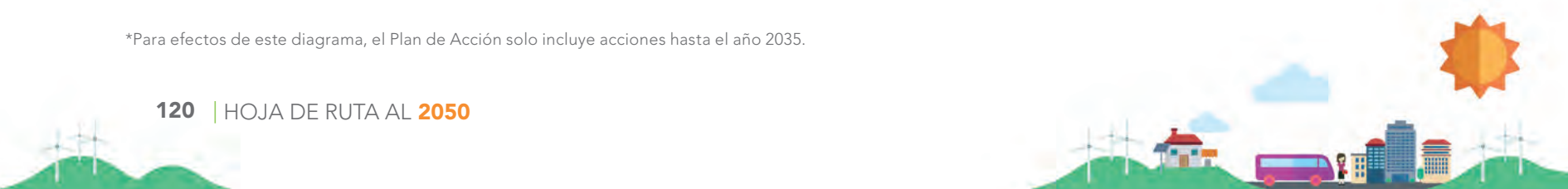


*Para efectos de este diagrama, el Plan de Acción solo incluye acciones hasta el año 2035.

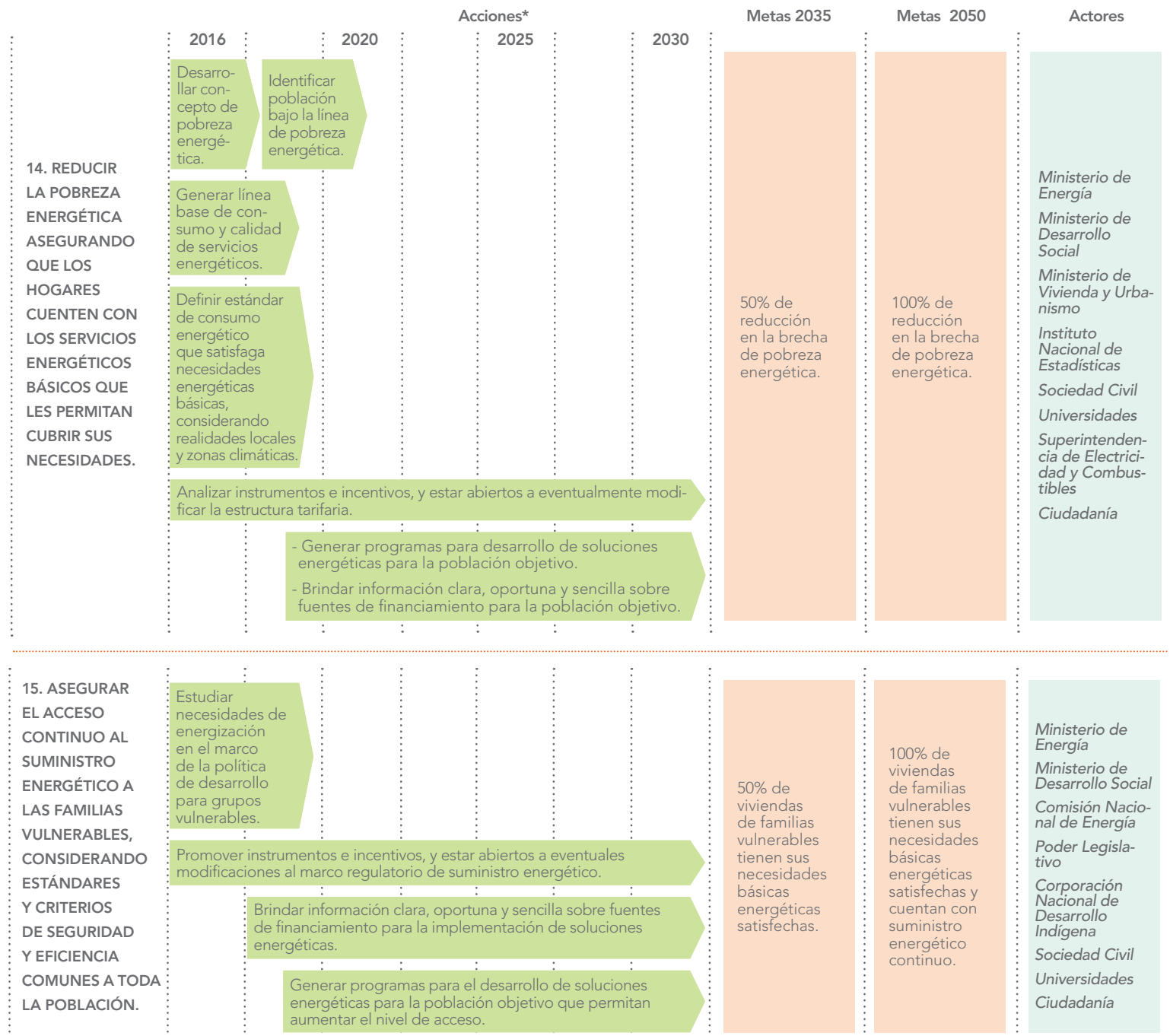
EJE RELACIÓN CON LAS COMUNIDADES Y POBREZA ENERGÉTICA



*Para efectos de este diagrama, el Plan de Acción solo incluye acciones hasta el año 2035.



EJE RELACIÓN CON LAS COMUNIDADES Y POBREZA ENERGÉTICA



*Para efectos de este diagrama, el Plan de Acción solo incluye acciones hasta el año 2035.

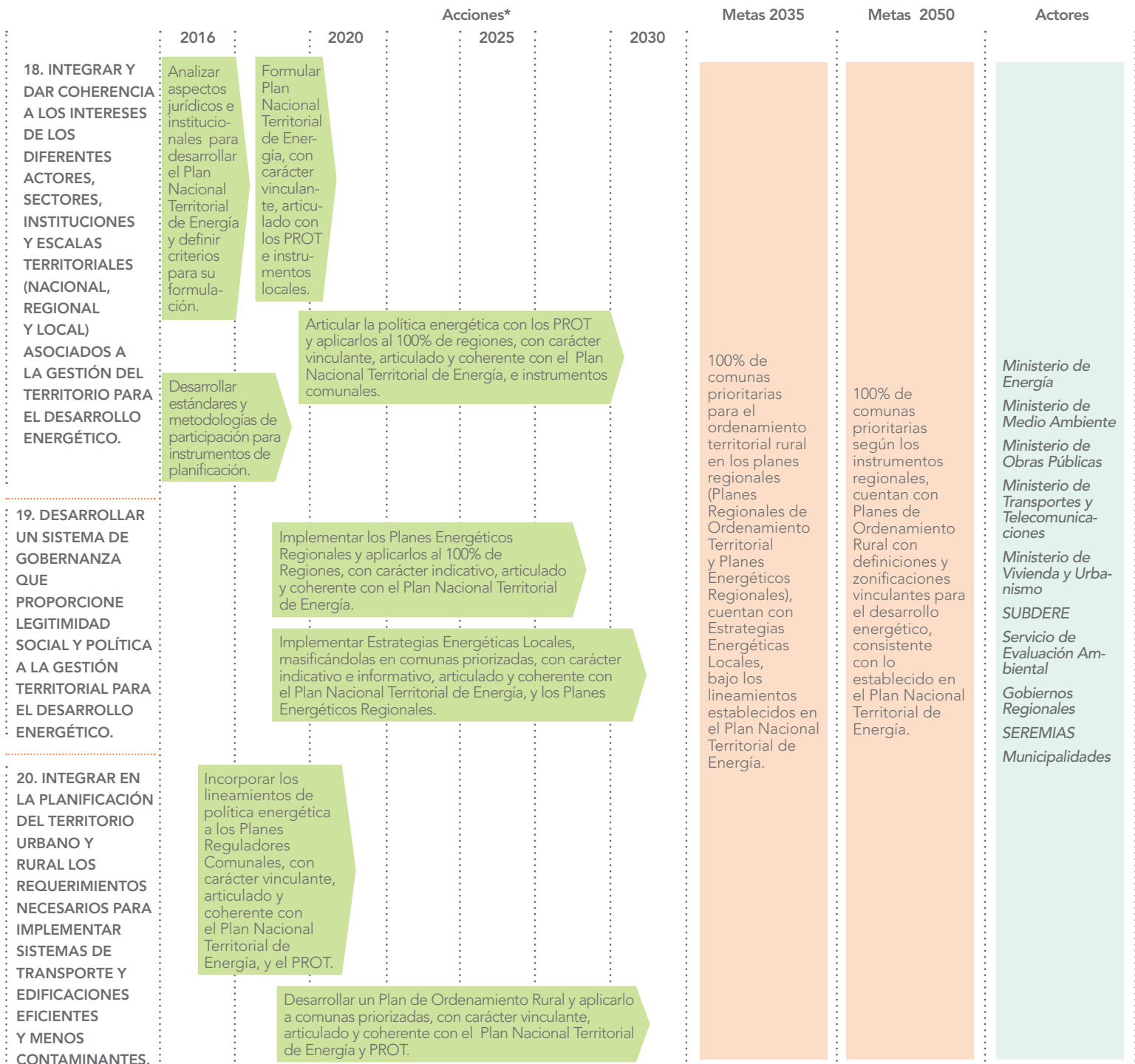
EJE RELACIÓN CON LAS COMUNIDADES Y POBREZA ENERGÉTICA



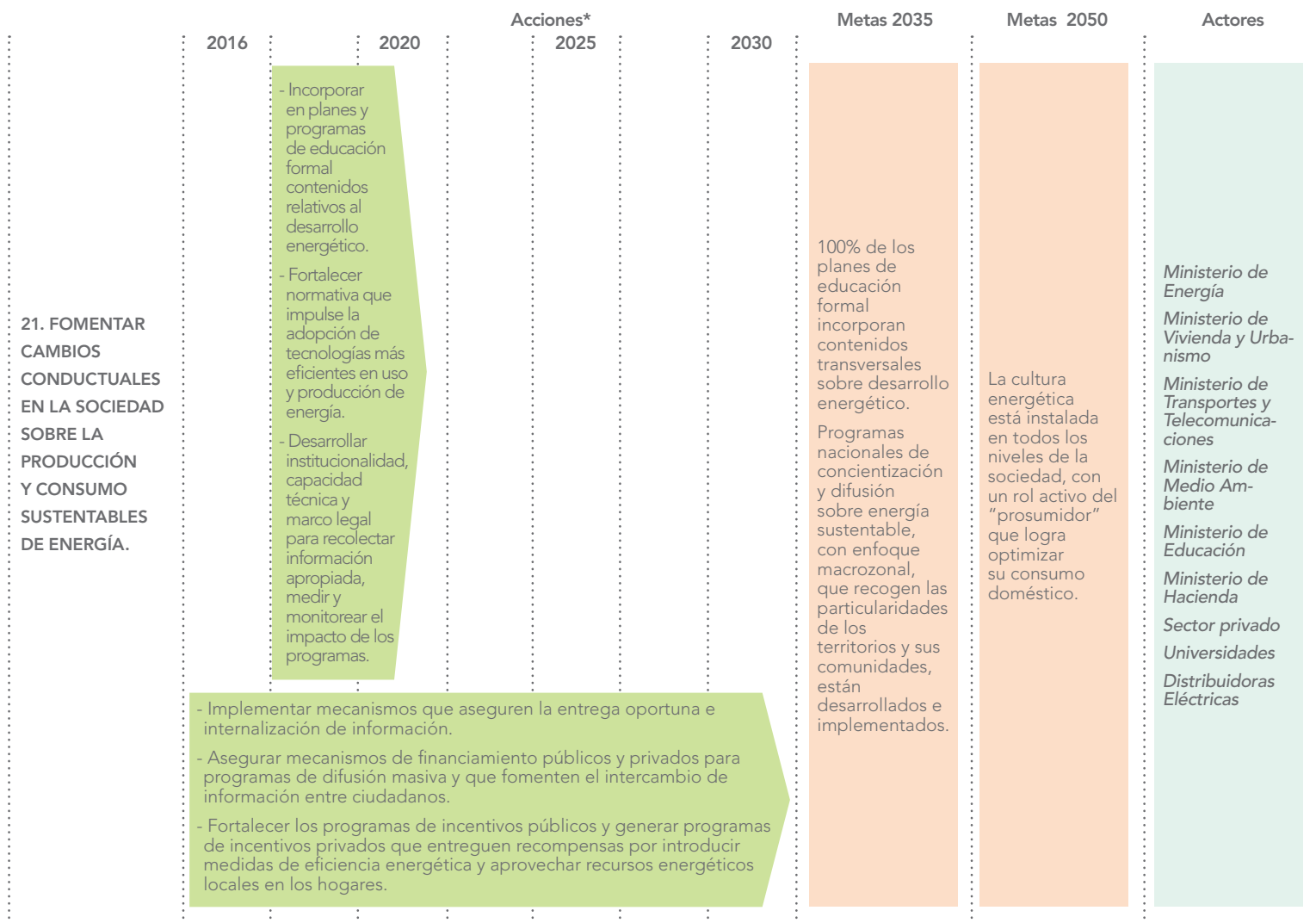
*Para efectos de este diagrama, el Plan de Acción solo incluye acciones hasta el año 2035.



EJE GESTIÓN DEL TERRITORIO



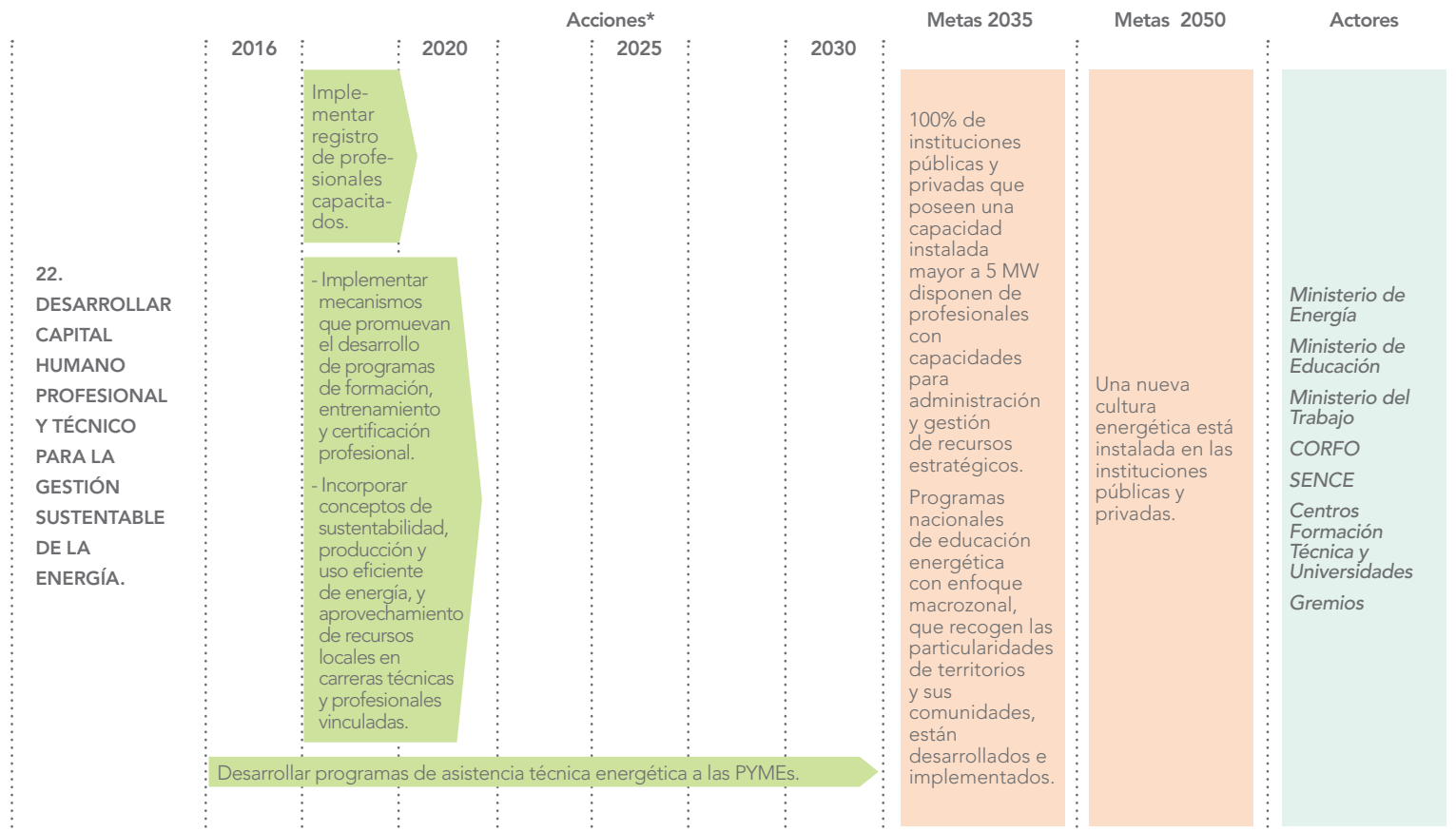
EJE USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA Y CULTURA ENERGÉTICA



*Para efectos de este diagrama, el Plan de Acción solo incluye acciones hasta el año 2035.

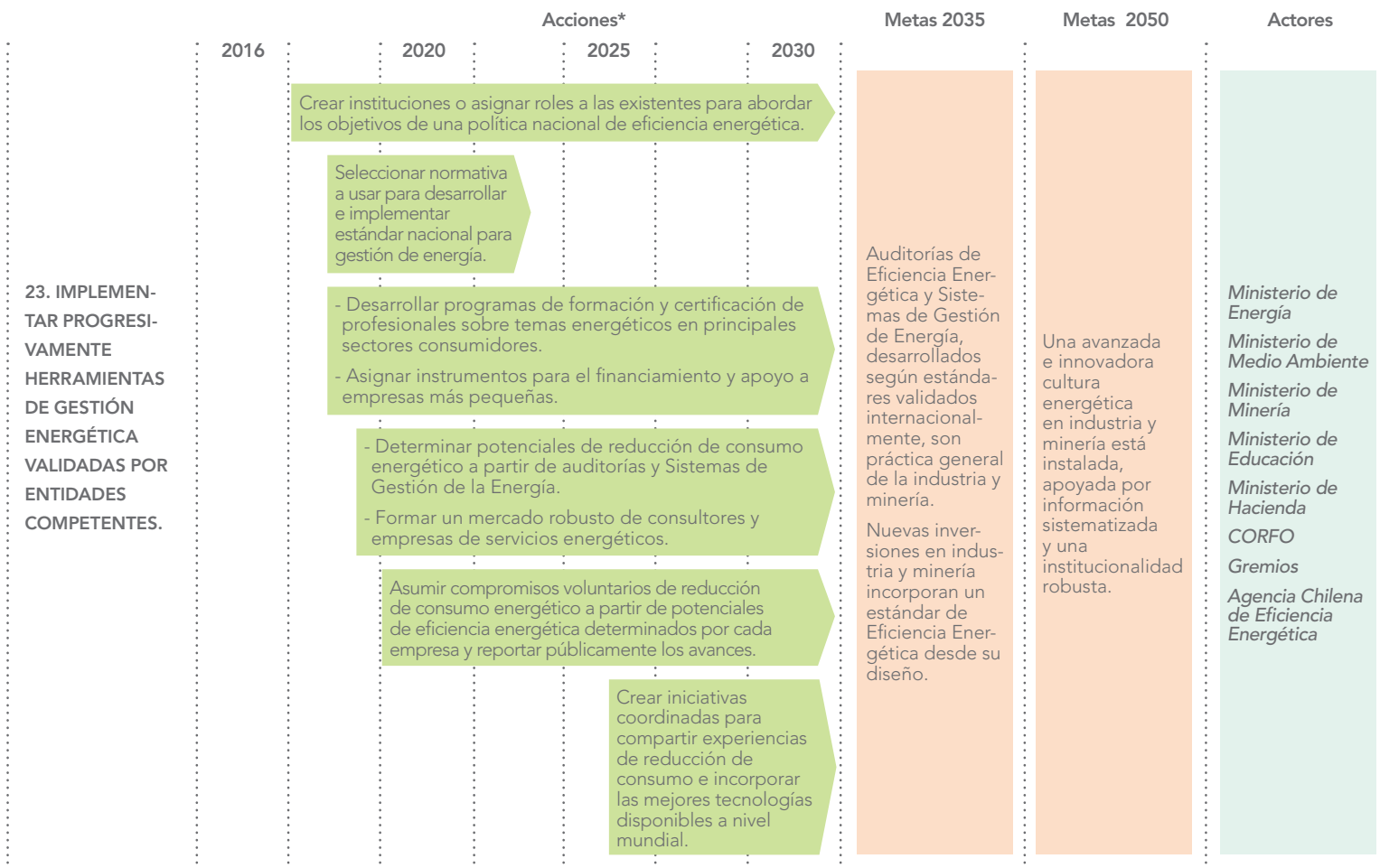


EJE USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA Y CULTURA ENERGÉTICA

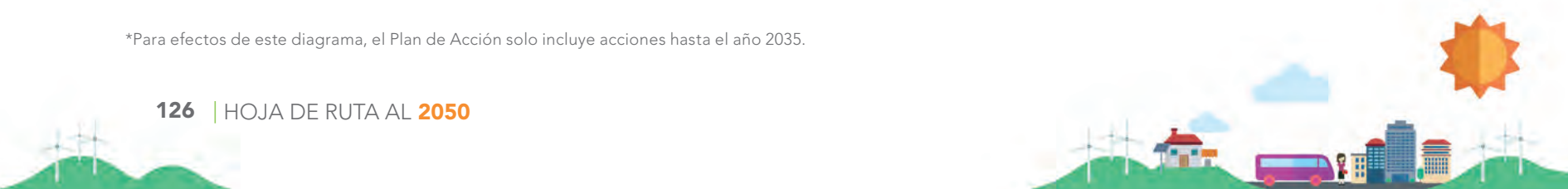


*Para efectos de este diagrama, el Plan de Acción solo incluye acciones hasta el año 2035.

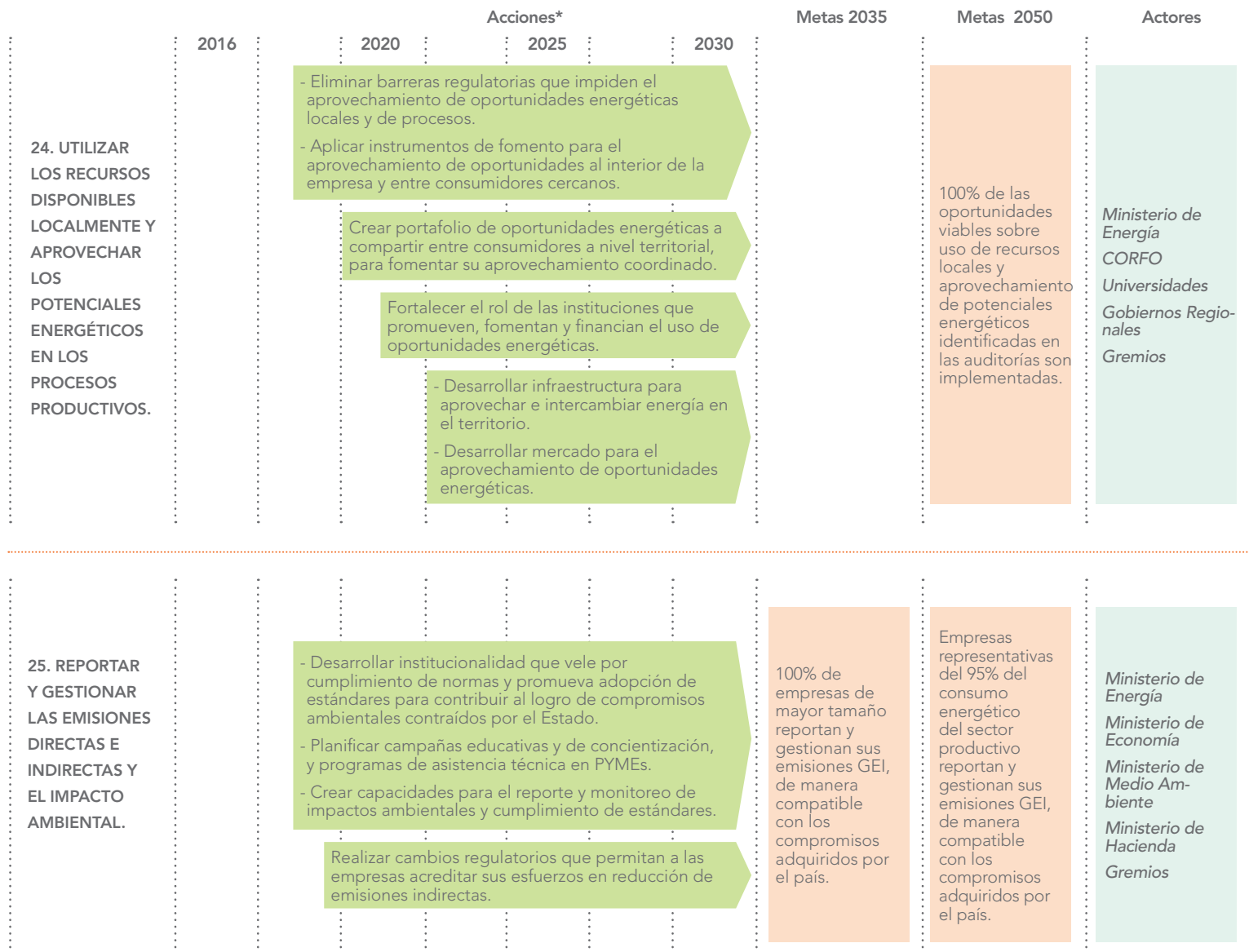
EJE USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA Y CULTURA ENERGÉTICA



*Para efectos de este diagrama, el Plan de Acción solo incluye acciones hasta el año 2035.

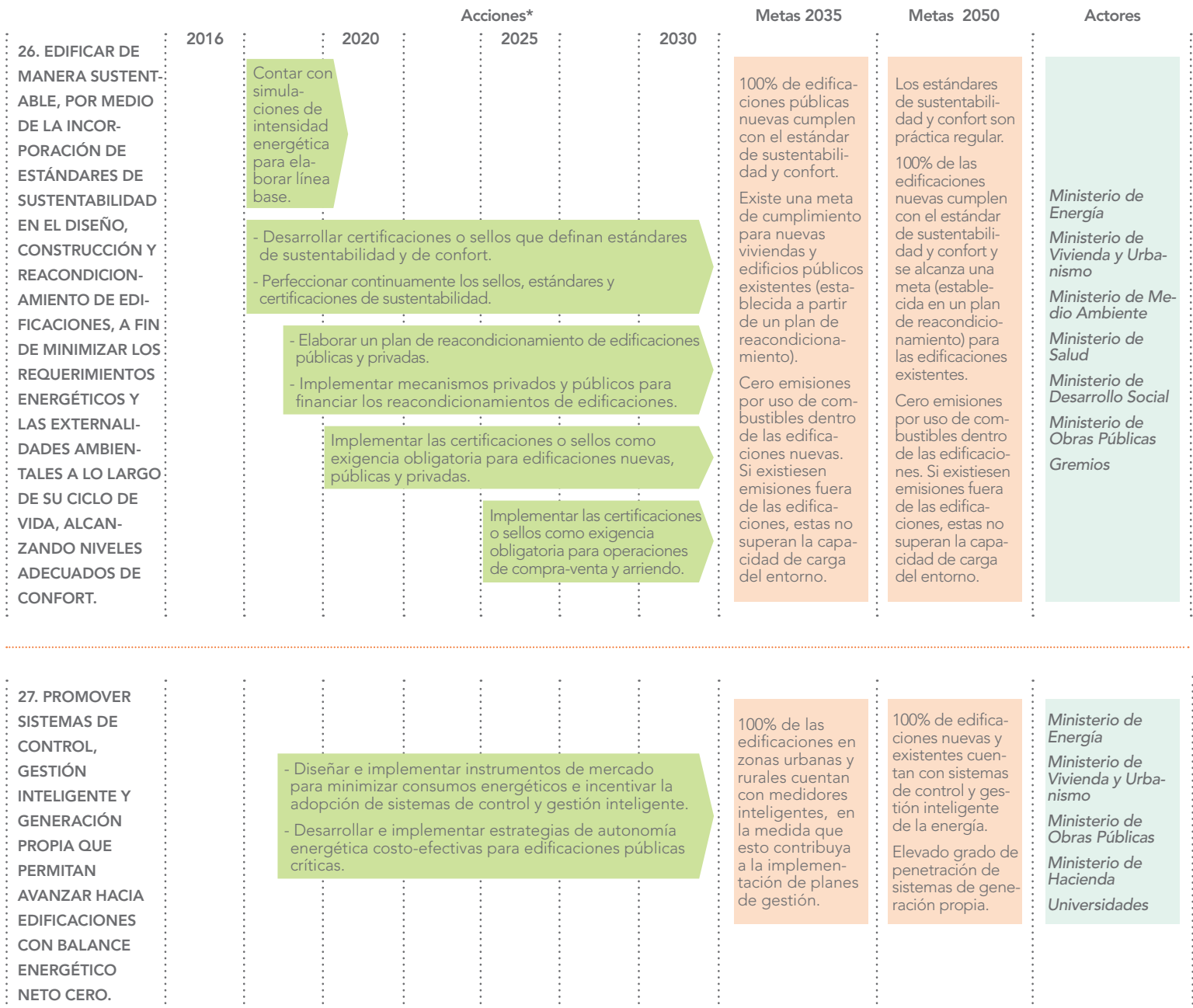


EJE USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA Y CULTURA ENERGÉTICA



*Para efectos de este diagrama, el Plan de Acción solo incluye acciones hasta el año 2035.

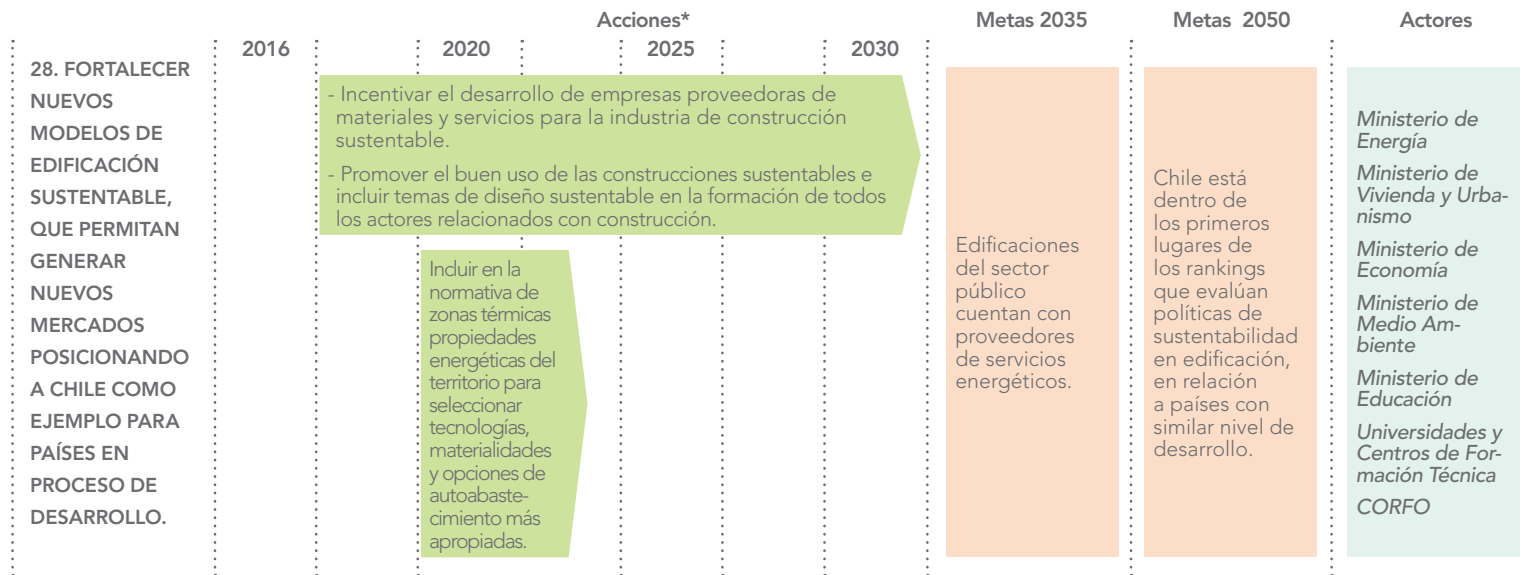
EJE USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA Y CULTURA ENERGÉTICA



*Para efectos de este diagrama, el Plan de Acción solo incluye acciones hasta el año 2035.

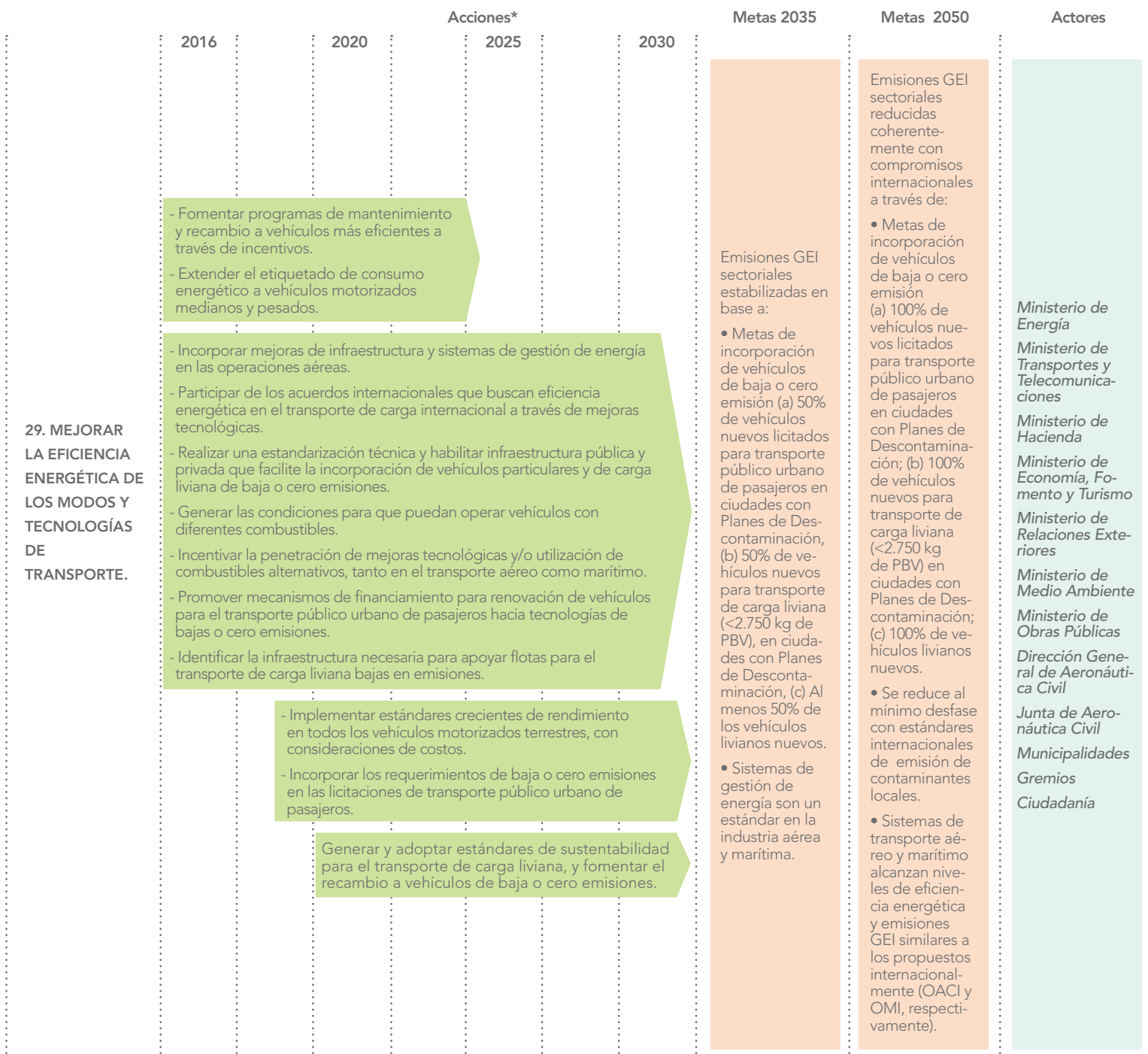


EJE USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA Y CULTURA ENERGÉTICA



*Para efectos de este diagrama, el Plan de Acción solo incluye acciones hasta el año 2035.

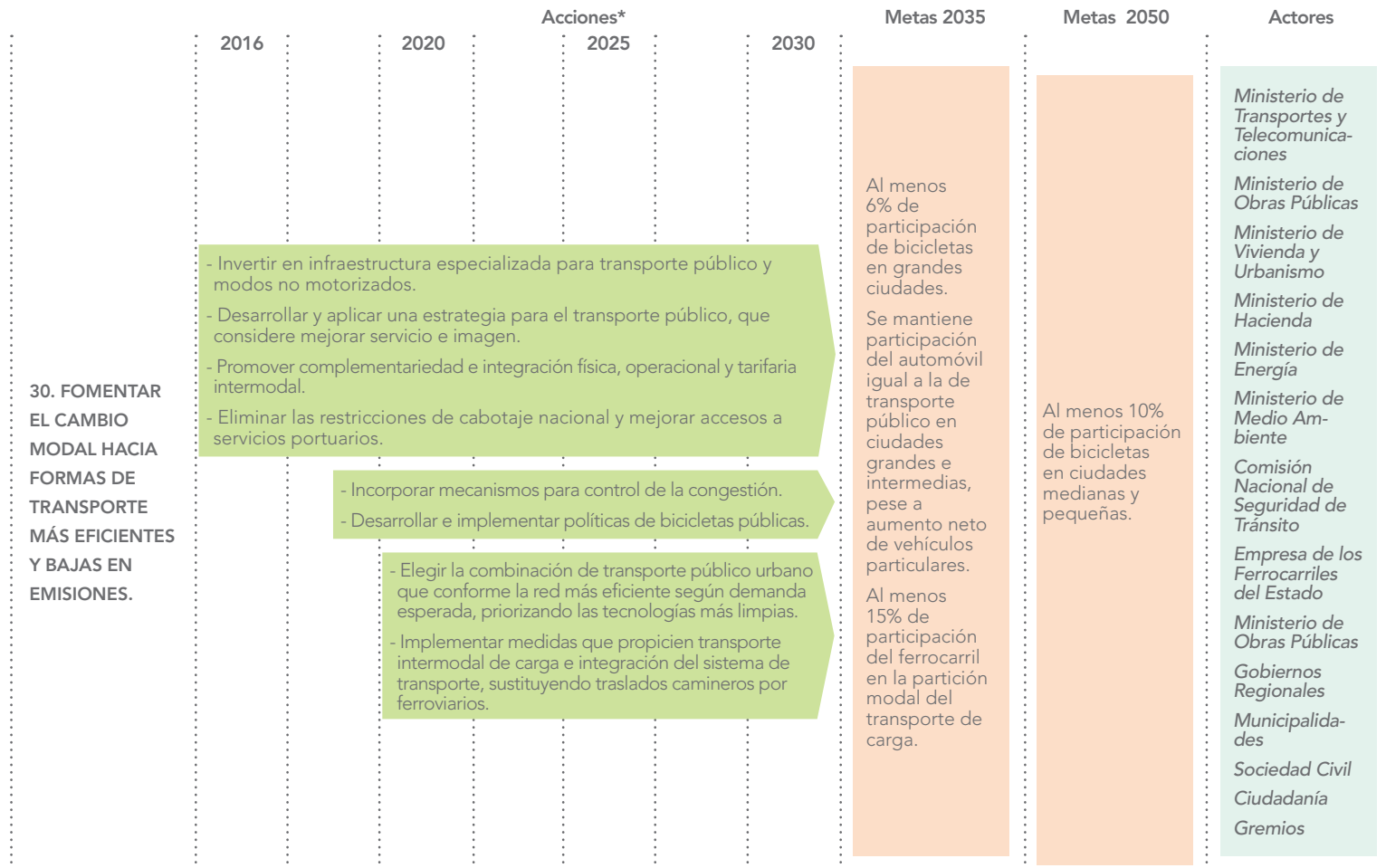
EJE USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA Y CULTURA ENERGÉTICA



*Para efectos de este diagrama, el Plan de Acción solo incluye acciones hasta el año 2035.

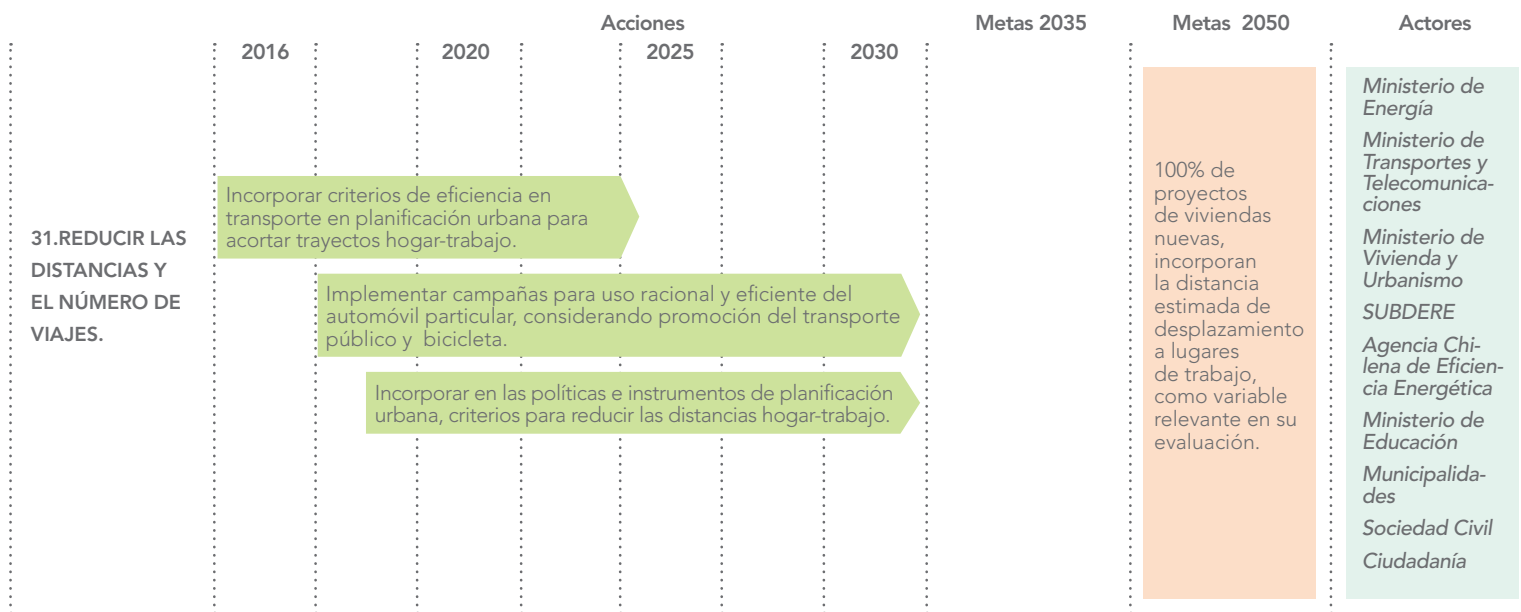


EJE USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA Y CULTURA ENERGÉTICA



*Para efectos de este diagrama, el Plan de Acción solo incluye acciones hasta el año 2035.

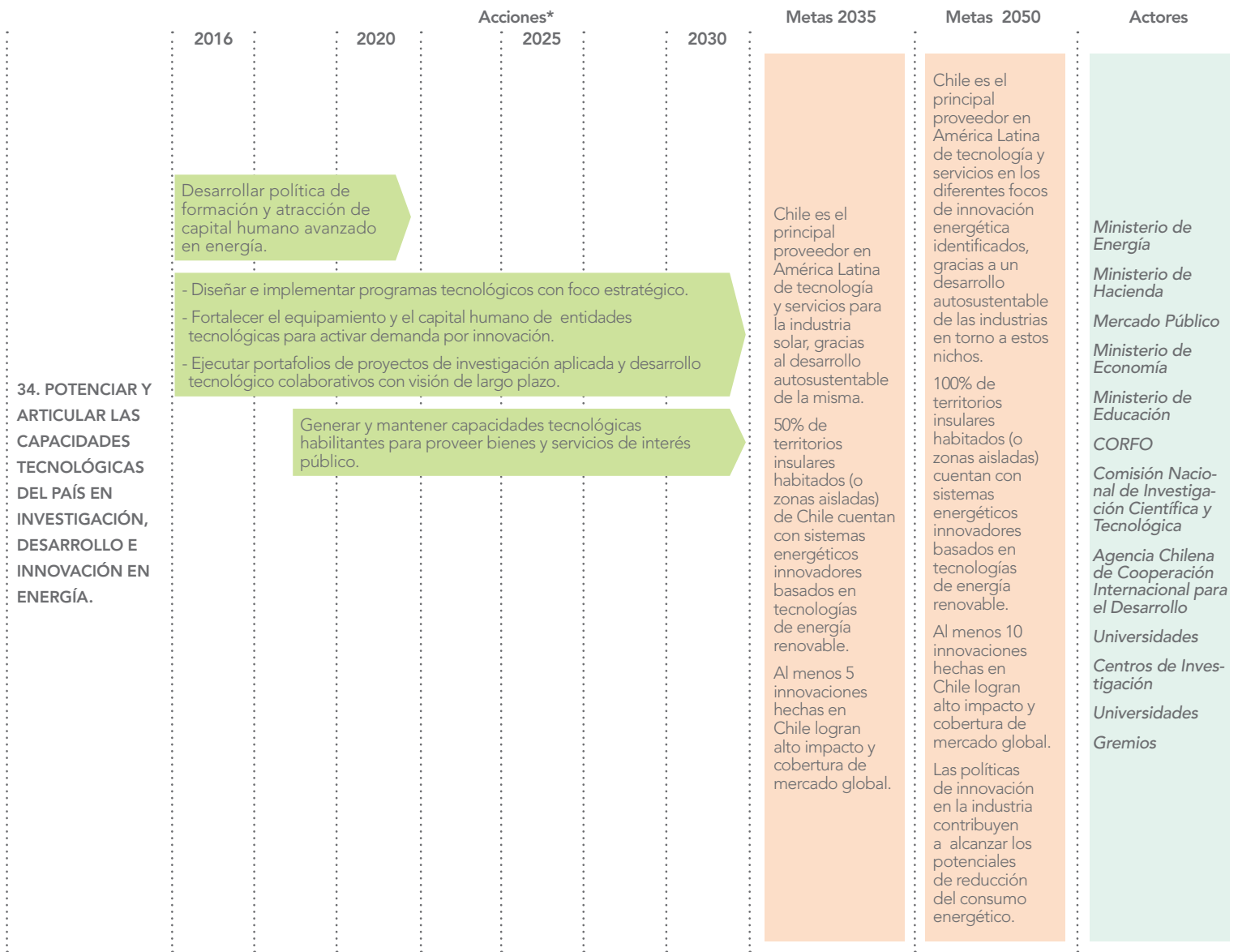
EJE USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA Y CULTURA ENERGÉTICA



*Para efectos de este diagrama, el Plan de Acción solo incluye acciones hasta el año 2035.



EJE INNOVACIÓN Y DESARROLLO PRODUCTIVO



*Para efectos de este diagrama, el Plan de Acción solo incluye acciones hasta el año 2035.





5 | SEGUIMIENTO Y MONITOREO DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA





El objetivo final del proceso participativo de construcción de la Política Energética de Largo Plazo, Energía 2050, es promulgar una política de Estado. Para ello, es necesario que la política cuente con la suficiente robustez y validación social, técnica y política, transversal a los intereses de corto y mediano plazo de los diferentes gobiernos en ejercicio.

De esta manera, se requiere generar mecanismos institucionales de monitoreo y seguimiento para la política energética, para asegurar su avance y reporte en el tiempo, con independencia del gobierno en ejercicio.

Considerando que la presente Hoja de Ruta es un insumo fundamental para la elaboración de la Política Energética de Largo Plazo por parte del Ministerio de Energía, el Comité Consultivo de Energía 2050 propone aquí criterios generales y elementos fundamentales a ser considerados en la institucionalidad para la política. A continuación se presenta esta propuesta.

5.1 PROCESO DE SEGUIMIENTO, MONITOREO Y REVISIÓN DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA EN EL LARGO PLAZO

El objetivo fundamental de la propuesta de institucionalidad es establecer un compromiso de Estado para el seguimiento, monitoreo y revisión de la política de largo plazo. Para ello, se sugiere la formulación de una Ley que formalice y regule el proceso de seguimiento, monitoreo y revisión de la política energética. A continuación, se describen los elementos centrales que se debiesen considerar para dicho compromiso de Estado:

- Periodicidad: la política energética se debe revisar con una periodicidad de 5 años.
- Comité Consultivo: para cada revisión de la Política Energética, el Ministerio de Energía deberá convocar a un Comité Consultivo transversal, representativo de los sectores de la economía y la sociedad interesados en energía. Deberá apoyar, cada 5 años, el proceso de revisión de la política y, en el largo plazo, monitorear su implementación.
- Participación ciudadana: como parte del proceso de revisión y ajuste de la política, se deberá incluir mecanismos de participación deliberativa de la ciudadanía.
- Información: para estas revisiones, es necesario contar de forma previa con información adecuada,





generada por un equipo de profesionales técnicos y multidisciplinarios, altamente calificados en análisis energético con mirada transversal.

- Propuesta de ajuste: al final del proceso, el Comité Consultivo realizará una propuesta de actualización a la política energética de largo plazo existente, que será entregada al Ministerio de Energía.

> BOX VI. ACTORES Y SUS ROLES EN EL PROCESO DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO DE LA POLÍTICA

• MINISTERIO DE ENERGÍA:

- > Lidera el proceso de política energética.
- > Designa y convoca al Comité Consultivo.
- > Elabora, implementa y monitorea la política energética.
- > Informa a la ciudadanía anualmente acerca del progreso de la política energética.

• COMITÉ CONSULTIVO:

Hace propuesta de visión y metas de largo plazo y recomienda lineamientos estratégicos y planes de acción a ser incorporados en la futura política energética. El Comité Consultivo debe ser representativo a nivel nacional y regional. Estará conformado por al menos:

- > Representantes de los diferentes ministerios relacionados¹⁸.
- > Representantes de la academia.
- > Representantes de la industria.
- > Representantes de la sociedad civil.

• PARTICIPACIÓN CIUDADANA:

Provee retroalimentación mediante mecanismos deliberativos y otras herramientas (página web; consulta prepolítica) para cumplir estándares OCDE.

• CENTRO DE ESTUDIO/CONTRATISTA:

Apoya el proceso de elaboración de la política. En particular, provee evidencia y análisis técnico al Comité Consultivo para informar el proceso de elaboración de política.

¹⁸ Como mínimo se debiese convocar a representantes de los siguientes ministerios: Energía, Medio Ambiente, Transporte, Minería, Vivienda y Urbanismo, Obras Públicas, Bienes Nacionales, Corfo, Conadi, Subdere.



- Ajuste de la política: será responsabilidad del Ministerio de Energía incorporar los cambios y ajustes a la política, a partir de la propuesta del Comité Consultivo y otros posibles insumos.
- Cuenta pública: el Ministro de Energía deberá informar anualmente, mediante una cuenta pública a la ciudadanía, acerca del progreso de implementación de la política energética.

5.2 GENERACIÓN DE INFORMACIÓN

Actualmente, no existe una base de información integral para el diseño y evaluación de políticas públicas en el ámbito energético. Si bien se cuenta con una gran diversidad de información, mucha de ella proviene del extranjero (proyecciones de tecnologías, tendencias, entre otras) o es desarrollada con miras a la investigación o el mercado, haciendo que su aplicación práctica y efectiva al proceso de diseño de política pública en energía sea frecuentemente cuestionada.

En este sentido, un elemento central para dar continuidad en el tiempo a la política energética es contar oportunamente con los insumos adecuados y periódicos para su proceso de diseño y revisión. Con el fin de asegurar la objetividad de estos insumos, es necesario que su generación se realice de forma independiente y por un equipo altamente técnico y multidisciplinario.

La generación de información oportuna y adecuada para el proceso de revisión y ajuste de la política energética cada cinco años, deberá contar con las siguientes características:

- Independencia: ser independiente del Poder Ejecutivo y con financiamiento basal (duración al menos 5 años).
- Permanencia: funcionamiento constante, no solo en periodos de revisión (cada 5 años).
- Pertinencia: debe ser información con foco y pertinencia para la discusión y diseño de políticas públicas.





- Objetividad: tener un énfasis técnico e interdisciplinario. Puede ser realizado por:
 - > Centros de estudio/investigación de universidades e institutos.
 - > Otros contratistas.
 - > Nueva institución (por ej., Instituto de la Energía).

Finalmente, se considera que el actual proceso participativo para la Hoja de Ruta y la política energética en general, puede aportar lecciones y aprendizajes para un próximo ejercicio tanto en el ámbito energético como en otras áreas de políticas públicas, por lo que se sugiere realizar un análisis crítico de sus fortalezas y aspectos a mejorar.





ACRÓNIMOS



ACHEE: Agencia Chilena de Eficiencia Energética

ACS: Agua caliente sanitaria

AGCID: Agencia Chilena de Cooperación Internacional para el Desarrollo

BECCS: Bioenergía con captura y almacenamiento de carbono

CCS: Captura y almacenamiento de dióxido de carbono

CDEC: Centro de Despacho Económico de Carga

CDT: Corporación de Desarrollo Tecnológico

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe

CIFES: Centro Nacional para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables

CNE: Comisión Nacional de Energía

CNIC: Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad

CNM: Consejo Nacional de la Magistratura

CONASET: Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito

CONADI: Corporación Nacional de Desarrollo Indígena

CONICYT: Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica

CORFO: Corporación de Fomento de la Producción

CPL: Consejo Nacional de Producción Limpia

CPR: Sector Comercial, Público y Residencial

CSP: Massachusetts Institute of Technology

CUT: Central Unitaria de Trabajadores de Chile

DIE: Departamento de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile

EAE: Evaluación Ambiental Estratégica

EE: Eficiencia Energética

EEL: Estrategias Energéticas Locales

EFE: Empresa de los Ferrocarriles del Estado

ENAP: Empresa Nacional del Petróleo

ENP: Energía Nuclear de Potencia

ER: Energías renovables

ERNC: Energías renovables no convencionales

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

FCFM: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile

FNDR: Fondo Nacional de Desarrollo Regional

GEI: Gases de efecto invernadero

GWh: Gigawatt-hora. Unidad de medida de energía eléctrica, equivalente a mil millones de watts-hora.

I+D+i: Investigación, desarrollo e innovación

IPCC: Panel Intergubernamental de Cambio Climático

IPT: Instrumento de Planificación Territorial

MAPS: Mitigation Action Plans and Scenarios

MINEDUC: Ministerio de Educación

MIT: Massachusetts Institute of Technology

MMA: Ministerio de Medio Ambiente

MOP: Ministerio de Obras Públicas

MW: Mega Watt. Unidad del sistema métrico internacional para la medición de potencia que equivale a mil Kilo Watt.

MWh: Megawatt-hora. Unidad de medida de energía eléctrica, equivalente a un millón de watts-hora.

NRDC: Natural Resources Defense Council

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional



OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

OIT: Organización Internacional del Trabajo

OMI: Organización Marítima Internacional

ONG: Organización no gubernamental

PBV: Peso bruto vehicular

PER: Planes Energéticos Regionales

PNTE: Plan Nacional Territorial de Energía

PROT: Planes Regionales de Ordenamiento Territorial

PYME: Pequeña y mediana empresa

RPC: Requeridos por la ciencia

SEA: Servicio de Evaluación Ambiental

SEIA: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

SIC: Sistema Interconectado Central

SING: Sistema Interconectado Norte Grande

SUBDERE: Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo

TWh: Terawatt-hora. Unidad de medida de energía eléctrica, equivalente a un billón de watts-hora.

WRI: World Resources Institute

WWF: World Wildlife Fund for Nature



REFERENCIAS



Ministerio de Medio Ambiente, Decreto Supremo N°40: Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Santiago, Chile, 12 de agosto de 2013. Disponible en: <http://bcn.cl/1llysq>

Escenarios Energéticos, "Escenarios Energéticos Chile 2030: Avanzando en los temas clave para la política energética por medio del diálogo", preparado por el Comité Ejecutivo de Escenarios Energéticos, febrero 2014. Disponible en: <http://escenariosenergeticos.cl/recursos/>

MAPS Chile, Resultados de Fase 2, preparado por equipo de Investigación y Proceso de MAPS Chile, octubre de 2014. Disponible en: <http://mapschile.cl/documentos-de-interes/>

Ministerio de Energía, "Agenda de Energía. Un Desafío País, Progreso para Todos ", Gobierno de Chile, 2014. Disponible en: <http://www.minenergia.cl/documentos/estudios/2014/agenda-de-energia-un-desafio-pais.html>

Ministerio de Energía, "Balance Nacional de Energía (BNE)", 2013.

Ministerio de Energía, "Energías Renovables en Chile: el potencial eólico, solar e hidroeléctrico de Arica a Chiloé", Gobierno de Chile, 2014. Disponible en: http://www.minenergia.cl/archivos_bajar/Estudios/Potencial_ER_en_Chile_AC.pdf

Ministerio de Medio Ambiente, "Guía para la Compensación de Biodiversidad en el SEIA", Gobierno de Chile, 2014. Disponible en: http://www.sea.gob.cl/sites/default/files/guias/Guia_compensacion_biodiversidad.pdf

Ministerio de Medio Ambiente, "Primer Informe Bienal de Actualización de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", Gobierno de Chile, 2014. Disponible en: http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/12/2014_RE_IBA_Chile_Espanol.pdf

Organización Internacional del Trabajo (OIT), "Convenio N° 169", 1989.

US Energy Information Administration (EIA), "International Energy Outlook 2014", 2014. Disponible en: <http://www.eia.gov/forecasts/ieo/>



ANEXOS

Anexo 1

Proceso de discusión del Comité Consultivo y Metodología para la construcción de la Hoja de Ruta

Anexo 2:

Tendencias Internacionales en Política y Matriz Energética

Anexo 3:

Indicadores Sectoriales y Transversales

Anexo 4:

Escenarios Eléctricos al año 2050 para Chile

Anexo 5:

Escenario de Combustibles al año 2050 para Chile



ANEXO 1. PROCESO DE DISCUSIÓN DEL COMITÉ CONSULTIVO Y METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA HOJA DE RUTA

1.1 FORMULACIÓN DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA DE LARGO PLAZO

El Proceso de Planificación Participativa de la Política Energética de Largo Plazo - Energía 2050 - representa un esfuerzo multisectorial e inclusivo, que busca construir una visión compartida para el desarrollo futuro del sector energía con la validación social, política y técnica requerida para transformarse en la política energética de Estado que Chile necesita.

Energía 2050 contempla diversas instancias de discusión y participación, incluyendo un Comité Consultivo de carácter estratégico, compuesto por actores clave del sector; grupos de trabajo temáticos de carácter técnico; talleres regionales; y, de acuerdo con las recomendaciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), una amplia convocatoria ciudadana, a través de una plataforma de participación virtual, eventos presenciales a nivel regional, la implementación de una experiencia piloto de encuestas deliberativas y una consulta pública ampliada al documento de Política. La Figura I y Tabla I muestran las etapas del proceso y los miembros del Comité de Energía 2050, respectivamente.

FIGURA I: PROCESO DE FORMULACIÓN DE POLÍTICA ENERGÉTICA DE LARGO PLAZO EN CHILE: ENERGÍA 2050.



TABLA I: MIEMBROS DEL COMITÉ CONSULTIVO ENERGÍA 2050 (*)

MIEMBRO	INSTITUCIÓN
Máximo Pacheco	Ministro de Energía
Pablo Badenier	Ministro de Medio Ambiente
Eduardo Bitrán	Vicepresidente Ejecutivo de CORFO
Ricardo Bosshard	Director de WWF Chile
Rodrigo Castillo	Director Ejecutivo de la Asociación de Empresas Eléctricas A.G.
Carlos Cortés	Director Ejecutivo de la Asociación de Distribuidoras de Gas Natural A.G.
Claudia Escalera	Presidenta del Consejo de la Sociedad Civil Nacional del Ministerio de Energía
Carlos Finat	Director Ejecutivo de la Asociación Chilena de Energías Renovables
Ronald Fischer	Académico del Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile
Edward Fuentealba	Director del Centro de Desarrollo Energético Antofagasta, Universidad de Antofagasta
Andrés Gómez-Lobo	Ministro de Transporte y Telecomunicaciones
Stefan Larenas	Presidente de la Organización de Consumidores y Usuarios de Chile
Amanda Maxwell	Directora de Proyectos en Latinoamérica del Natural Resources Defense Council – NRDC
Victor Osorio	Ministro de Bienes Nacionales
Rodrigo Palma	Director y académico del Centro de Excelencia FONDAP en Energía Solar, Centro de Energía, DIE, FCFM, Universidad de Chile
Oscar Parra	Director y científico del Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia, Universidad de Concepción
Alberto Pizarro	Director Nacional de la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena – CONADI
Francisca Rivero	Responsable Estrategia Regional de Energía, Fundación Avina
Patricio Rodrigo	Director del Programa de Medio Ambiente y Energía de la Fundación Chile 21
Hugh Rudnick	Profesor Emérito de la Pontificia Universidad Católica de Chile
Paulina Saball	Ministra de Vivienda y Urbanismo
Laura San Martín	Secretaria de Condiciones de Trabajo, Seguridad Laboral, Higiene Industrial y Medio Ambiente de la CUT
Claudio Seebach	Vicepresidente Ejecutivo de la Asociación de Generadoras de Chile A.G.
Carlos Silva	Profesor de la Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Adolfo Ibáñez
Humberto Vidal	Director y académico del Centro de Estudios de los Recursos Energéticos, Universidad de Magallanes
Joaquín Villarino	Presidente Ejecutivo del Consejo Minero
Aurora Williams	Ministra de Minería

(*)También contribuyeron a las discusiones de las sesiones del Comité Consultivo: Marcelo Mena, Subsecretario Ministerio de Medio Ambiente; Juan Pablo Yumha, Secretario Ejecutivo de Construcción Sustentable, Ministerio de Vivienda y Urbanismo; Marcela Angulo, Gerente de Capacidades Tecnológicas CORFO; Darío Morales, Director Centros Tecnológicos CORFO; Claudia Bruna, Jefa Oficina de Evaluación Ambiental, Ministerio de Medio Ambiente; Javier Bustos, Jefe de División de Prospectiva y Política Energética, Ministerio de Energía; Virginia Carter, Jefa (S) Oficina de Evaluación Ambiental, Ministerio de Medio Ambiente; Patricio Flores, Jefe División Jurídica Ministerio de Bienes Nacionales; Juan Huenulao, Jefe de Oficina de Santiago CONADI; Roberto Santana, Jefe División de Normas y Operaciones Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones; Grecia Pérez de Arce, Coordinadora Área Estudios Ministerio de Minería; Pablo Salgado, Coordinador Ambiental División de Normas y Operaciones Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones; Carolina Herrera, Latin America Advocate NRDC; Rodrigo Solís, Director de Estudios y Contenido Asociación de Generadoras de Chile A.G.; José Tomás Morel, Gerente de Estudios Consejo Minero; Juan Francisco Richards, Asociación de Distribuidoras de Gas Natural.



El liderazgo y coordinación del proceso fue asumido por la Secretaría Ejecutiva de Energía 2050, que encabezó un equipo multidisciplinario de profesionales que en conjunto otorgaron el soporte metodológico, generaron el nuevo conocimiento, velaron por la integralidad técnica y facilitaron las discusiones del proceso.

TABLA 2: EQUIPO DE ENERGÍA 2050²

SECRETARÍA EJECUTIVA Ministerio de Energía		
Annie Dufey Pamela Mellado Soledad Palma		
EQUIPO TÉCNICO Poch Ambiental	EQUIPO ACADÉMICO Centro de Energía - Universidad de Chile	EQUIPO FACILITADOR Consensus Building Institute
Luis Costa, Rodrigo Morera, Sebastián Barrios, Rodrigo Calderón, Yahaira Fiallos, José Flores, Francisco Nomez José Luis Opazo, Carolina Scarinci, Isidora Thomas,	ETAPA 1 Luis Morán, Alejandro Jofré, José Luis Lima, Pedro Maldonado, Rodrigo Palma, Hugh Rudnick, Kirsten Sehnbruch, Carlos Silva ETAPA 2 Rodrigo Moreno, Manuel Díaz, Paz Araya, Leonardo Basso, Carlos Benavides, Roxana Bórquez, Paulina Calfucoy, Bruno Campos, Sebastián Cepeda, Jacques Clerc, Jannik Haas, Marcelo Matus, Eduardo Pereira, Sebastián Püschel, Patrick Quintanilla, Ricardo Saavedra Juan Pablo San Martín, Carlos Toro	David Plumb Macarena Álvarez Elizabeth Fiermann



FIGURA I: ESQUEMA GENERAL DE ENERGÍA 2050

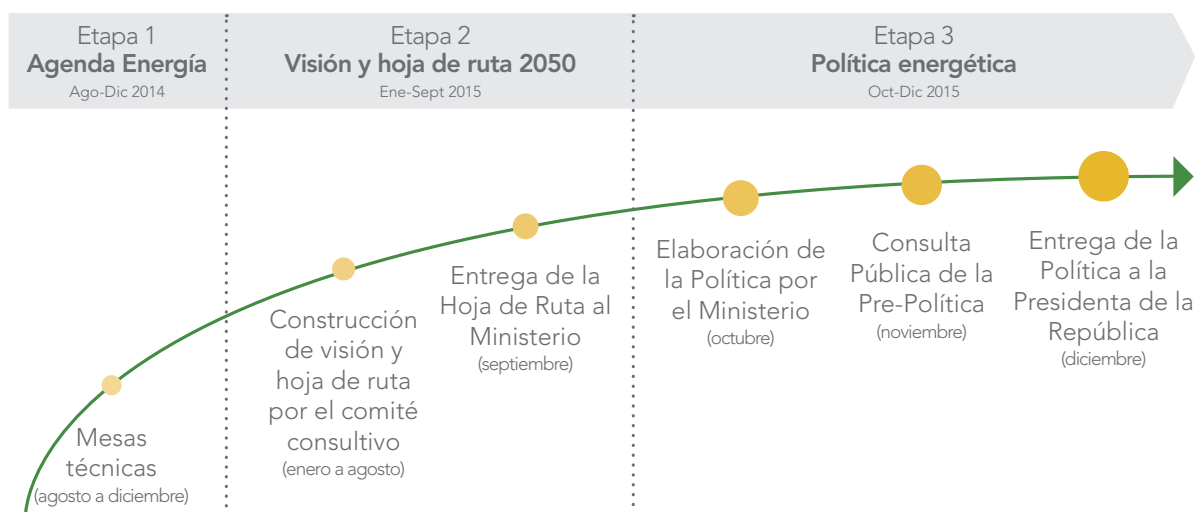


FIGURA III: ARTICULACIÓN ENTRE ACTORES DE ENERGÍA 2050





1.2 METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA HOJA DE RUTA

El proceso de elaboración de la Hoja de Ruta para el sector energía con un horizonte al año 2050, se realiza de cara al desafío del sector de alcanzar un futuro sustentable, competitivo, seguro y con una gobernabilidad inclusiva.

Desde el punto de vista metodológico, la construcción de la Hoja de Ruta al 2050 representa un reto único debido a que:

- Existe poca experiencia en Chile en materia de planificación, prospectiva y desarrollo de política energética, en un contexto internacional donde estos ejercicios han ido adquiriendo cada vez mayor relevancia y recurrencia.
- Requiere un importante esfuerzo en materia participación, en un contexto en que falta experiencia local en este tipo de procesos y hay una escasa una cultura ciudadana en la materia, sobre todo en un tema que resulta muchas veces árido y excluyente para la ciudadanía.
- El sector enfrenta incertidumbres en términos tecnológicos y de volatilidad de precios del mercado.
- Las herramientas de prospectiva tradicionales, como la simulación de escenarios energéticos, resultan insuficientes para abordar un horizonte de largo plazo de manera integral, es decir, incluyendo aspectos sociales, culturales, medioambientales y otros que requieren acercamientos cualitativos provenientes más del área de las ciencias sociales que de las meramente cuantitativas.
- Existe una creciente necesidad de adoptar marcos de análisis a nivel sistémico, que permitan incorporar beneficios y externalidades asociados a las visiones de largo plazo. El análisis de experiencias de formulación de política energética a nivel internacional evidencia una amplia variedad de métodos y niveles de análisis. Sin embargo, existen rasgos o pilares fundamentales y comunes en ellas, entre los que se cuentan: la existencia de una instancia de análisis de la situación actual y de definición de la situación deseada



a largo plazo; el establecimiento de objetivos y metas de mediano y largo plazo para llevar al país o sector desde la situación actual a la deseada; la utilización de modelos que permiten cuantificar el impacto esperado de la política; la implementación de un proceso iterativo que involucra monitoreo continuo y revisión periódica de las políticas; y la participación de la ciudadanía.

Los ejercicios prospectivos (qué pasaría si...) y de proyección de la matriz energética, buscan identificar de dónde provendrán los recursos energéticos que se utilizarán a futuro en un determinado país o región. Estos ejercicios permiten comprender la relación entre precio-oferta-demanda y la elección de tecnologías en escalas de tiempo del orden de décadas hacia el futuro, típicamente a través de la construcción de escenarios: un escenario base y otros de sensibilidad. Los escenarios responden a una serie de dimensiones: tecnología e infraestructura, acceso y disponibilidad de recursos, estructuras de mercado y otras variables del sistema económico, aspectos institucionales y regulatorios, patrones culturales, cognitivos y sociales, entre otros. Asimismo, los ejercicios prospectivos toman en consideración las consecuencias de condiciones exógenas, tales como variables y tendencias macroeconómicas, imperativos socio-políticos y contingencias o procesos de cambio ambiental local y global, entre otros.

Considerando las limitaciones que representa un enfoque como el anterior para la realización de este ejercicio de "soñar" el futuro energético de Chile, el Comité Consultivo decidió abordar la elaboración de la Hoja de Ruta de Energía 2050 a través de uno de carácter retrospectivo o de 'backcasting', que aplica técnicas y herramientas para la construcción de una visión de futuro común que posteriormente vuelve al presente para acordar la trayectoria que permitiría alcanzar ese objetivo común. Con este enfoque, la construcción de la visión futura del sistema energético chileno logra alejarse suficientemente de las condiciones actuales, como para permitir la posibilidad de transformaciones que no estén sujetas a las dinámicas que rigen hoy en el país. Las etapas de esta metodología son:

1. ¿A dónde queremos llegar? En esta fase inicial se define la visión de desarrollo del sector energético que la sociedad desea alcanzar en el largo plazo. Esta definición comprende una visión global, como también la definición de visiones en los distintos sectores que interactúan en el sistema energético. A su vez, se identifican criterios



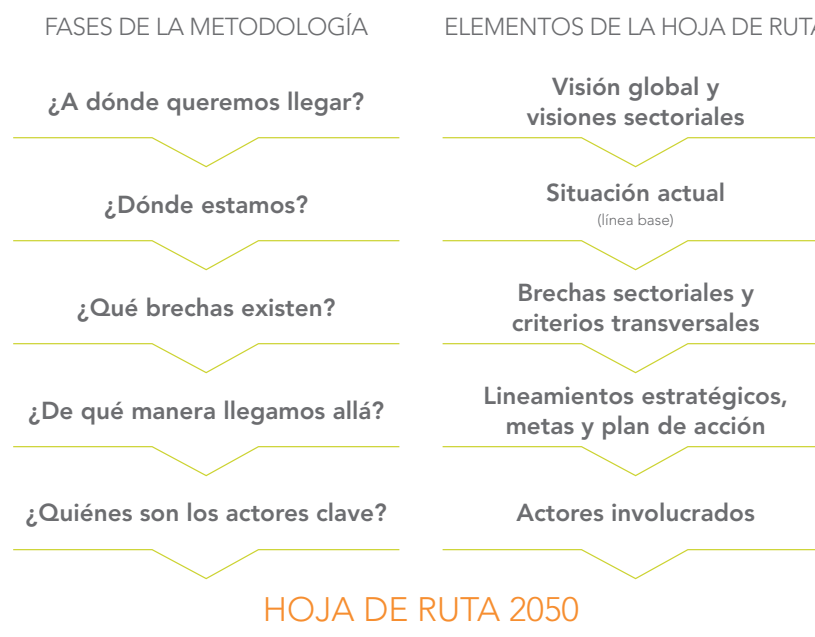
transversales (ambientales, sociales, entre otros) que actúan como condiciones de borde para las visiones sectoriales de largo plazo.

2. ¿Dónde estamos? En esta fase se define la situación presente del sector energético y de los otros sectores que interactúan con él, y los posibles escenarios a futuro si no existe un cambio en la tendencia actual del sector.

3. ¿Qué brechas existen? En base a la visión de largo plazo global y visiones sectoriales, criterios transversales y definición de la situación inicial, en esta fase se identifican las principales brechas para alcanzar la situación deseada a largo plazo.

4. ¿De qué manera llegamos allá? Las principales brechas identificadas a partir de las visiones sectoriales y los criterios transversales, permiten definir los temas críticos que deben ser abordados por la política. Estos temas conforman los ejes estratégicos desde los cuales se establecen lineamientos de política pública, metas y medidas concretas que constituyen el plan de acción para avanzar hacia el cierre de las brechas identificadas.

FIGURA IV: FASES DE LA METODOLOGÍA DE “BACKCASTING” O DE RETROSPECTIVA PARA LA ELABORACIÓN DE LA HOJA DE RUTA 2050



5. ¿Quiénes son los actores claves? A partir de los lineamientos estratégicos y metas, se identifican los actores y agentes claves que deben estar involucrados en la implementación de las medidas definidas en el plan de acción.

Estas fases sucesivas dan como resultado la construcción de la Hoja de Ruta, que se expresa como un esquema temporal donde se visualizan las acciones a seguir y los actores involucrados, para alcanzar los lineamientos estratégicos y metas de largo plazo. Durante la implementación de estas fases van surgiendo los elementos clave que constituyen la Hoja de Ruta de Energía 2050 del Comité Consultivo, tal como se indica en la Figura IV.

1.3 ANÁLISIS SECTORIAL Y CRITERIOS TRANSVERSALES

La visión global del sector energía al 2050 corresponde a una definición del futuro deseado, que contiene atributos generales que necesariamente deben ser analizados en el contexto de sectores específicos donde se combina la oferta y el consumo energético.

La inclusión sectorial se realiza reflejando los atributos de la visión general en cada uno de los sectores para definir las respectivas visiones deseadas al 2050. Este ejercicio, también de carácter retrospectivo, permite identificar lo que significa en forma concreta la visión global para cada uno de los sectores clave analizados, facilitando la comprensión del problema y la posterior identificación de las brechas en cada sector.

El análisis sectorial considera los siguientes sectores:

1. Generación, Almacenamiento, y Transporte de Electricidad
2. Producción, Almacenamiento y Distribución de Combustibles
3. Sector Comercial, Público y Residencial
4. Sector Transporte
5. Sector Industria y Minería

Con la definición de la visión sectorial de largo plazo es posible identificar atributos de esta visión, los que son sujetos de evaluación a partir de indicadores que permitan medir la evolución de dichos atributos. Los indicadores pueden ser de naturaleza cuantitativa o





cualitativa y ayudan a establecer la situación actual o línea base, por un lado, y a proyectar los atributos al futuro deseado por medio de objetivos de largo plazo que, al compararse con la situación actual, constituyen la base para la identificación de brechas sectoriales. Además de la consideración de visiones e indicadores sectoriales que reflejan los atributos globales esperados del sistema energético nacional, surgen temas de relevancia transversal que influyen en el desarrollo de cada sector. Un análisis de estos temas permite definir criterios adicionales para el análisis de brechas. De esta forma, ejerce influencia y determina dinámicamente trayectorias intersectoriales y del sistema energético en conjunto, que contribuye a la formulación de estrategias de largo plazo para el sector energía.

Los aspectos o temas transversales que condicionan el desarrollo futuro del sector energía y sus subsectores, considerados en el marco metodológico de construcción de la Hoja de Ruta al 2050 son:

1. Sustentabilidad Ambiental y Servicios Ecosistémicos
2. Gestión Territorial, Planificación Urbana y Descentralización
3. Pobreza, Participación, Asociatividad, Equidad y Pueblos Indígenas
4. Innovación y Desarrollo Productivo
5. Institucionalidad

1.4 IMPLEMENTACIÓN, SOPORTE Y APOYOS METODOLÓGICOS INCORPORADOS

La implementación del marco metodológico retrospectivo descrito se abordó a través de diversos elementos para robustecer la metodología general del proceso.

• Equipo de Energía 2050

Desde el punto de vista de las capacidades humanas movilizadas en el proceso, Energía 2050 constituye un hito en el país, al haber convocado a una gran variedad de equipos expertos de diversos sectores y disciplinas. La Secretaría Ejecutiva de Energía 2050, instalada en el Ministerio de Energía, ha liderado y coordinado la implementación del proceso. Asimismo se creó un grupo de apoyo altamente calificado compuesto por un Equipo Técnico, encargado de velar por la consistencia técnica del proceso, y sistematizar y gestionar el conocimiento generado; un Equipo Académico, con el rol de entregar el soporte metodológico y liderar



la generación de nuevo conocimiento durante el proceso; y un Equipo de Facilitación, que apoyó permanentemente las discusiones del Comité Consultivo.

• **Mesas Técnicas de la Etapa 1 de Energía 2050 y otros insumos expertos**

En la Etapa 1 de Energía 2050 el Ministerio de Energía lideró y coordinó mesas técnicas y talleres de trabajo a lo largo del país, integrados por expertos del sector público, privado y universidades, para realizar propuestas en las siguientes temáticas, las que luego han sido puestas a disposición del Comité Consultivo para ser consideradas en la construcción de la Hoja de Ruta al 2050:

1. Termoelectricidad
2. Hidroelectricidad
3. Energías Renovables No Convencionales (ERNC)
4. Asociatividad y Gestión Territorial
5. Calefacción Eficiente y Dendroenergía
6. Asuntos Indígenas
7. Ley de Eficiencia Energética
8. Innovación Energética
9. Ley de Transmisión Eléctrica
10. Gas de Red

Entre todos los eventos de participación de expertos y miembros de la sociedad civil implementados en el marco de las mesas técnicas de trabajo durante el 2014, se realizaron 127 encuentros que contaron con la participación de más de 3.500 personas.

Adicionalmente, durante la Etapa 2 de Energía 2050 (Visión y Hoja de Ruta) se invitó a expertos en variadas áreas, tanto del ámbito de la energía como de otros sectores y disciplinas, a participar de algunas sesiones del Comité Consultivo y/o de sus grupos técnicos, en los cuales fue posible obtener o profundizar el conocimiento respecto a algún tema o sector específico.

¹MAPS Chile: el proyecto MAPS Chile combina un ejercicio científico, mediante la modelación de escenarios y opciones de mitigación de largo plazo, con un proceso de participación organizada e informada de diversos actores relevantes del país (<http://mapschile.cl>).

Escenarios Energéticos: plataforma de diálogo multisectorial con los objetivos de: 1) construir y discutir diferentes escenarios de generación energético-eléctrica al año 2030; 2) generar herramientas para la formulación de una política energética pública (<http://escenariosenergeticos.cl>).



Desde el punto de vista del conocimiento generado en el marco de Energía 2050, se ha fomentado una nueva relación entre los encargados de la política pública sectorial y la sociedad chilena, incorporando un componente de diálogo y análisis entre diversos actores que contribuyan a generar elementos de diagnóstico e insumos para la formulación participativa de la nueva Política Energética de Chile.

• **Otras Herramientas Técnicas**

Energía 2050 cuenta con el respaldo de herramientas de modelación y análisis científicamente robustas y que en su desarrollo se han contextualizado de acuerdo a la situación del país. Entre ellas se incluyen modelación y construcción de escenarios, proyecciones técnico-económicas de escenarios futuros de la matriz eléctrica, evaluaciones de línea base en distintos sectores de consumo y generación de energía, entre otros. Han sido especialmente relevantes como respaldo del trabajo de Energía 2050, los resultados y conocimientos generados por MAPS-Chile, Escenarios Energéticos y las modelaciones de la matriz eléctrica realizadas en el marco de la Mesa Técnica de Energías Renovables No Convencionales¹.

TABLA III: PLENARIAS DEL COMITÉ CONSULTIVO EN LA ETAPA 1 DE ENERGÍA 2050

FECHA	SESIÓN	OBJETIVOS
9 de septiembre de 2014	I	<ul style="list-style-type: none"> • Validar el mandato, objetivos y responsabilidades del Comité Consultivo. • Levantar los primeros elementos metodológicos y conceptuales para la Política Energética de Largo Plazo.
20 de noviembre de 2014	II	<ul style="list-style-type: none"> • Acordar el mecanismo de gobernanza para el trabajo del Comité Consultivo. • Acordar la metodología para el desarrollo de la Hoja de Ruta al 2050.

¹MAPS Chile: el proyecto MAPS Chile combina un ejercicio científico, mediante la modelación de escenarios y opciones de mitigación de largo plazo, con un proceso de participación organizada e informada de diversos actores relevantes del país (<http://mapschile.cl>).

Escenarios Energéticos: plataforma de diálogo multisectorial con los objetivos de: 1) construir y discutir diferentes escenarios de generación energético-eléctrica al año 2030; 2) generar herramientas para la formulación de una política energética pública (<http://escenariosenergeticos.cl>).



1.5 PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE VISIÓN COMPARTIDA Y HOJA DE RUTA POR PARTE DEL COMITÉ CONSULTIVO

El trabajo del Comité Consultivo ha ido variando según la etapa del proceso. En la Etapa 1 de Energía 2050, se realizaron dos reuniones con el objetivo de validar el mandato, metodología y mecanismo de gobernanza del Comité. La Etapa 2 se inició con una sesión especial de dos días, realizada en enero de 2015, en donde se construyó la Visión Global al 2050, con sus atributos generales y los primeros elementos de las visiones sectoriales. A partir de ahí, tuvieron lugar sesiones plenarias semanales del Comité Consultivo, para discutir sobre temáticas comunes específicas y/o validar los contenidos de la Hoja de Ruta que eran abordados en los Grupos de Trabajo Temáticos y sancionados en las sesiones plenarias del Comité. Por último, se llevaron a cabo seminarios y talleres especializados, donde participaron expertos invitados nacionales e internacionales.

Sesiones del Comité Consultivo en la Etapa 1: Agenda de Energía

Durante el 2014, tuvieron lugar las dos primeras sesiones plenarias del Comité Consultivo, tal como se indica en la Tabla III.

Sesiones plenarias del Comité Consultivo en la Etapa 2: Visión y Hoja de Ruta

Durante las sesiones plenarias semanales, los miembros de Comité Consultivo pudieron informarse, dialogar, compartir posturas y discutir de manera colaborativa para generar el contenido de la Hoja de Ruta, siempre bajo el espíritu de lograr acuerdos.

Se desarrollaron en total 30 sesiones plenarias, donde además participaron representantes de los equipos de apoyo de Energía 2050, profesionales a cargo de la EAE, funcionarios ministeriales y observadores. Las sesiones se encuentran documentadas, con sus respectivas actas, listas de asistencia, y respaldo audiovisual. Dada la necesidad de ir tomando decisiones respecto del contenido de la Hoja de Ruta, se identificaron hitos de toma de decisiones sobre el contenido:

- HITO 1 (13-14 de enero): Visión Global 2050 para el Sector Energía.
- HITO 2 (18 de mayo): Visiones Sectoriales, Criterios Transversales, Indicadores, Línea Base y Brechas.
- HITO 3 (10 de agosto): Lineamientos Estratégicos, Metas y Plan de Acción.



- HITO 4 (31 de agosto): Sanción de Hoja de Ruta al 2050.

Las Tablas IV y V resumen las sesiones plenarias de la Etapa 2 con sus objetivos distinguiendo dos fases (Fase 1 - Trabajo sectorial y transversal y Fase 2 - Trabajo de los ejes estratégicos) y se indica los expositores invitados que participaron.

TABLA IV: SESIONES PLENARIAS DE LA ETAPA 2: VISIÓN Y HOJA DE RUTA - TRABAJO SECTORIAL Y TRANSVERSAL (FASE 1)

	FECHA	SESIÓN	OBJETIVOS	EXPOSITORES INVITADOS
ENERO 2015	13 y 14	III	Construcción de la Visión Global al 2050; Validación del Plan de Trabajo	
	21	IV	Visión Global ajustada; Índice de la Hoja de Ruta y plan de trabajo	
MARZO 2015	9	V	Definición de grupos sectoriales y transversales	
	16	VI	Visiones Sectoriales	
	23	VII	Visiones Sectoriales e Indicadores	
	30	VIII	Preguntas claves de los grupos transversales	
ABRIL 2015	6	IX	Resultados de las Mesas sobre la Ley de Eficiencia Energética y presentación de las tendencias de la eficiencia energética en Chile	<ul style="list-style-type: none"> • Ignacio Santelices, Jefe de la División de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía • Pedro Maldonado Grunwald. Asesor Principal en el Programa de Estudios e Investigaciones en Energía (PRIEN), Universidad de Chile • David Watts Casimis. Profesor del Depto. de Ingeniería Eléctrica de la Pontificia Universidad Católica de Chile • Miguel Márquez Díaz, consultor independiente
	13	X	Resultados de las Mesas de Hidroelectricidad, Termoelectricidad y Energías Renovables No Convencionales	<ul style="list-style-type: none"> • Nicola Borregaard, Jefa de la División de Desarrollo Sustentable del Ministerio de Energía • Christian Santana, Jefe de la División de Energías Renovables del Ministerio de Energía



TABLA IV: SESIONES PLENARIAS DE LA ETAPA 2: VISIÓN Y HOJA DE RUTA - TRABAJO SECTORIAL Y TRANSVERSAL (FASE 1)

	FECHA	SESIÓN	OBJETIVOS	EXPOSITORES INVITADOS
ABRIL 2015	20	XI	Resultados de las Mesas de Gestión Territorial y presentación de los esfuerzos del Ministerio de Energía sobre ordenamiento territorial	<ul style="list-style-type: none"> • Nicola Borregaard, Jefa de la División de Desarrollo Sustentable del Ministerio de Energía • Patricio Rodrigo, miembro del Comité Consultivo • Álvaro Medina, Ministerio de Bienes Nacionales
	27	XII	Resultados de las Mesas de Asociatividad y Asuntos Indígenas, y presentación de la División de Acceso y Equidad Energética	<ul style="list-style-type: none"> • Javier Zulueta, Jefe de la División de Participación y Diálogo Social del Ministerio de Energía • José Quidel, profesional de la División de Participación y Diálogo Social del Ministerio de Energía • Ramón Granada, profesional de la División Acceso y Equidad Energética del Ministerio de Energía • Juan Carlos Feres, Presidente de la Fundación para la Superación de la Pobreza • Sara Larraín, miembro del directorio de Chile Sustentable • José Aylwin, Co Director del Observatorio Ciudadano
MAYO 2015	4	XIII	Presentación del trabajo del Ministerio de Energía y CNE en temas de transmisión e integración regional	<ul style="list-style-type: none"> • Andrés Romero, Secretario Ejecutivo de la Comisión Nacional de Energía (CNE), presentó el trabajo de la CNE sobre un nuevo marco regulatorio para la transmisión eléctrica, con comentarios de Guillermo Espinoza Ihnen, Andrés Salgado y Rodrigo Castillo • Paula Estévez, Jefa del Departamento Internacional del Ministerio de Energía, y Claudio Arias, profesional de la División de Seguridad y Mercado Eléctrico, presentaron el trabajo del Ministerio sobre interconexión regional
	11	XIV	Criterios e Indicadores Transversales	
	18	XV	Sesión Hito: Validación de la Visiones Sectoriales, Criterios Transversales, indicadores, línea base y brechas sectoriales	

TABLA V: SESIONES PLENARIAS DE LA ETAPA 2: VISIÓN Y HOJA DE RUTA - TRABAJO DE LOS EJES ESTRATÉGICOS (FASE 2)

	FECHA	SESIÓN	OBJETIVOS
MAYO 2015	25	XVI	Incorporación de los temas transversales al trabajo sectorial
JUNIO 2015	1	XVII	Definición de los Ejes Estratégicos
	8	XVIII	Plan de trabajo para la definición de estrategias y metas; objetivos del proceso de encuestas deliberativas
	15	XIX	Avances del eje Energía Sustentable
	22	XX	Avances del eje Relación con las Comunidades
	30	XXI	Avances del eje Energía Sustentable, incluyendo Leña; presentación del Programa Estratégico Nacional de la Industria Solar, por parte de Juan Rada, presidente del Consejo Directivo del Programa
JULIO 2015	6	XXII	Avances del eje Gestión del Territorio; avances del proceso de EAE
	13	XXIII	Avances de los ejes Relación con las Comunidades y Gestión del Territorio; avances del proceso de encuestas deliberativas
	20	XXIV	Sesiones continuadas de trabajo en grupo para avanzar en los ejes estratégicos
	27	XXV	Avances de los ejes Gestión del Territorio, y Uso Eficiente de la Energía y Cultura Energética
AGOSTO 2015	3	XXVI	Avances de los ejes Energía Sustentable, Innovación y Desarrollo Productivo, y de la propuesta de seguimiento, monitoreo y revisión de la Política Energética
	10	XXVII	Sesión Hito: Validación de los lineamientos estratégicos, metas y plan de acción
	24	XXVIII	Validación final del eje Relación con las Comunidades y propuesta de seguimiento, monitoreo y revisión de la Política Energética; presentación de los resultados del proceso de encuestas deliberativas
	31	XXIX	Sesión Hito: Validación del borrador de la Hoja de Ruta (Primera Parte)
SEPT. 2015	7	XXX	Sesión Hito: Validación del borrador de la Hoja de Ruta (Segunda Parte)



Grupos Expertos Temáticos

Los Grupos Expertos Temáticos fueron conformados por los miembros del Comité Consultivo, en conjunto con líderes del Ministerio de Energía y otros expertos invitados, quienes desarrollaron propuestas para el contenido de la Hoja de Ruta que se fueron sancionando en plenario por el Comité Consultivo. Para esta labor contaron con los insumos elaborados por el Equipo Académico, y el apoyo y coordinación de la Secretaría Ejecutiva de Energía 2050 y el equipo técnico del proceso. Consistentemente con el trabajo en plenario del Comité, los grupos de expertos temáticos tuvieron enfoques distintos dependiendo de la fase del trabajo de la Etapa 2. En la primera fase, desarrollada entre enero y mayo de 2015 se abordaron los temas sectoriales y transversales; y durante la segunda fase, entre junio y agosto de 2015, se trabajaron propuestas de lineamientos, metas y plan de acción de los Ejes Estratégicos, (ver Figura V).

FIGURA V: GRUPOS DE TRABAJO TEMÁTICOS DE LA FASE 1 Y FASE 2

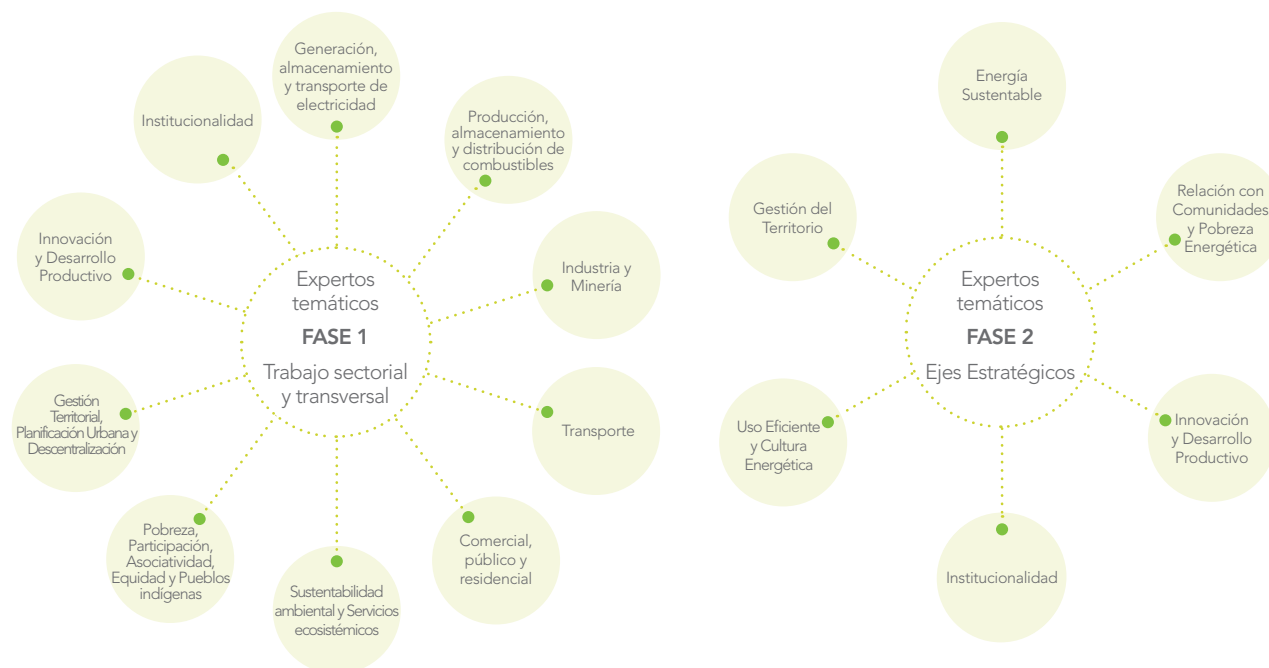




TABLA VI: OTROS EXPERTOS PARTICIPANTES DE LOS GRUPOS EXPERTOS TEMÁTICOS

- Javier Zulueta y Cecilia Dastres, de la División de Participación y Diálogo Social del Ministerio de Energía.
- Rosa María Argomedeo y Ramón Granada, de la División Acceso y Equidad Energética del Ministerio de Energía.
- Nicola Borregaard, Gustavo Labbé y Edith Gutiérrez, de la División de Desarrollo Sustentable del Ministerio de Energía.
- Alejandro Silva, Carolina Aguayo, Marcelo Padilla y Nuncio Lama, de la División de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía.
- Javier Bustos, Cristóbal Muñoz y Angel Caviedes, de la División Prospectiva y Política Energética del Ministerio de Energía.
- Claudia Bruna, Sebastián Tolvett, Virginia Carter, Andrés Pica, Andrés Pirazolli, Jocelyn Rozas y Celia Iturra, del Ministerio de Medio Ambiente.
- Roberto Santana y Pablo Salgado, del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.
- Darío Morales y Marcela Angulo, de la Corporación de Fomento de la Producción CORFO.
- Juan Huenulao, de la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena CONADI.
- Daniela Álvarez y Fernando Hentzschel, del Centro Nacional para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables CIFES.
- Diego Lizana, de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética.
- Diego Luna, de Escenarios Energéticos: Chile 2030.
- Juan Francisco Richards, de la Asociación de Distribuidores de Gas Natural.
- José Tomás Morel, del Consejo Minero.
- Constanza Pantaleón, de Generadoras de Chile AG.
- María Teresa Arana, de la Corporación Chilena de la Madera.
- Joanna Davidovich y Juan José Donoso, de la Confederación de la Producción y del Comercio.
- Mauro Valdés, del Programa Nacional de Minería de Alta Ley de CORFO.
- Alejandro Gutiérrez, del Programa de Productividad y Construcción Sustentable de CORFO.



Seminarios y Talleres Especializados

Para alimentar el trabajo del Comité Consultivo, se realizaron algunos seminarios y talleres especializados, con invitados externos, que permitieron acceder al conocimiento o profundizar sobre algún tema o sector específico (ver Tabla VII).

TABLA VII: OTROS EXPERTOS PARTICIPANTES DE LOS GRUPOS EXPERTOS TEMÁTICOS

Seminario Internacional de Alto Nivel "Construyendo la Política Energética de Largo Plazo -Tendencias Internacionales"

Este seminario se efectuó el 11 de diciembre de 2014. En la oportunidad, la Directora Ejecutiva de la Agencia Internacional de Energía (AIE), Maria van der Hoeven, presentó el World Energy Outlook 2014. Además, tuvo lugar un panel de discusión de expertos sobre las experiencias de diversos países en políticas energéticas de largo plazo, en el que participaron:

- Ramón Méndez, Director de Energía de Uruguay.
- Jorge Vega, Subsecretario de Generación y Transmisión, Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, Ecuador.
- Andrew Younger, Ministro del Departamento de Energía de Nova Scotia, Canadá.
- Maria van der Hoeven, Directora Ejecutiva, Agencia Internacional de Energía.
- Dr. Alex Wonhas, Director Ejecutivo de CSIRO, Australia.

Talleres internacionales "Explorando el Futuro de la Energía: Tendencias y Tecnologías sobre Energía, Cambio Climático y Desarrollo para Chile"

Realizados entre el 15 al 17 de abril de 2015 en conjunto con MAPS Chile y MAPS Internacional, estos talleres contemplaron los siguientes módulos y expositores:

- Energía renovable y el futuro de la gestión de la red: Luis Munuera, International Energy Agency; Golbon Zakeri, Energy Center, University of Auckland; Daniel Salazar, Director CDEC – SING; y Rigoberto Torres, Universidad de Chile.
- Desarrollo hidroeléctrico sustentable: Tony Barbour, Enviropaedia, Sudáfrica; Dani Heusser, WWF Internacional; Leonardo Díaz, Colbún; Claudio Meier, Universidad de Concepción; y Manuel Tironi, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- La industria y la minería: James Deverell, CSIRO, Australia; Jaime Alee, Universidad de Chile; Fidel Báez, CODELCO; y Gonzalo Rivas, CNIC.
- Los sectores agropecuario y forestal: Josef Schmidhuber, FAO; Walter Vergara, WRI; Aldo Cerda, CORFO; y Francisco Meza, Pontificia Universidad Católica de Chile.



- Las ciudades: Chris Twinn, ARUP; Boyd Cohen, Universidad del Desarrollo; Alejandro Gutiérrez, CreoAntofogasta; y Cristián Yáñez, CDT.
- El transporte: Paolo Santi, MIT Fraunhofer; Mauricio Osses, Universidad Técnica Federico Santa María; y Lake Sagaris, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Talleres temáticos

Se llevaron a cabo en el marco del trabajo de la Fase 2 para el eje estratégico Energía Sustentable, donde expusieron expertos invitados en los siguientes temas:

- Energía nuclear de potencia: Jorge Zanelli, del Centro de Estudios Científicos de Santiago, y Manuel Bariteaud de la Agencia Internacional de Energía².
- Energía geotérmica: José Manuel Soffia, presidente del Consejo Geotérmico.
- Reservorios no convencionales de hidrocarburos en la Región de Magallanes: Hesketh Streeeter, Gerente de la Línea de Negocios de Exploración y Producción de ENAP.



ANEXO 2. TENDENCIAS INTERNACIONALES EN POLÍTICA Y MATRIZ ENERGÉTICA

2.1 TENDENCIAS EN POLÍTICA ENERGÉTICA

Los gobiernos han intentado, por medio de diversas políticas, influenciar el suministro y el consumo de energía en sus países. Ello ha variado a lo largo del tiempo y ha significado que las políticas energéticas sean más o menos explícitas, con diferentes roles para distintos agentes, y con diferentes mecanismos e instrumentos. De esta manera, las políticas energéticas pueden involucrar –y efectivamente lo han hecho– intervención directa del Estado o la dependencia de lo que las dinámicas y fuerzas del mercado (con diferentes grados de regulación) determinan.

Esto implica que no es fácil definir lo que es una ‘política energética’, ya que es un concepto dinámico, que depende de los imperativos que definen los modelos de desarrollo que toman los países y el contexto internacional, determinado muchas veces por presiones e influencias que no son dirigidas por un solo país o gobierno (por ejemplo, tendencias económicas y sociales globales, preocupación por cambios ambientales globales, conflictos armados internacionales, etc.).

Sin embargo, y en términos generales, una política energética corresponde a un conjunto de medidas gubernamentales que se ocupan de la producción, distribución y consumo energético. La política energética proporciona el marco para establecer objetivos y metas que permitan cumplir el propósito de una nación de mejorar el funcionamiento del sector energético y aquellos ámbitos que de él dependan. La promoción de políticas en el sector energético implica muchas veces la ejecución de planes de acción y estrategias a nivel nacional y regional.

Durante los últimos años, se ha visto un resurgimiento en el interés de los Estados por asumir un rol preponderante en el desarrollo energético, mediante la formulación de este tipo de políticas. Esto se explica por una necesidad de transformar los sistemas energéticos para dar respuesta a nuevos requerimientos de las sociedades, asociados a dimensiones económicas, sociales, institucionales, tecnológicas y cognitivas, entre





otras. Estos requerimientos y sus dimensiones presentan dinámicas que co-evolucionan, son interdependientes y subyacen trayectorias de desarrollo y cambio tecnológico. En este contexto, este nuevo rol de los Estados en el desarrollo energético ha traído aparejadas las correspondientes transiciones socio-técnicas, es decir, una serie de cambios estructurales en la forma en que ciertas necesidades sociales son satisfechas. Las tecnologías que son desarrolladas y utilizadas – entendiéndolas desde un punto de vista de ‘máquinas’, de ‘conocimiento y habilidades’ y de ‘arquitecturas socio-institucionales’ – cumplen un rol fundamental en cómo se entienden y satisfacen estas necesidades.

Actualmente, la política energética de muchos países, sobre todo de aquellos más desarrollados y miembros de la OCDE, presenta tres pilares que buscan reconciliarse y equilibrarse: la seguridad de suministro, el funcionamiento de los mercados y la protección ambiental. A continuación, se presenta una revisión de las políticas energéticas de seis países, además de la de la Unión Europea, con el objetivo de identificar sus lineamientos estratégicos y principales características.

2.2 ESTADO DEL ARTE EN POLÍTICA ENERGÉTICA

De las políticas energéticas analizadas, se ratifica lo presentado en la sección anterior, en cuanto a que sus pilares principales son: i) la seguridad de suministro; ii) el funcionamiento de los mercados; y, iii) la protección ambiental.

Debido a las particularidades de los procesos de construcción de las diferentes políticas, no hay necesariamente una estructura homogénea entre ellas, existiendo distintas formas de establecer sus objetivos y medidas asociadas. A continuación se sintetizan los elementos críticos en común y las principales diferencias entre las políticas energéticas analizadas. Los países bajo estudio son Alemania, Australia, Suiza, Reino Unido, Brasil y Uruguay, además de la Unión Europea.



2.2.1. VISIÓN / OBJETIVO GENERAL

En cuanto a la visión u objetivo general de las políticas energéticas, destacan aspectos ambientales y climáticos. Esto es así, con especial énfasis, en los casos de Alemania, Reino Unido y la Política Energética Europea. Asimismo, aunque en menor grado, las visiones de las políticas de Suiza y Uruguay incorporan la protección del medio ambiente y la sustentabilidad como un elemento clave.

En segundo lugar, destacan objetivos de suministro energético. Este aspecto es explícitamente el foco en el caso de Australia y Suiza, tomando en consideración la decisión de este último país de eliminar la generación nuclear de su matriz energética, lo cual implica un gran desafío en términos de la provisión de energía. De la misma forma, la seguridad del suministro sería indirectamente el objetivo central de la visión estratégica (a 30 años) de Brasil y está mencionado como uno de los pilares de las políticas energéticas de Alemania y Uruguay.

Un tercer elemento clave tiene que ver con aspectos relacionados al adecuado funcionamiento de los mercados, entre los que se puede mencionar la eficiencia económica y precios accesibles.

2.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

De forma similar a las diferencias existentes en términos de la construcción de la visión u objetivo general de estas políticas, se observan distintos objetivos específicos asociados a la visión u objetivo general, especialmente de dos tipos. Por una parte, objetivos de carácter genérico y cualitativo; por otra, objetivos más concretos, con metas estratégicas cuantitativas.

Este último tipo de objetivos específicos se encuentra asociado principalmente aquellas políticas que persiguen objetivos climáticos, en términos de reducción de emisiones GEI a un año dado, aumento de la participación de fuentes renovables en la matriz energética o reducción del consumo energético nacional. Por otro lado, en las políticas de Australia y Brasil se pueden observar objetivos de carácter más genérico





en relación al desarrollo de mercados, acelerar la transformación hacia energías limpias y establecimiento de estrategias y mecanismos para alcanzar el objetivo general.

2.2.3. PROCESO DE FORMULACIÓN DE LAS POLÍTICAS

Liderazgo. Los procesos de formulación de las diferentes políticas han sido liderados por los gobiernos centrales, en particular por los ministerios o departamentos de energía. Adicionalmente, en todos estos procesos participaron otros departamentos de Estado de relevancia o interés para el desarrollo energético, y en algunos casos, el Poder Legislativo y los gobiernos federales.

En el Reino Unido, el proceso fue liderado por el Departamento de Energía y Cambio Climático y contó con la participación de otros siete departamentos de Estado. Esto fue similar en las experiencias de Brasil y Uruguay, principalmente con la participación del Poder Ejecutivo y organismos de Estado dependientes de este. En Alemania, junto a una serie de ministerios (economía, educación e investigación, entre otros), participaron ciertos grupos legislativos y representantes de los gobiernos federales. En Australia, el proceso involucró, además del Poder Ejecutivo y los gobiernos federales, a las autoridades regulatorias a nivel nacional, pero sin representantes del Poder Legislativo. En Suiza, el liderazgo lo ejercieron el gobierno central y el Poder Legislativo de manera conjunta. En el caso de la política energética europea, el proceso fue liderado por el Parlamento Europeo y el Consejo de Ministros de la Unión Europea. Adicionalmente, los Estados miembros intervienen en una etapa muy temprana en la elaboración de los textos europeos, a través de comités de expertos nacionales.

Participación ciudadana. La mayoría de estos procesos contó con instancias formales de participación ciudadana en su desarrollo. En Alemania se realizó participación temprana mediante una serie de plataformas temáticas. El caso del Reino Unido es similar, con instancias formales tempranas y consulta pública al borrador final. En Australia, el borrador final fue sometido a consulta pública formal, mientras que en Suiza se somete a consulta el artículo constitucional que modifica el sistema energético. En Brasil, determinados aspectos de la política contaron con participación ciudadana por medio de consultas y audiciones públicas, mientras que en Uruguay no existió un mecanismo



formal de participación ciudadana. En el caso de la política europea, las organizaciones profesionales y la sociedad civil pudieron participar a través de diferentes mecanismos de consulta, a lo largo de las distintas etapas del proceso.

Plazos. Alemania, el Reino Unido, Suiza y la Unión Europea han formulado visiones con foco al año 2050. Las políticas de Brasil y Uruguay se proyectan al año 2030, mientras que en el caso de Australia no se especifica el año de concreción de los objetivos establecidos. Paralelamente, en la gran mayoría de políticas analizadas los objetivos específicos o metas estratégicas están sujetos a periodos de tiempo intermedios, entre los años 2017 y 2030, salvo en el caso de Australia, en que no se especifica.

TABLA I. RESUMEN DE EXPERIENCIAS INTERNACIONALES EN POLÍTICAS ENERGÉTICAS DE LARGO PLAZO

Países	Visión		Objetivos y Metas								Proceso									
	Tipo		Año de Visión de Largo Plazo	Metas Intermedias	Año de Metas Intermedias	Sector con Metas				Liderado por			Participación Ciudadana			Seguimiento y monitoreo				
	Cuantitativa	Cualitativa				Emisiones GEI	Eficiencia Energética	Energías Renovables	Reforma de Mercado	Otros	Poder Ejecutivo	Poder Legislativo	Gobiernos Regionales/ Locales	Otros	Consulta			Durante el Proceso	De validación de la política	
															Sí					No
Alemania	X		2050	X		2030	X	X	X		X	X	X		X		X			
Australia		X	N.I.	X		N.I.	X		X	X	X		X	X	X		X		X	
Suiza		X	2050	X		2020	X	X	X			X	X		X		X		X	
Reino Unido	X		2050	X		2027	X	X	X	X			X					X		
Brasil		X	2030	X		2017		X			X	X			X	X			X	
Uruguay		X	N.I.	X		2020	X	X	X		X	X							X	
Unión Europea	X		2050	X		2030	X	X	X		X	X	X	X		X		X	N.I.	N.I.
Energía 2050		X	2050	X		2035	X	X	X	X	X				X		X	X	X	



2.3 TENDENCIAS DE LARGO PLAZO EN MATRICES ENERGÉTICAS

Como complemento al análisis previo, resulta relevante entender las transiciones que se están dando en términos de tecnologías y fuentes energéticas a nivel internacional y las posibles trayectorias que enfrentan. Por ello, se revisó la información oficial disponible sobre las proyecciones de crecimiento de tecnologías y los cambios que se consideran necesarios a futuro en las matrices energéticas de diferentes países. Debido a la heterogeneidad de las fuentes de información, las proyecciones presentan diferentes horizontes temporales, dependiendo de cada país.

Para la construcción de los gráficos comparativos de matrices energéticas, se tomaron como insumo los resultados de las siguientes fuentes de información.

- Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC): se obtuvieron proyecciones del crecimiento de tecnologías de generación eléctrica, a nivel mundial, a partir de fuentes bajas en carbono -energías renovables, nuclear, captura y almacenamiento de dióxido de carbono (CCS) y bioenergía con captura y almacenamiento de carbono (BECCS)- a los años 2050 y 2100. Estos escenarios se ajustan a las necesidades en mitigación establecidos por el IPCC y se establecen rangos de certeza.
- Agencia Internacional de Energía: se levantó información sobre las proyecciones de escenarios futuros de demanda energética y cómo esta será suplida, tomando en consideración los requerimientos de mitigación de emisiones de GEI.
- Banco Mundial: se consideraron las metas establecidas por el Banco Mundial en su documento Decarbonizing Development, para cumplir con los requerimientos de reducción de emisiones establecidos por el IPCC.
- Massachusetts Institute of Technology (MIT): se levantaron proyecciones de demanda de energía primaria y secundaria, a largo plazo, a nivel mundial. Asimismo, se formulan supuestos de generación para dar cumplimiento a esta demanda, en base a los requerimientos climáticos.

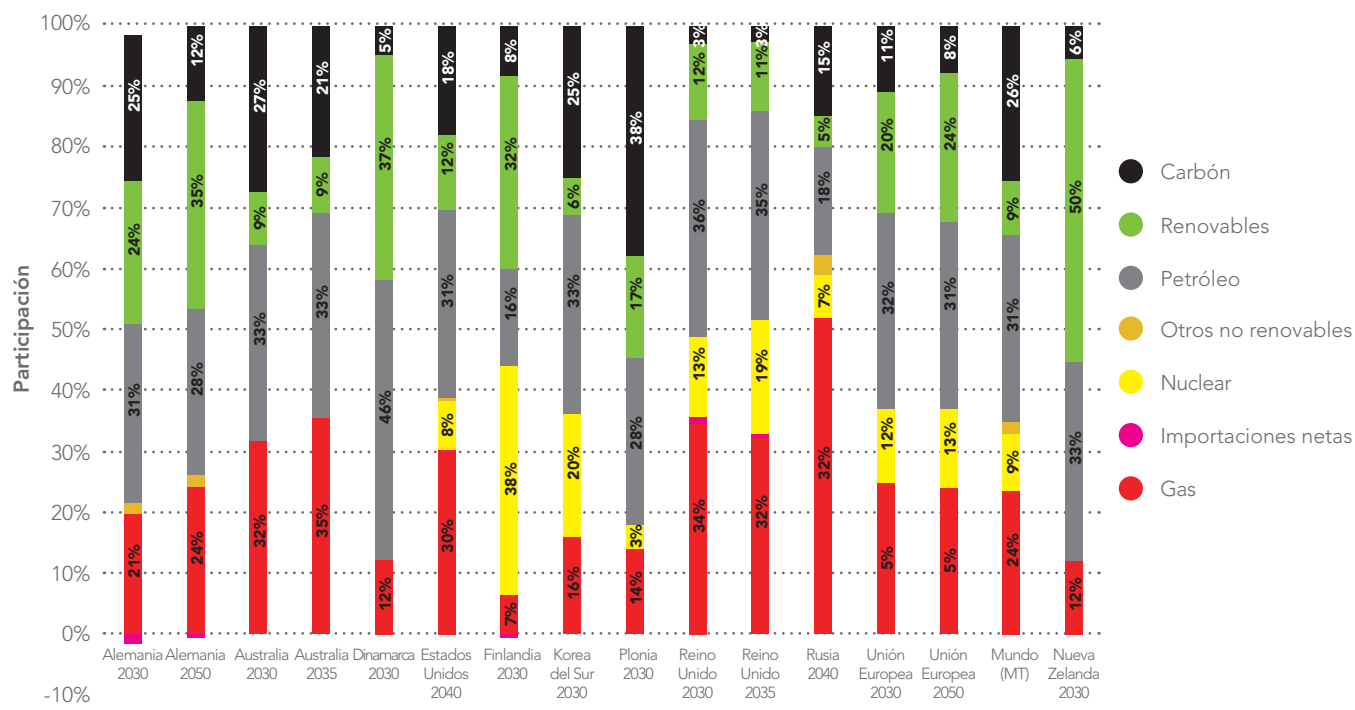


Con la información descrita previamente, se analizan las tendencias generales de largo plazo de crecimiento de la demanda a nivel mundial y las principales tecnologías y fuentes que se implementarán para atender dicha demanda.

Energía Primaria

Las proyecciones del MIT (MIT, 2014) indican que un porcentaje preponderante de la matriz primaria global provendrá de fuentes fósiles, con un 24% de gas, un 26% de carbón y un 31% de petróleo. Tan solo un 9% provendrá de fuentes renovables, equivalente a la generación nuclear (9%). Esta tendencia es similar en la mayoría de los casos analizados (ver Figura I), donde los países que desafían la norma corresponden a: Nueva Zelanda, con un 50% de matriz primaria proveniente de fuentes renovables al año 2030; Alemania, con 35% renovables al 2035; y los países nórdicos, donde Dinamarca establece un 37% de renovables al 2030 y Finlandia fija un 32% de renovables y un 38% de nuclear al 2030. La apuesta de los últimos tres países por las energías renovables y lucha contra el cambio

FIGURA VI: PROYECCIÓN DE LA MATRIZ DE ENERGÍA PRIMARIA PARA DISTINTOS PAÍSES/REGIONES.

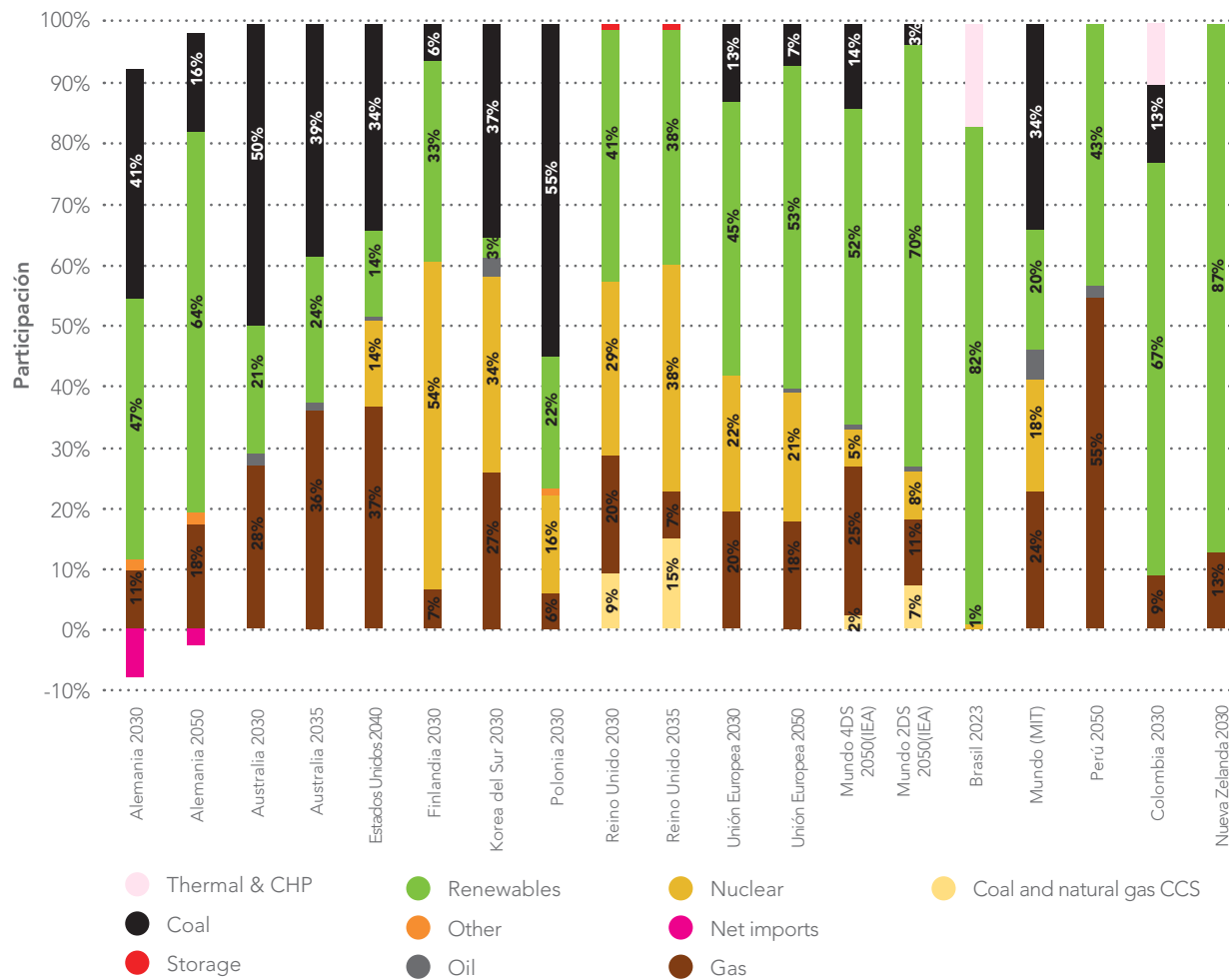


Fuente: Equipo Energía 2050

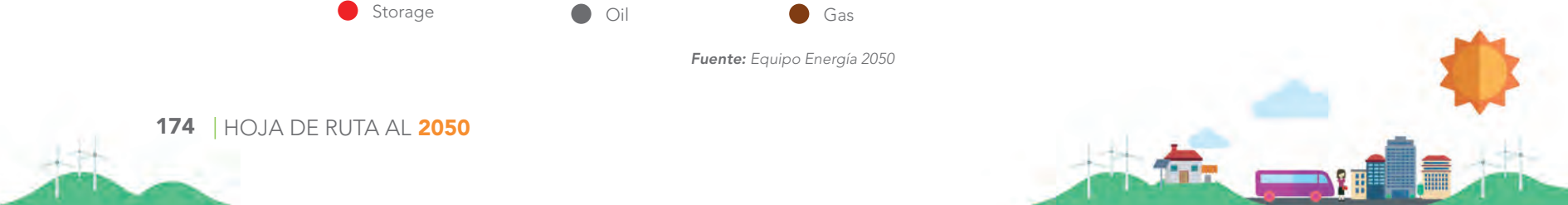
climático es una tendencia que se refleja también en las proyecciones de matriz de la Unión Europea, con un 20% de energías renovables al año 2030 y un 24% al 2050. En términos generales, habrá una disminución del consumo de las fuentes más emisoras, en particular de carbón.

De los países analizados, solo Australia y Rusia presentan un alto porcentaje de energías fósiles.

FIGURA VII: PROYECCIÓN DE LA MATRIZ DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN DISTINTOS PAÍSES/REGIONES.



Fuente: Equipo Energía 2050



Energía Eléctrica

En cuanto a la matriz eléctrica, la situación varía. De acuerdo a los datos del MIT, se presenta al año 2050 una situación relativamente equilibrada entre renovables (20%), nuclear (18%), gas (24%) y carbón (34%). Sin embargo, las proyecciones de la Agencia Internacional de Energía, bajo medidas drásticas de cambios tecnológicos para dar respuesta a los requerimientos de reducción de emisiones, indicarían un crecimiento de las fuentes renovables al 52% en un escenario, mientras que en el escenario más optimista habría un aumento aún más significativo, alcanzando el 70% (ver Figura II).

En cuanto al aumento de la participación de las fuentes renovables, llaman la atención los casos de Nueva Zelandia, con un 87% al año 2030, Brasil, con un 82% al año 2023 (explicado gracias a su alto potencial en hidroelectricidad), y Alemania, con un 64% al año 2050.

La Unión Europea, donde al año 2010 las energías renovables aportaban en un 10% a la matriz energética, presenta proyecciones de aumento de estas fuentes hasta el 24% para el año 2050. Por otra parte, se espera que el gas natural se mantenga, así como la energía nuclear (13%).

En el caso de Estados Unidos, uno de los principales consumidores de energía a nivel mundial, la mayoría de los estados tienen una meta de aumentar las energías renovables entre un 15 y un 40% para el periodo 2020-2040. Asimismo, para el año 2040 se espera una reducción en los combustibles fósiles de un 8%. Por otra parte, el consumo de gas natural crecerá en promedio 0,8% anual de 2012 a 2040, principalmente debido al incremento de su uso en el sector de generación, y habrá una disminución en los requerimientos de petróleo y otros combustibles líquidos.



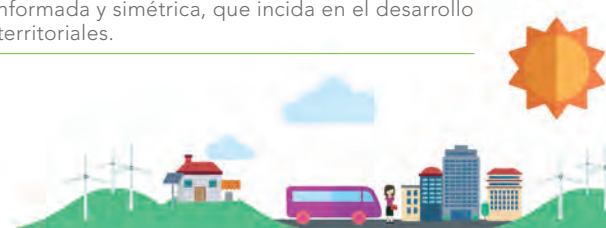
ANEXO 3: INDICADORES SECTORIALES Y TRANSVERSALES

A partir de las visiones sectoriales y criterios transversales, el Comité Consultivo de Energía 2050 identificó un set de posibles indicadores para dar seguimiento a las principales brechas identificadas y el monitoreo de los atributos de la visión, los cuales se detallan en este anexo.

3.1 INDICADORES SECTORIALES

3.1.1. SECTOR GENERACIÓN, ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ELECTRICIDAD

ATRIBUTO DE VISIÓN SECTORIAL	INDICADOR PROPUESTO
1. Precios competitivos	Precio de la energía eléctrica para clientes libres y regulados.
	Participación del costo en energía con respecto al costo total de la industria (por ejemplo, participación del costo de la energía en la estructura de costo de la industria minera).
2. Acceso	Cantidad de hogares sin acceso a energía sobre el total de hogares con estándares de calidad.
	Porcentaje de la demanda eléctrica que se satisface a partir de generación distribuida con estándares de calidad.
	Porcentaje de la demanda eléctrica aislada que se satisface a partir de generación vía micro-redes con estándares de calidad.
	Índice de calidad de servicio eléctrico (suma ponderada de índices de seguridad de suministro, calidad de servicio y reclamo de clientes, calculado por la SEC).
	Tiempo promedio de interrupción (SAIDI, System Average Interruption Duration Index). Valor promedio nacional y diferencia por alimentador. Número de alimentadores fuera de norma.
	Frecuencia media de interrupción (FMIK) y tiempo total de interrupción (TTIK).
	Existencia de un estándar de calidad de suministro para micro-redes.
3. Estándares ambientales	Estándar ambiental aplicado en temas de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), emisiones locales, continuidad de caudales, impacto sobre biodiversidad, consumo de agua, etc.
	Emisiones absolutas: GEI del sector generación eléctrica (MM tCO ₂).
	Emisiones por unidad de MWh producido (tCO ₂ /MWh)
	Emisiones totales per cápita.
	Emisiones totales por unidad PIB.
4. Equidad	Porcentaje de gasto en electricidad con respecto al ingreso de la familia por quintiles y deciles, después de subsidio.
5. Valor compartido	Existencia de mecanismos de participación ciudadana temprana, informada y simétrica, que incida en el desarrollo de políticas y planes, a nivel nacional, regional y de otras unidades territoriales.



ATRIBUTO DE VISIÓN SECTORIAL	INDICADOR PROPUESTO
5. Valor compartido	Existencia de mecanismos de participación ciudadana temprana, informada y simétrica, que incida en el ciclo de desarrollo de proyectos energéticos.
	Incremento de la calidad de vida en las comunidades asociadas al desarrollo de infraestructura energética.
	Nivel de participación de las comunidades locales en los ingresos monetarios de los proyectos.
6. Renovable	Composición de la matriz energética por tipo de fuente.
7. Transmisión	Número y volumen de energía asociado a los proyectos de generación eléctrica que no pueden ingresar al sistema debido a restricciones del sistema de transmisión.
	Tiempo máximo de respuesta del operador del sistema ante un requerimiento de conexión.
8. Infraestructura crítica	Listado de mecanismos de alerta y de manejo de contingencia.
	Volúmenes de energía no servida ante eventos de fuerza mayor.
	Tiempo de restauración de servicio después de eventos de fuerza mayor.
9. Interconexiones internacionales	Cantidad de energía eléctrica neta importada (dependencia)/exportada con respecto al consumo eléctrico nacional.
	Margen de seguridad (capacidad firme dividido por demanda punta) si se interrumpen todas las interconexiones.
10. Adaptación	Tiempo de implementación de nuevas normativas en el sector.
11. Roles privado y del Estado	Lista de instrumentos que facilitan la participación del Estado en decisiones estratégicas.
	El Estado participa (sí/no) en las decisiones estratégicas del país.
12. Innovación	Gasto público en I+D.
	Gasto privado en I+D.
	Contribución de los nichos a la balanza comercial de bienes y servicios.
	Capital humano en I+D (Número de trabajadores -en equivalentes a tiempo completo- dedicados a I+D/1000 trabajadores).
	Asociatividad con empresas tecnológicas extranjeras.
	Ingresos por licencias y patentes en los nichos desde el extranjero como % PIB.
13. Cultura energética	Pérdidas del sistema de transmisión y distribución.
	Desempeño de centrales en términos energéticos, mantenimiento, disponibilidad, etc.

3.1.2. SECTOR PRODUCCIÓN, ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES

ELEMENTO/ATRIBUTO EN VISIÓN SECTORIAL	INDICADOR PROPUESTO
1. Seguridad energética para los combustibles	Días equivalentes de stock de combustibles. Nacional y regional [días].
	Capacidad de almacenamiento en relación a la demanda de combustibles [%].
	Diversificación de puntos de distribución (llegada) por zona (oleoducto, tierra, marítimo cabotaje y marítimo importaciones) [%].
	Cantidad de puntos de acceso para interconexión regional y para conectividad nacional.
	Catastro de equipos con capacidad cambiar el uso de combustible a través de la dualidad de los sistemas [%].
	Accidentes en la cadena productiva del sector de combustibles [volumen de desechos descargados por accidente/año].
2. Combustibles limpios	Intensidad emisiones locales y globales asociadas a los usos específicos por contaminantes de interés, por combustible y ponderado por participación en la matriz [emisiones GEI/energía].
	Factores de decisión en los usuarios finales para la sustitución de combustibles convencionales por combustibles limpios (barreras a la sustitución de combustibles: técnicas, económicas, institucionales, sociales) [cualitativo].
3. Desarrollo nacional de nuevas fuentes de combustibles y leña sustentable	Relación entre importación de combustibles y producción nacional [%].
	Tasa de sustitución del uso tradicional de la leña por otro combustible o por un combustible estandarizado (leña seca, pellets, otros) [%].
	Participación de leña con estándares de calidad en la comercialización a nivel nacional de leña [%].
4. Roles público y privado	Crecimiento de inversiones en infraestructura en cadena de combustibles [tasa de crecimiento].
	Recursos destinados a I+D+i en sector combustibles [recursos/PIB].
	Generación de patentes relacionadas con el sector combustibles [patentes/año].
	Coficiente de variación de los precios de combustibles al interior del país y en relación a precios internacionales [%].
	Análisis del impacto de los instrumentos normativos, de regulación tarifaria y de mercado [cualitativo].



3.1.3. SECTOR COMERCIAL, PÚBLICO Y RESIDENCIAL

ATRIBUTO EN VISIÓN SECTORIAL	INDICADOR PROPUESTO
1. Visión general sector CPR	Intensidad energética (medida) de la operación de edificaciones [kWh/m ²].
	Intensidad energética simulada de las viviendas (en un rango de confort) [kWh/m ²].
	Emisiones de GEI del sector [CO ₂ eq].
	Porcentaje de gasto en energía con respecto al gasto de la familia, por quintil [%].
2. Diseño sustentable	Porcentaje de edificaciones públicas y estratégicas (hospitales, edificios públicos) con autonomía energética [%].
3. Sistemas de control, gestión inteligente y generación propia	Porcentaje de edificaciones con medidores inteligentes [%].
4. Estándares de sustentabilidad y confort	Porcentaje de edificaciones existentes con sello sustentable, desagregado por tipo y carácter público/privado [%].
	Porcentaje de edificaciones nuevas con sello sustentable, desagregado por tipo y carácter público/privado [%].
5. Rol en la economía y ejemplo para países en desarrollo	Exportaciones asociadas a construcciones sustentables (eficiencia energética, tecnologías renovables, servicios, etc.) como porcentaje del sector construcción [%].
	Actividad económica asociada a construcciones sustentables (eficiencia energética, tecnologías renovables, etc.) como porcentaje del sector construcción [%].
	Número de empleos asociados a construcciones sustentables (eficiencia energética, tecnologías renovables, servicios, etc.) .

3.1.4. SECTOR TRANSPORTE

ATRIBUTO EN VISIÓN SECTORIAL	INDICADOR PROPUESTO
1. Visión general sector transportes	Indicadores de percepción de la calidad [cualitativo].
2. Eficiencia energética a nivel sistémico	Consumo de energía total en transporte por unidad de PIB nacional [tpe/mil US\$].
	Intensidad energética en el transporte de pasajeros por modo [Kcal/pkm].
	Intensidad energética en el transporte de carga por modo [Kcal/tkm].
	Rendimiento promedio de vehículos particulares [km/l].
	Rendimiento promedio de vehículos pesados [km/l].
3. Intermodalidad	Partición modal en transporte de carga [% de los t-km]
	Partición modal de transporte de pasajeros (interurbano) [% de los p-km]
	Partición modal en áreas metropolitanas [%].
4. Sustentabilidad ambiental	Emisiones de GEI del sector [tCO ₂ eq/año].
	Intensidad de emisiones GEI del Sector [tCO ₂ eq/Unidad de Valor Agregado del sector].
	Emisión de contaminantes locales del sector transporte (NO _x ; MP; CO; y SO _x).
5. Rol del Estado	Implementación de estándares ambientales y de sustentabilidad asociados a emisiones globales y locales [cualitativo].
	Extensión de nueva infraestructura para el transporte (desagregado por tipo de transporte) [km/año].
	Incorporación de procesos de participación ciudadana en la planificación de los sistemas de transporte público [cualitativo].

3.1.5. SECTOR INDUSTRIA Y MINERÍA

ATRIBUTO EN VISIÓN SECTORIAL	INDICADOR PROPUESTO
1. Eficiencia energética	Consumo de energía (por industria) por unidad de producto (físico y monetario) [energía/t de producto y energía/MM\$ PIB] <i>Aplica a gran minería y a empresas del resto de la minería y otras industrias que posean compromisos o exigencias internacionales.</i>
	Porcentaje del PIB o ventas del sector industrial correspondiente a empresas que han adoptado sistemas de gestión de la energía. <i>Aplica a gran minería y a empresas del resto de la minería y otras industrias que sean energointensivas.</i>
	Ahorros reportados por las industrias por planes y programas de eficiencia energética [energía ahorrada/año] <i>Aplica a gran minería y a empresas del resto de la minería y otras industrias.</i>
2. Conciencia energética y aprovechamiento de oportunidades	Energía aprovechada de acuerdo a oportunidades energéticas desarrolladas por las industrias [energía aprovechada/año]. <i>Aplica a gran minería y a empresas del resto de la minería y otras industrias.</i>
	Emisiones de GEI del sector [MM tCO ₂ eq]. <i>Aplica a gran minería y a empresas del resto de la minería y otras industrias.</i>
	Porcentaje de cumplimiento de las metas de mitigación definidas para la industria en un proceso técnico, transparente y participativo. <i>Aplica a gran minería y a empresas del resto de la minería y otras industrias que no sean PYMEs.</i>
	Porcentaje del PIB o ventas de empresas que miden su huella de carbono y cuantificación de la misma. Extensivo a empresas proveedoras y de alcance 2 (transporte, electricidad, etc.). <i>No aplica a gran minería por el momento. Aplica a algunas empresas de otras industrias, por ejemplo, industria del vino.</i>
	Contaminación ambiental por unidad de producto (físico y monetario) [MP, NO _x , SO _x , otros].
	Impacto sobre biodiversidad, consumo/contaminación de agua, otros.
	Porcentaje de energía renovable generada o comprada por clientes industriales libres. <i>Aplica a gran minería y a empresas grandes del resto de la minería y otras industrias.</i>
3. Inversión en I+D+i	Gasto público y privado en I+D+i aplicado a gestión y uso eficiente de la energía en los procesos productivos de la industria [MM US\$/año y % respecto a I+D+i en la industria]. <i>Aplica a gran minería y a empresas del resto de la minería y otras industrias que sean energointensivas.</i>
	Número de estudiantes de post-grado en temas energéticos, que vuelven a trabajar en esos temas en la industria. <i>Aplica a gran minería y a empresas del resto de la minería y otras industrias que sean energointensivas.</i>
4. Costos de la energía	Distorsiones del mercado energético nacional que impiden que el suministro y los precios reflejen correctamente el valor económico, ambiental y social.
	Precio de los principales energéticos (electricidad y gas) a nivel industrial comparado con otros países de referencia o que compiten en la misma industria (índice de comparabilidad). <i>Aplica a gran minería y a empresas grandes del resto de la minería y otras industrias.</i>



3.2 INDICADORES TRANSVERSALES

3.2.1. SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

CRITERIO TRANSVERSAL	INDICADOR PROPUESTO
1. Calidad ambiental	Cumplimiento de estándares nacionales e internacionales.
	Cumplimiento de recomendaciones de calidad ambiental de la OCDE.
	Aportes del desarrollo energético a ciudades, y a zonas latentes y saturadas.
	Aportes del sector al cumplimiento de índices de contaminación con incidencia sobre la salud pública.
2. Cambio climático	Emissiones totales e intensidad de emisiones de CO2 del sector energético.
	Cumplimiento de compromisos internacionales.
	Inversión en sistemas naturales para captación de carbono del sector energético.
3. Patrimonio natural	Conservación (evitar y contribuir) de áreas protegidas y de alto valor de conservación en biodiversidad, incluyendo los ecosistemas acuáticos y marinos.
	Percepción sobre compatibilidad del desarrollo energético con conservación del patrimonio natural (trade off).
	Relación entre el desarrollo energético y los servicios ecosistémicos.
	Caudal ambiental.
4. Patrimonio cultural	Percepción sobre compatibilidad del desarrollo energético con conservación del patrimonio cultural (trade off).
	Iniciativas energéticas que conservan el patrimonio cultural.
5. Imagen país	Posición del país en rankings internacionales.
	Indicadores de desempeño.

3.2.2. ORDENAMIENTO TERRITORIAL, PLANIFICACIÓN URBANA Y DESCENTRALIZACIÓN

CRITERIO TRANSVERSAL	INDICADOR PROPUESTO
1. Integración territorial nacional, regional y local	Instrumentos de planificación y ordenamiento territorial que incorporan los lineamientos de la política energética.
	Porcentaje de estrategias regionales y comunales que integran los lineamientos de la política de energía.
2. Planificación urbana con criterios de eficiencia energética	Normativa actualizada para la eficiencia energética y la adaptación al cambio climático.
	Porcentaje de viviendas 100% eficientes.
	Cantidad de regiones y ciudades que cuentan con abastecimiento energético que satisfaga la totalidad de sus necesidades de consumo.
	Porcentaje de ciudades con planes de optimización del crecimiento urbano en relación a los servicios energéticos disponibles.
3. Valor agregado al territorio por el desarrollo energético	Distribución equitativa en los territorios de las cargas y beneficios derivadas del desarrollo energético.
	Porcentaje de proyectos que participan en los mecanismos de asociatividad del sector energía.
	Percepción favorable de los actores sobre el respeto a su visión de desarrollo y la vocación energética del territorio.
	Aportes del desarrollo energético al empleo, infraestructura pública y calidad de vida del territorio.
	Valoración de los servicios ambientales (ecosistémicos) de los territorios.
4. Sustentabilidad territorial del desarrollo energético ante el cambio climático	Total de medidas implementadas para la adaptación al cambio climático, relacionadas con las zonificaciones para el desarrollo energético.
	Porcentaje del territorio que tiene zonificaciones en función del riesgo frente al cambio climático.
5. Sustentabilidad territorial ante riesgos naturales y de origen antrópico	Porcentaje de infraestructura energética localizada en zonas de riesgo que cuentan con planes de contingencia.
	Porcentaje de infraestructura energética en zonas libres de riesgos.
	Resiliencia del sector energético y sus proyectos para recuperar la seguridad de suministro.
	Porcentaje de proyectos energéticos con recursos hídricos que asumen a la cuenca hidrográfica como unidad de gestión y pagan por los servicios ambientales.
6. Infraestructura energética, territorio y calidad de vida	Gestión integrada de los impactos territoriales y ambientales de cuencas y bahías abastecedoras de agua para la generación energética.
	Proporción del territorio en el que se han definido zonas o trazados para el desarrollo energético, en el ámbito rural y urbano donde se respeta el patrimonio natural y cultural.



3.2.3. POBREZA, PARTICIPACIÓN, ASOCIATIVIDAD, EQUIDAD Y PUEBLOS INDÍGENAS

CRITERIO TRANSVERSAL	INDICADOR PROPUESTO
1. Acceso universal y equitativo	Porcentaje de la población con sus necesidades básicas energéticas satisfechas con fuentes energéticas de calidad.
	Porcentaje de ingresos familiares destinados al pago de energía en grupos vulnerables.
	Precio relativo promedio de la energía a nivel comunal.
2. Inclusión energética y desarrollo local	Porcentaje de comunidades aisladas que cuentan con mecanismos de suministro de energía de calidad suficiente para promover su desarrollo local.
3. Mecanismos de participación	Existencia de mecanismos formales de participación ciudadana temprana, informada y simétrica, que incida en el desarrollo de políticas y planes, a nivel nacional, regional y de otras unidades territoriales.
	Existencia de mecanismos formales de participación ciudadana temprana, informada y simétrica, que incida a lo largo del ciclo de desarrollo de los proyectos energéticos (diseño, construcción, puesta en servicio, operación, puesta fuera de servicio, clausura o, si corresponde, etapa posterior a la clausura).
4. Infraestructura energética y calidad de vida	Incremento de la calidad de vida en las comunidades asociadas al desarrollo de infraestructura energética, medido a partir del Índice de Desarrollo Humano.
5. Cultura y educación energética	Porcentaje de ahorro acumulado en el consumo energético nacional (residencial, industrial y transporte), vía eficiencia energética.
	Indicador que mida el nivel de conciencia en temas energéticos en los ciudadanos (a definir).
6. Energía y comunidades indígenas	Cumplimiento del Convenio 169 como marco de interacción con los pueblos indígenas para el desarrollo energético a estándares internacionales.
	Existencia de un mecanismo que permita a las comunidades indígenas la gestión y/o aprovechamiento de su potencial energético.

3.2.4 INNOVACIÓN Y DESARROLLO PRODUCTIVO

CRITERIO TRANSVERSAL	INDICADOR PROPUESTO
1. Desarrollo y adopción de nuevas tecnologías	Indicadores que permitan medir el desempeño de las empresas del sector energía en el desarrollo y adopción de nuevas tecnologías.
	Gasto I+D de las empresas del sector energía.
	Número de patentes nacionales en tecnologías energéticas.
	Porcentaje de empresas del sector energía que innovan.
	Creación de valor en licencias (\$).
2. Desarrollo del capital humano técnico y avanzado	Indicadores que permitan medir el desempeño del sector energía en la utilización del capital humano.
	Número de postgrados en áreas tecnológicas relacionadas con energía/millón de hab.
	Número de puestos de trabajo en I+D+i en el sector energía.
	Inserción de capital humano: número de postgrados trabajando en I+D+i en el sector energía.
3. Innovación y competitividad para los sectores productivos	Indicadores que permitan medir la contribución del sector energía a las actividades de I+D de la economía nacional.
	Gasto I+D energía/gasto total I+D.
	Número de empresas que invierten en innovación en energía.
	Número de nuevas empresas sector energía/start-up/spin-off.
	Productividad Total de los Factores (PTF) del sector energía.



ANEXO 4. ESCENARIOS ELÉCTRICOS AL AÑO 2050 PARA CHILE

A continuación se presentan escenarios de demanda y generación energética a largo plazo para Chile. En el caso de la demanda, estos fueron elaborados a partir de la información de MAPS Chile. En el caso de la generación, se utilizó información levantada por el Centro de Energía de la Universidad de Chile sobre costos de implementación de tecnologías de generación, la cual fue posteriormente validada por medio de talleres con actores relevantes del sector energético nacional, en el marco de la Mesa de ERNC de Energía 2050.

4.1 CONTEXTO Y METODOLOGÍA

El objeto de las simulaciones es levantar antecedentes que pudieran apoyar la toma de decisiones sobre los lineamientos estratégicos del Comité Consultivo de Energía 2050. El ejercicio no tiene como objetivo “predecir” cuál será la matriz de generación eléctrica al año 2050, sino levantar información sobre los siguientes puntos:

- Órdenes de magnitud de la demanda eléctrica al año 2050, considerando escenarios de eficiencia energética y/o electrificación.
- Órdenes de magnitud de la capacidad adicional para las distintas tecnologías requerida para satisfacer la demanda eléctrica, considerando además la aplicación de algunos lineamientos estratégicos evaluados por el Comité Consultivo.
- Comparaciones de la capacidad adicional que se requiere en nuevos proyectos de generación con los potenciales máximos identificados en estudios previos.
- Proyección de la matriz sujeta a alta incertidumbre. Para ejemplificar este impacto, se analiza la sensibilidad con respecto a los costos de inversión y precio de los combustibles.

Metodología

Se realizaron simulaciones de escenarios de generación al 2050 considerando los lineamientos estratégicos propuestos por el grupo “Eje Energía Sustentable” del Comité Consultivo, incluyendo: introducción de al menos un 70% de energías renovables, la internalización



de externalidades (GEI), y la aplicación de medidas de eficiencia energética, entre otros. A fin de identificar las consecuencias de la implementación de los lineamientos, se define una Línea Base (que no considera el cumplimiento de los lineamientos) y que representa el escenario más económicamente eficiente, y técnicamente factible bajo una serie de supuestos, incluyendo escenarios de demanda eléctrica, escenarios de costos de inversión de las distintas tecnologías de generación, y escenarios de precios de los combustibles.

Así, para un escenario dado de demanda eléctrica, un escenario dado de costos de inversión y un escenario dado de precios de combustibles, es posible obtener: (a) un escenario de matriz de generación que cumple con los lineamientos estratégicos; y (b) un escenario de matriz de generación que no cumple con los lineamientos estratégicos. Estas proyecciones se pueden comparar para determinar las consecuencias (en términos de costo, emisiones, etc.) de implementar los lineamientos estratégicos propuestos.

4.2 SUPUESTOS Y LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS

Se utilizó un modelo de optimización que minimiza los costos de inversión, operación, mantenimiento y falla para el horizonte 2015-2050. La optimización determina escenarios que respetan una serie de restricciones técnicas tales como: balance entre generación y demanda, límites máximos de generación dados por potencia máxima y factores de planta, potenciales de generación, etc. A continuación se detallan los supuestos utilizados, en términos de escenarios de demanda, costos de tecnologías y combustibles y, finalmente, los lineamientos de política.

Escenarios de Demanda

Se proyectaron escenarios de consumo energético en base a la información del proyecto MAPS Chile. Se asumen, de esta forma, tres escenarios de demanda en base a la proyección de la Línea de Base del año 2013, de acuerdo a crecimiento bajo, medio y alto de la economía (series "LB2013 PIB Alto", "LB2013 PIB Medio" y "LB2013 PIB Bajo"). Por otra parte, se asume un escenario de demanda eléctrica bajo medidas de eficiencia energética, para lo cual se utiliza el escenario de mayor esfuerzo de medidas de mitigación establecido en el proyecto MAPS Chile, el cual, entre otras acciones, incorpora medidas de

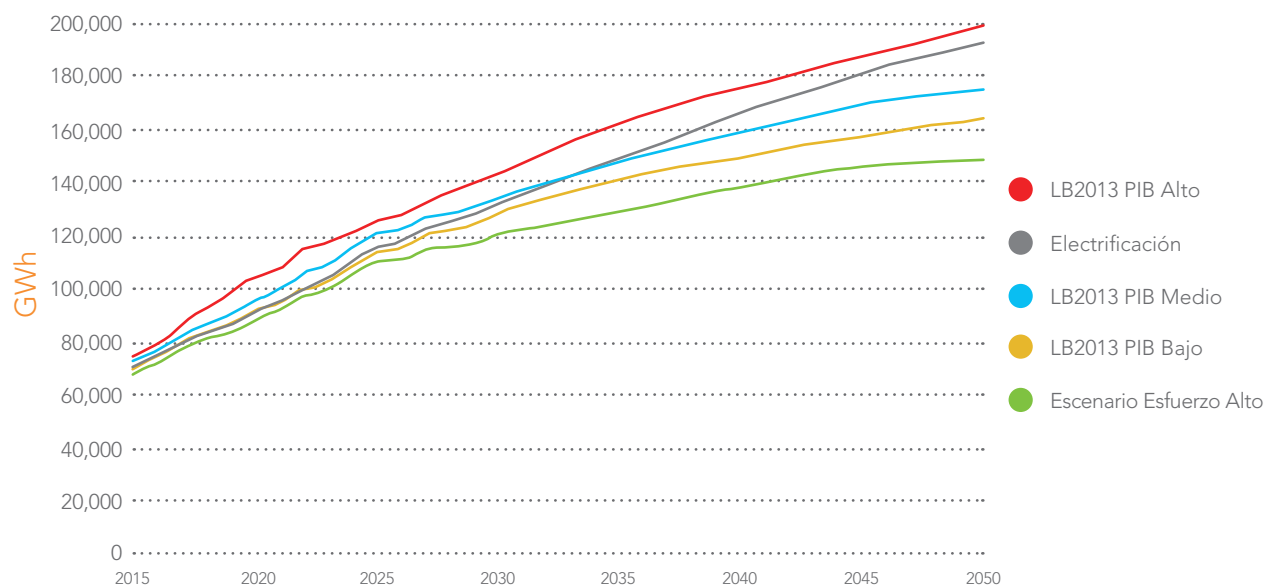


eficiencia energética (serie “Escenario Esfuerzo Alto”). Finalmente, se proyectó un quinto escenario de demanda eléctrica, asumiendo una potencial electrificación del sistema energético (serie “Electrificación”), para lo cual se estableció una serie de supuestos detallados en la Tabla I que se presenta a continuación y mostrados en la Figura I.

TABLA I: SUPUESTOS PARA ESCENARIO DE ELECTRIFICACIÓN³.

SECTOR	TIPO DE CONSUMO	SUPUESTO
Residencial	ACS	Reemplazo de gas licuado por electricidad (50% de año 2030)
	Calefacción	Reemplazo de leña, kerosene y gas licuado por electricidad (50% al 2030)
Comercial	General	Reemplazo de diésel por electricidad (30% de año 2030)
Industria y Minería	Calor Industrias Varias	Reemplazo de leña y diésel por electricidad (50% de año 2030)
Transporte	Vehículos Particulares	Introducción de vehículos eléctricos (100% al año 2050)

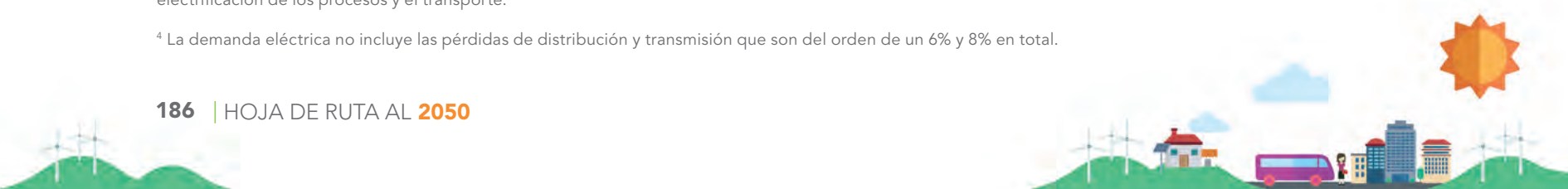
FIGURA I: ESCENARIOS DE PROYECCIÓN DE DEMANDA ELÉCTRICA (GWh)⁴.



Fuente: Equipo Académico Energía 2050

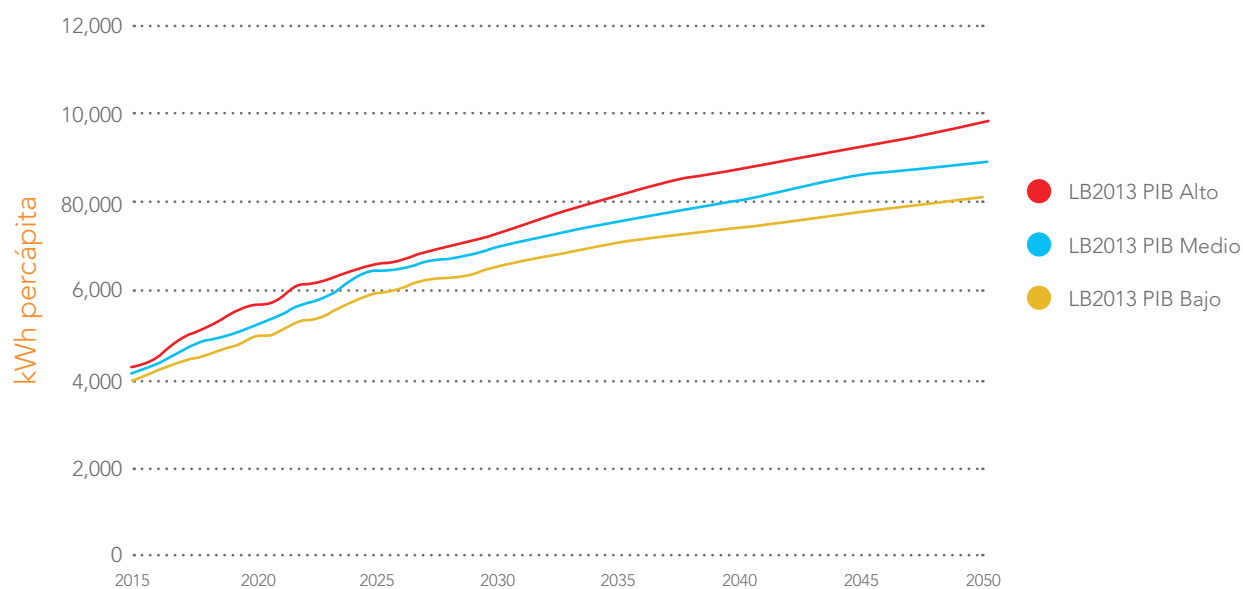
³ Para estimar la demanda eléctrica se realizó el siguiente supuesto: a la demanda eléctrica para el escenario PIB Bajo se le sumó la demanda adicional debido a la electrificación de los procesos y el transporte.

⁴ La demanda eléctrica no incluye las pérdidas de distribución y transmisión que son del orden de un 6% y 8% en total.



La Figura II muestra la proyección de demanda eléctrica, pero expresada en consumo per cápita para los 3 escenarios de Línea Base evaluados en el proyecto MAPS Chile. Se observa que al año 2050 el consumo per cápita anual podría variar entre 8.000 kWh y 10.000 kWh, es decir, se podría duplicar al año 2050. Al hacer el benchmark con el consumo per cápita de otros países se observa que los niveles proyectados están dentro del orden de magnitud del promedio de los países OCDE.

FIGURA II: PROYECCIÓN DE CONSUMO PER CÁPITA.



Fuente: Proyecto MAPS Chile

Costos de las tecnologías y potenciales

La proyección de los costos medios de desarrollo o costos nivelados de la energía al 2050 considera 9 escenarios de costos para las distintas tecnologías, que surgieron de la combinación de 3 escenarios de costos de inversión de las tecnologías ERNC (Alto, Medio y Bajo) y 3 escenarios de costos de los combustibles fósiles (Alto, Medio y Bajo). A continuación se presentan los resultados de 4 combinaciones, que son las consideradas para las proyecciones de los escenarios de matriz eléctrica que se describen en la próxima sección. Estas combinaciones tenían como objetivo explorar desde los escenarios más favorables a las ERNC hacia los menos favorables en términos de evolución de los costos medios de desarrollo:

- Escenario 1: Costos Inversión ERNC Medio, Precio Combustibles Medio
- Escenario 2: Costos Inversión ERNC Bajo, Precio Combustibles Alto
- Escenario 3: Costos Inversión ERNC Alto, Precio Combustibles Bajo
- Escenario 4: Costos Inversión ERNC Bajo, Precio Combustibles Bajo

La información utilizada es la de la Mesa de ERNC (la que solo realizó proyecciones hasta el año 2035). En la Tabla II se describen los supuestos para extrapolar los datos hasta el año 2050. Asimismo, se muestra el potencial máximo de energía renovable estimado en estudios previos.

TABLA II: RESUMEN DE PRINCIPALES SUPUESTOS REALIZADOS

TECNOLOGÍA	PRINCIPALES SUPUESTOS PARA PROYECTAR COSTOS DE INVERSIÓN Y OPERACIÓN PARA PERIODO 2035-2050	POTENCIAL MÁXIMO DEL RECURSO RENOVABLE DISPONIBLE ⁵
ERNC: eólica, fotovoltaica, CSP y geotermia	Costos de inversión al 2035 (alto, medio, bajo) se tomaron de la Mesa ERNC. Para las tecnologías en que se contaba con el dato de costo de inversión (USD/kW) al 2050, se consideró una proyección lineal desde el último dato obtenido al valor en 2050 (solar fotovoltaica, CSP y eólica). Para las series en que no se cuentan con proyecciones post 2030, se proyectaron constantes respecto al último valor entregado por la mesa. Costos de operación y mantenimiento se proyectaron constantes entre 2035-2050 a partir del último dato disponible al 2035.	Eólica: 37.477 MW Solar fotovoltaica: 1.263.407 MW Solar CSP: 548.478 MW Geotermia: 3.350-16.000 MW Undimotriz: 240.000 MW
Biomasa	Proyecciones de Costos de Inversión y Costos de Operación y Mantenimiento se mantienen constantes (2035-2050). Costos Variables no Combustibles permanecen constantes.	Biomasa forestal (raleos de bosque nativo): 2.129 (MW) Biomasa de residuos municipales: 7.6 MW
Hídrico	Proyecciones de Costos de Inversión y Costos de Operación y Mantenimiento se mantienen constantes (2035-2050).	Hidroelectricidad: 16.320 MW (total nacional, incluye potencial mini-hidro)
Combustibles fósiles	Costos de Inversión y Operación y Mantenimiento se mantienen constantes respecto al último valor entregado por la Mesa ERNC. Costos variables asociados a los precios del carbón al 2050, se proyectaron linealmente respecto a los datos entregados por la Mesa ERNC (2040-2050). Costos variables no combustibles se mantuvieron constantes respecto al último valor entregado. Precio de GNL incluye recargas nacionales.	

⁵ Fuentes: Biomasa: Evaluación de mercado de biomasa y su potencial, 2013. Ministerio de Energía, Informe sectorial sector residuos. MAPS-Chile; Geotermia: Enap (3.350 MW), Lahsen (16.000 MW); Unidimotriz: Embajada británica en Santiago, 2014. Recomendaciones para la Estrategia de Energía Marina de Chile: un plan de acción para su desarrollo; Hídrico: Ministerio de Energía/GIZ. Energías renovables en Chile, 2014, Ministerio de Energía, Estudio de Cuencas, 2015; Eólico, Solar, Mini-hidro y CSP: Ministerio de Energía, GIZ. Energías renovables en Chile, 2014. El potencial eólico, solar e hidroeléctrico de Arica a Chiloé.



Evaluaciones

Para los escenarios 1, 2 y 3, se realizaron evaluaciones de Línea de Base y bajo supuestos de cumplimiento de los lineamientos estratégicos del Eje de Energía Sustentable. A continuación se presentan los principales supuestos. (Tabla III). 4.3 Resultados 4.3 Resultados

TABLA III. PRINCIPALES SUPUESTOS PARA EVALUACIONES DE ESCENARIOS ELÉCTRICOS

A. Con cumplimiento de lineamientos estratégicos

Se resuelve el problema de optimización que minimiza costo de inversión, operación y mantenimiento con cumplimiento de lineamientos estratégicos de política, considerando:

- Restricción de alcanzar al menos un 70% de energías renovables al año 2050.
- Internalización de externalidades (nivel alto): se impone un impuesto creciente a las emisiones GEI, partiendo de 5 US\$/tCO₂ en el año 2017 hasta alcanzar un valor igual a 25 US\$/tCO₂ al año 2030 (valor utilizado en la iniciativa Escenarios Energéticos 2030).
- Escenario de demanda con política agresiva de eficiencia energética y/o electrificación.

Además, se verificará que las emisiones al año 2050 sean consistentes con los niveles internacionalmente considerados aceptables. Si no son consistentes, se determinará la cuota de energías renovables o el impuesto a las emisiones que lleve a dicha consistencia.

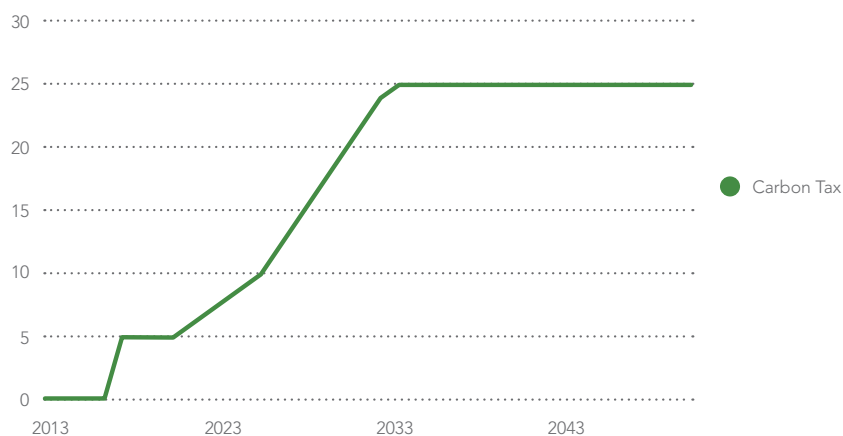
B. Con cumplimiento de lineamientos estratégicos

Se resuelve el problema de optimización que minimiza costo de inversión, operación y mantenimiento con cumplimiento de lineamientos estratégicos de política, considerando:

- Restricción de alcanzar al menos un 70% de energías renovables al año 2050.
- Internalización de externalidades (nivel alto): se impone un impuesto creciente a las emisiones de CO₂. El impuesto parte en 5 US\$/tCO₂ en el año 2017 y hasta alcanzar un valor igual a 25 US\$/tCO₂ al año 2030 (valor utilizado en la iniciativa Escenarios Energéticos 2030, ver Figura III).
- Escenario de demanda con política agresiva de eficiencia energética y/o electrificación.

C. Además, se verificará que las emisiones al año 2050 sean consistentes con los niveles internacionalmente considerados aceptables. Si no son consistentes, se determinará la cuota de energías renovables o el impuesto a las emisiones que lleve a dicha consistencia.

FIGURA III. NIVEL DEL IMPUESTO A LAS EMISIONES GEI CONSIDERADO





D. Línea Base (sin cumplimiento de lineamientos estratégicos)

Se resuelve el problema de optimización que minimiza costo de inversión, operación y mantenimiento sin cumplimiento de lineamientos estratégicos de política, considerando:

1. No imposición de la restricción del 70% de energías renovables al año 2050.
2. Internalización de externalidades (nivel actual): el impuesto a las emisiones se mantiene en 5 US\$/tCO₂ a partir del año 2017.
3. Escenario de demanda eléctrica correspondiente al escenario de PIB Bajo utilizado en MAPS Chile (sin medidas agresivas de eficiencia o electrificación).
4. No se imponen metas de emisiones de CO₂.

⁶ Por evaluar dependiendo de los resultados preliminares que se alcancen.

⁷ Por evaluar dependiendo de los resultados preliminares que se alcancen.



4.3 RESULTADOS

TABLA III: RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE MATRICES ENERGÉTICAS AL AÑO 2050*

		Línea Base			Lineamiento estratégico + Eficiencia Energética			Lineamiento estratégico + Electrificación			
		E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E4
Energía generada (%)	ERNC	52%	67%	22%	48%	69%	34%	59%	66%	42%	59%
	Hidroelectricidad	32%	24%	32%	36%	24%	36%	27%	27%	27%	27%
	Termoelectricidad	16%	9%	46%	16%	8%	30%	14%	7%	30%	14%
	CCS	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Nuclear	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Capacidad adicional instalada 2014-2050 (MW)	Carbón	999	999	7,749	999	999	2,249	999	999	5,249	999
	Gas Natural	1,317	1,317	1,917	1,317	1,317	2,317	2,317	1,917	2,317	2,317
	Nuclear	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Eólica	19,076	28,871	503	15,049	23,268	4,302	21,195	23,218	10,008	20,642
	Geotérmica	278	0	814	0	0	1,340	970	970	1,340	970
	Hidráulica Convencional	6,653	4,253	6,653	6,653	3,153	6,653	6,653	6,653	6,653	6,653
	Mini-hidro	1,736	1,166	1,736	1,736	502	1,736	1,736	1,736	1,736	1,736
	CCS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Solar	10,986	17,140	8,070	8,717	16,544	6,841	20,627	26,976	16,832	21,193
	Total general	41,045	50,746	27,442	34,470	45,783	25,438	54,497	62,468	44,134	54,510
Emissiones GEI (SIC+SING)	Emissiones (tCO2)	21.1	11.3	60.8	18.6	8.0	32.8	19.3	9.8	45.8	20.3
Costos (valor presente) MMUS\$	Costo variable combustible	27,088	23,881	28,118	24,698	21,475	25,207	25,475	22,226	27,351	22,613
	Costo variable no combustible	2,639	2,723	2,654	2,421	2,510	2,256	2,706	2,598	2,661	2,671
	Impuesto al carbono	1,376	1,185	1,606	2,914	2,138	3,370	2,958	2,235	4,072	2,964
	Inversión nuevas centrales	14,495	18,063	12,454	12,503	16,266	11,094	16,411	20,342	13,985	15,416
	COMA nuevas centrales	3,111	2,483	1,945	2,660	2,207	1,706	3,612	2,885	2,278	2,141
	Costo total	48,709	48,335	46,778	45,197	44,596	43,633	51,162	50,287	50,347	45,805
Delta costo con respecto a LB		-	-	-	-3,512	-3,739	-3,145	2,453	1,952	3,569	-

Fuente: Equipo Académico Energía 2050.

*Notas:

Lineamiento estratégico + Eficiencia Energética: corresponde a los resultados suponiendo los lineamientos estratégicos del sector generación eléctrica (70% de energía renovable e impuesto al carbono creciente) y la proyección de demanda eléctrica para el escenario con eficiencia energética.



Lineamiento estratégico + Electrificación: corresponde a los resultados suponiendo los lineamientos estratégicos del sector generación eléctrica (70% de energía renovable e impuesto al carbono creciente) y la proyección de demanda eléctrica para el escenario con electrificación.

Los costos están expresados en valor presente. Los Costos de Inversión y de Operación y Mantenimiento están asociados a centrales nuevas que actualmente no están en construcción (es decir, aquellas que afectan las decisiones del problema de optimización).

Las emisiones de gases de efecto invernadero están asociadas los sistemas SIC y SING. Por simplificación, no se cuantificaron las emisiones de los sistemas Aysén y Magallanes, ni las asociadas a los consumos propios de las centrales.

Las simulaciones no consideraron el potencial desarrollo de la energía nuclear debido a la falta de información para estimar los costos de inversión y operación de esta tecnología.

La visión propuesta por el Comité Consultivo supone que hacia 2050 la interconexión regional con otros países será una realidad. No obstante, las evaluaciones que aquí se presentan no consideran escenarios de interconexión debido a la falta de información para estimar cuál podría ser la energía exportada o importada en el muy largo plazo.



4.4 FACTIBILIDAD TÉCNICA DE ALCANZAR ALTOS NIVELES DE FUENTES VARIABLES EN LA MATRIZ ELÉCTRICA

Con el fin de analizar la viabilidad técnica de alcanzar el 70% de energías renovables, se realizó un análisis preliminar de lograr esos niveles sin considerar la penetración de control inteligente y sistemas de almacenamiento (estudio de escenarios extremos que identifiquen la región factible). Luego, se analiza la factibilidad técnica a partir de las tecnologías que están hoy disponibles.

Metodología

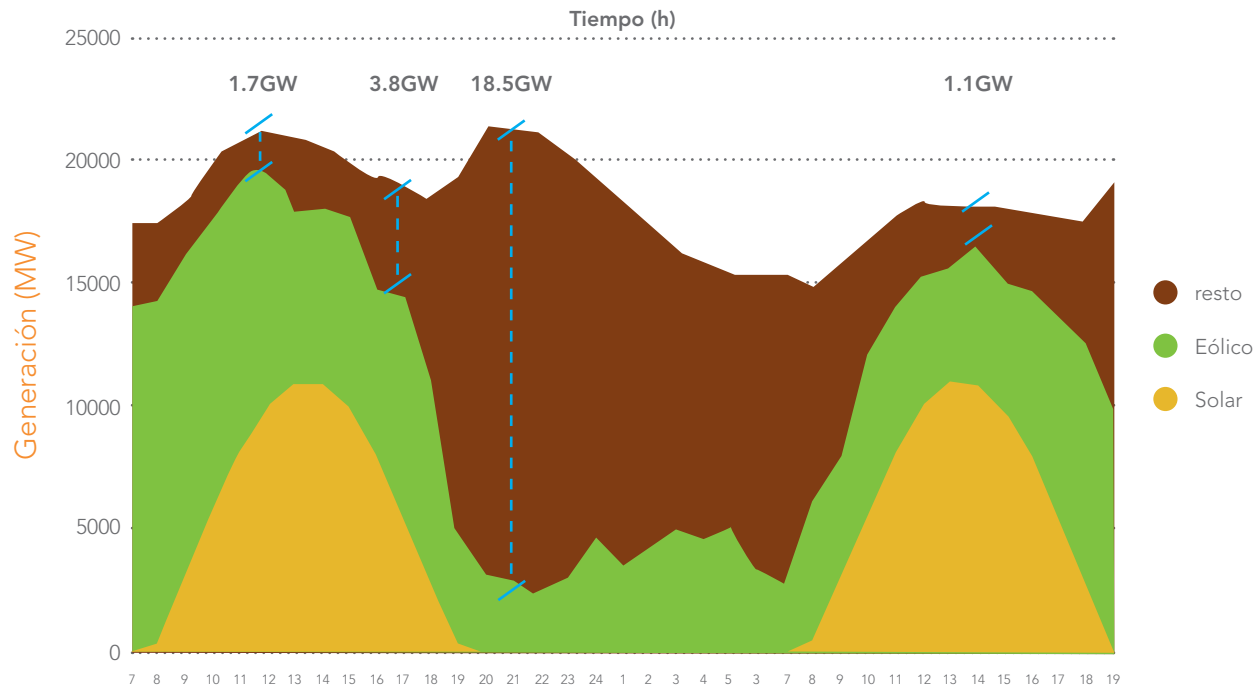
El ejercicio preliminar usó un modelo de operación horario del sistema eléctrico. Se consideró el perfil horario de la demanda actual a nivel nacional según información disponible en el Centro de Despacho Económico de Carga, escalado para presentar 175 TWh/año al 2050. Además, se consideraron los perfiles horarios de viento y sol normalizados y extraídos del Explorador de la Universidad de Chile (diversificados, sumando varias zonas del país).

Resultados

Los siguientes gráficos (Figura IV) muestran cómo podría ser el perfil de generación para un día típico hacia el año 2050. El primer gráfico muestra una alta penetración de energía eólica y solar, mientras que el segundo solo muestra una alta presencia de energía solar. Cuando el recurso eólico y solar no está disponible, se observa un pronunciado gradiente de generación que debería ser satisfecho por el resto del parque disponible. La principal dificultad técnica está asociada a las limitaciones del parque térmico existente para responder ante estas variaciones de la demanda eléctrica remanente (tiempos mínimos de operación y fuera de servicio, gradientes de subida y bajada, reserva para responder a variaciones de generación intra-horaria, etc.).

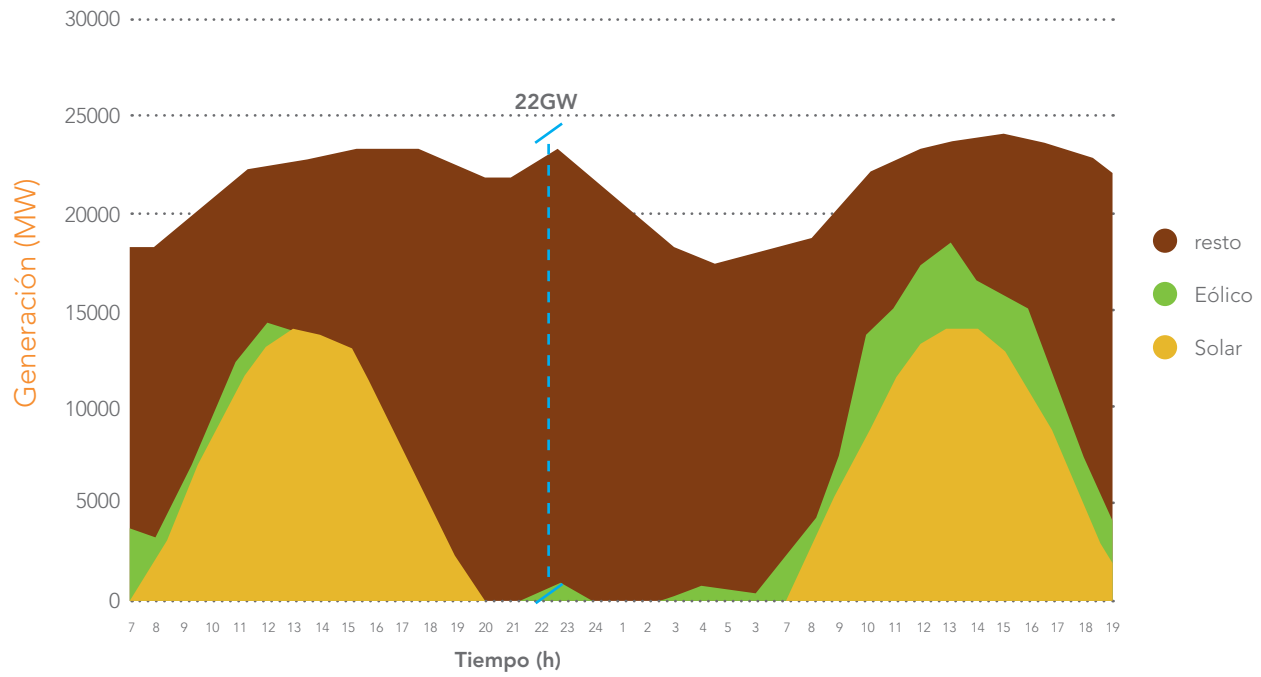


FIGURA IV: PERFIL DE GENERACIÓN PARA UN DÍA TÍPICO HACIA EL AÑO 2050



*En este escenario, en el 1% de las horas del año es necesario cortar generación ER por falta de almacenamiento y control de la demanda.





*1% del año es necesario cortar demanda por falta de almacenamiento o control de la demanda.



Principales conclusiones:

- La máxima participación de generación solar y eólica que es posible instalar en Chile sin implementar manejo inteligente de la demanda ni instalar tecnologías de almacenamiento, es de aproximadamente 41% (19% solar y 23% viento).
- En este escenario, el 29% restante y necesario para cumplir con la meta de un 70% de energía renovable podría provenir de centrales hidráulicas mini-hidro, pasada y/o embalse (tecnología probada y con amplio potencial), instalando 8 GW adicionales a los 6 GW existentes (con esto el sistema presentaría alrededor de 50TWh o 14GW capacidad instalada).
- Lo anterior no solo ayudaría a cumplir la cuota sino que entregaría la flexibilidad necesaria al sistema para gestionar la generación intermitente solar y eólica.
- Debido al limitado crédito de capacidad de la generación eólica y solar (<8%) en conjunto con la existencia de años secos, es necesario que la capacidad instalada asociada al resto de las tecnologías (30% restante) represente una proporción significativa de la potencia de punta y sea altamente flexible (plantas gas más atractivas que carbón). Esto también crea un desafío regulatorio para remunerar a esta capacidad de reserva.
- La presencia de almacenamiento, control inteligente de la demanda e intercambios de energía renovable con el resto de la región, permitiría aumentar la participación de generación intermitente en la matriz nacional y disminuir la necesidad por generación flexible y por capacidad de reserva.
- Alternativamente, se podría cumplir con el 70% de energía renovable sin un aumento significativo de la necesidad por flexibilidad: aumentando aún más la introducción de energía hidroeléctrica, la introducción de energía geotérmica y generación a partir de biomasa.
- En general, bajo supuestos de costo-efectividad y el desarrollo actual de otras tecnologías de flexibilidad, se observa que la necesidad por hidroelectricidad es el único punto en común a los dos escenarios extremos (la hidroelectricidad es necesaria, tanto para cumplir la cuota como para entregar flexibilidad). No obstante lo anterior, existe incertidumbre sobre si en el futuro otro tipo de sistemas se podrían volver más competitivos.



ANEXO 5. ESCENARIO DE COMBUSTIBLES AL AÑO 2050 PARA CHILE

5.1 INTRODUCCIÓN

En el contexto del desarrollo de la hoja de ruta del Comité Consultivo de Energía 2050, el Eje Estratégico “Energía Sustentable” ha establecido un cambio progresivo hacia el uso de combustibles de bajas emisiones al año 2050 (ver listado de combustibles más adelante), de tal forma que se minimice el impacto a nivel de contaminantes locales y globales. Dado que la demanda de combustible depende de los sectores transporte, CPR, electricidad e industria y minería, es necesario demostrar coherencia entre las metas de todos estos sectores.

A continuación se presentan modelaciones de posibles opciones de reemplazo de combustibles de altas emisiones por fuentes de bajas emisiones, a partir de las metas establecidas por los diferentes sectores.

5.2 METODOLOGÍA

Se utilizaron los resultados de la Línea Base MAPS Chile fase II. En ella, se proyectaron los consumos de energéticos por tipo y sector de la demanda desde el año 2013 hasta el año 2050. Sobre el escenario LB MAPS 2050, se introdujeron cambios en los consumos de cada energético de acuerdo a lo establecido por las metas sectoriales individuales del proceso Energía 2050 y otros supuestos que reflejan la misma tendencia. Como resultado de lo anterior, se genera un nuevo escenario para el año 2050, llamado E2050.

Principales supuestos realizados

I. Los combustibles utilizados han sido catalogados como:

- Combustibles de bajas emisiones: electricidad, gas natural, leña y biomasa, solar y biocombustibles
- Combustibles de altas emisiones: diésel, gasolina, petróleo combustible, otros petróleo, kerosene, kerosene de aviación, petcoke, gas corriente, glp, carbón y carbón mineral.

II. Los supuestos realizados por sector son resumidos en la Tabla I.



TABLA I. SUPUESTOS REALIZADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ESCENARIO E2050

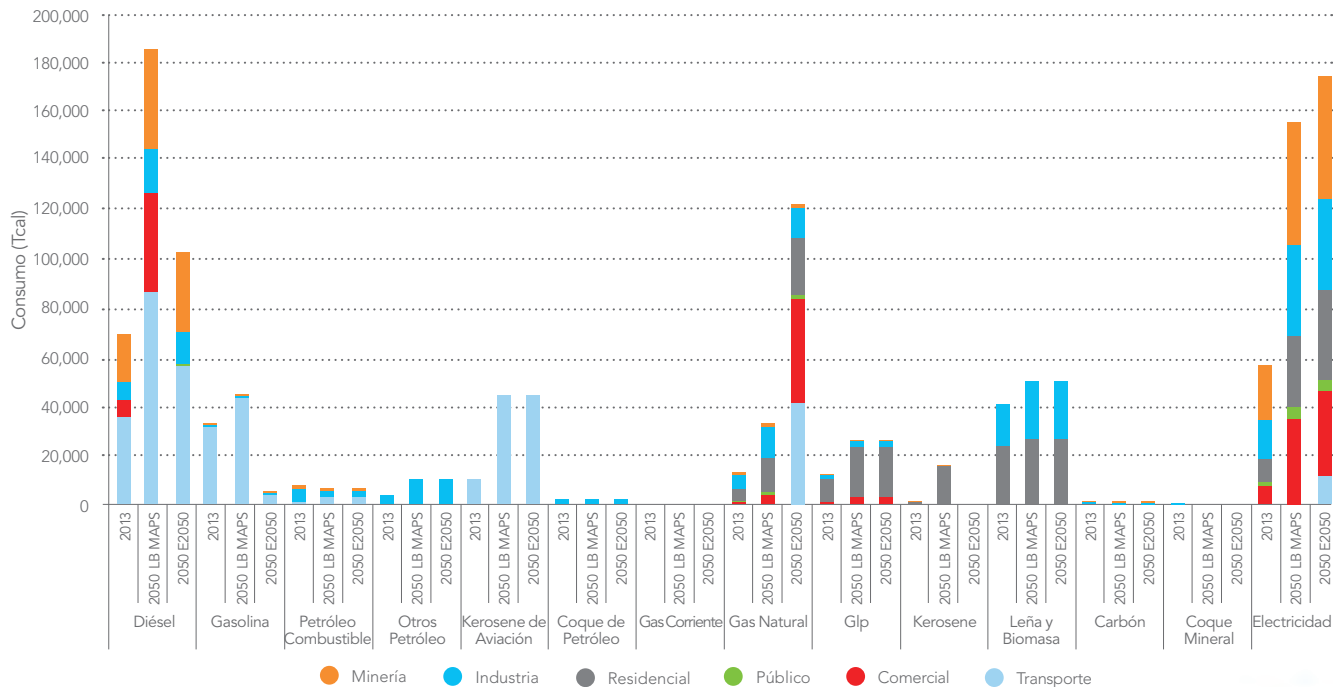
SECTOR	SUPUESTOS
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • 100% de los vehículos livianos nuevos (diésel y gasolina, incluyendo vehículos de carga liviana menor a los 2.750 kg) utilizan energéticos de baja emisión. • 100% de los vehículos nuevos licitados para el transporte público urbano de pasajeros, que circulen en ciudades con Planes de Descontaminación, utilizan energéticos de baja emisión.
CPR	<ul style="list-style-type: none"> • El 100% del consumo de kerosene residencial de la LB MAPS 2050 es reemplazado por energéticos de baja emisión*. • El 100% del diésel utilizado por el sector comercial de la LB MAPS 2050 es reemplazado por gas natural.
Industria y Minería	<ul style="list-style-type: none"> • Se supone una mejora en la eficiencia de un 15% respecto de la LB MAPS 2050, en el uso del diésel.

*50% electrificación y 50% gas natural.

Los resultados comparados entre la situación actual, la LB MAPS y el escenario E2050 son presentados en la Figura I.

5.3 RESULTADOS

FIGURA I. COMPARACIÓN DE ESCENARIOS LB MAPS Y E2050 PARA SECTORES Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE

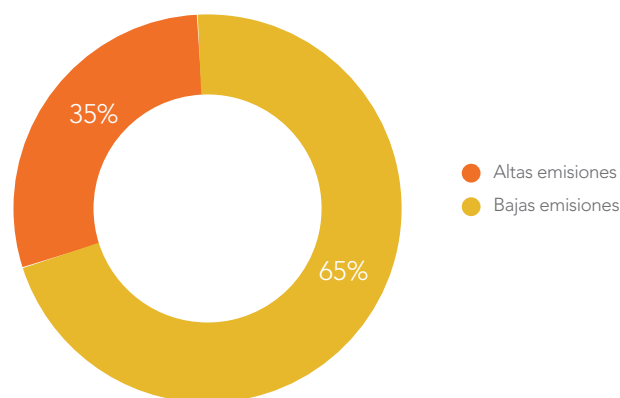


5.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Respecto a la figura anterior, es importante destacar que las grandes disminuciones de energía respecto a la LB MAPS, ocurren para el diésel y la gasolina, los cuales se ven reflejados en un aumento en los consumos de gas natural y electricidad. Al mismo tiempo, es importante resaltar que la transformación de una unidad energética de diésel o gasolina no es equivalente a una unidad energética de gas natural o electricidad, sino que dependen de un factor de conversión propio del replazo tecnológico y del sector donde se realiza.

En consideración de los acuerdos tomados por el Eje Energía Sustentable, al año 2050 al menos el 70% de la generación eléctrica provendrá de fuentes renovables. Además, considerando que parte⁸ del 30% restante provendría de combustibles de baja emisión, resulta la Figura II, donde se demuestra que las transformaciones de los consumos estudiadas anteriormente se traducen a un 65% de participación de energéticos de baja emisión. Esto representa un cambio radical respecto a la situación actual, donde la participación de combustibles de baja emisión es menor a un 40%.

FIGURA II. PARTICIPACIÓN DE ENERGÉTICOS DE BAJAS EMISIONES EN MATRIZ ENERGÉTICA 2050



Fuente: Equipo Académico Energía 2050.

⁸ Aproximadamente 2/3 Eficiencia Energética., sugerido por el escenario E1 Lineamientos Estratégicos +







ENERGÍA 2050

PROCESO PARTICIPATIVO POLÍTICA ENERGÉTICA



Ministerio de
Energía

Gobierno de Chile

