



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CHILE

**MESA TEMÁTICA DE TERMOELECTRICIDAD, INSERTA EN EL  
PROCESO PARTICIPATIVO DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA DE  
LARGO PLAZO DE CHILE ESTABLECIDA EN LA ETAPA AGENDA  
ENERGÍA – HORIZONTE AL 2025**

**Estudio solicitado por el Ministerio de Energía**

**INFORME FINAL**

**Santiago, 28 de Enero de 2015**

## **Equipo de Trabajo**

**Luis Abdón Cifuentes Lira**

Andrés Pica Téllez

José Miguel Valdés Rojas

## **Colaboradores Expertos**

Enzo Sauma Santis

Jorge Moreno de la Carrera

Pablo Osses McIntyre

Luis Abdón Cifuentes Lira

## **Facilitadores**

Ximena Abogabir

Pablo Valenzuela

Macarena Larraín Mac-lean

## Índice de Contenidos

<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>V</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO .....</b>	<b>2</b>
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
<b>3. CONTEXTO: LA TERMoeLECTRICIDAD EN CHILE .....</b>	<b>3</b>
<b>4. DESARROLLO DE LAS JORNADAS DE TRABAJO .....</b>	<b>10</b>
<b>5. ESCENARIOS Y ROL DE LA TERMoeLECTRICIDAD.....</b>	<b>13</b>
5.1 ESCENARIO TERMoeLECTRICIDAD COMO ENERGÍA DE BASE .....	14
5.2 ESCENARIO TERMoeLECTRICIDAD COMO RESPALDO A LAS ERNC.....	15
5.2.1 ¿Por qué respaldo Termoeléctrico? .....	16
5.2.2 ¿Cómo se puede propiciar este escenario?.....	17
5.3 ESCENARIO TRANSICIÓN A UN SISTEMA SIN TERMoeLECTRICIDAD.....	18
<b>6. TEMÁTICAS AMBIENTALES.....</b>	<b>22</b>
6.1 DIAGNÓSTICO.....	22
6.2 EXPECTATIVAS .....	30
<b>7. TEMÁTICAS REGULATORIAS.....</b>	<b>37</b>
7.1 ROL DE ESTADO .....	37
7.2 SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL .....	42
7.3 GESTIÓN DEL TERRITORIO .....	44
7.4 ESTÁNDARES .....	46
7.5 MERCADO ELÉCTRICO .....	49
<b>8. TEMÁTICAS TÉCNICO-ECONÓMICAS .....</b>	<b>54</b>
8.1 VENTAJAS TÉCNICAS-ECONÓMICAS.....	54
8.2 TEMAS PAÍS .....	58
8.3 FUTURO DEL SECTOR TERMOELÉCTRICO.....	64
<b>9. TEMÁTICAS SOCIALES .....</b>	<b>69</b>
9.1 INCLUSIÓN Y COMPENSACIÓN DE IMPACTOS.....	69
9.2 GENERACIÓN DE CONFIANZA .....	71
9.3 TEMAS MACROS .....	74
<b>10. CONCLUSIONES .....</b>	<b>76</b>
<b>11. REFERENCIAS.....</b>	<b>80</b>
<b>12. ANEXOS.....</b>	<b>84</b>
12.1 ANEXO 1: METODOLOGÍA PARA LAS MESAS DE TRABAJO .....	84
12.1.1 Mesa 1: Caracterización y Gestión de los impactos de la Termoelectricidad.....	84
12.1.2 Mesa 2: Rol de la energía termoeléctrica en la matriz energética + Generación termoeléctrica y Gestión del territorio .....	87
12.1.3 Trabajo post Jornadas .....	91

12.2	ANEXO 2: MINUTAS GENERALES DE JORNADA DE TRABAJO .....	92
12.2.1	1ª Mesa de Termoelectricidad (20 de Octubre).....	92
12.2.2	2ª Mesa de Termoelectricidad (29 de Octubre).....	98
12.3	ANEXO 3: RESPUESTA A OBSERVACIONES AL INFORME FINAL BORRADOR .....	104

## Índice de Tablas

Tabla 0-1:	Asistentes (invitados) por sector a cada jornada.....	VI
Tabla 3-1:	Centrales a carbón con entrada de operación período 2010-2013 .....	7
Tabla 4-1:	Asistentes (invitados) a jornadas de trabajo .....	10
Tabla 4-2:	Temas destacados de las jornadas y su temática contextual .....	11
Tabla 5-1:	Rangos de participación en la generación en el escenario termoelectricidad como energía de base .....	14
Tabla 5-2:	Rangos de participación en la generación en el escenario termoelectricidad como respaldo a las ERNC .....	16
Tabla 5-3:	Rangos de participación en la generación en el escenario transición a un sistema sin termoelectricidad .....	20
Tabla 5-4:	Comparación de impactos potenciales entre carbón y biomasa .....	21
Tabla 6-1:	Hitos regulatorios al sector termoeléctrico .....	26
Tabla 6-2:	PPDA en zonas con termoeléctricas .....	27
Tabla 6-3:	Impactos potenciales asociados a generación termoeléctrica .....	27
Tabla 6-4:	Valores de la norma termoeléctrica [mg/Nm <sup>3</sup> ].....	28
Tabla 6-5:	Nivel de impactos potenciales por etapa para las centrales a carbón .....	28
Tabla 6-6:	Nivel de impactos potenciales por etapa para las centrales a petróleo .....	28
Tabla 6-7:	Nivel de impactos potenciales por etapa para las centrales a gas natural .....	29
Tabla 6-8:	Diagnostico regulatorio a las centrales termoeléctricas según impacto y etapa .....	32
Tabla 6-9:	Diagnóstico de las brechas regulatorias ambientales.....	33
Tabla 7-1:	Distribución de la potencia de GN .....	40
Tabla 7-2:	Estimación de la inversión realizada por aumentar la capacidad de regasificación .....	40
Tabla 7-3:	Objetivos de la institucionalidad ambiental chilena .....	46
Tabla 7-4:	Selección de normas chilenas que regulan impactos ambientales.....	47
Tabla 7-5:	SS.CC. contratados de países seleccionados.....	51
Tabla 8-1:	Tipo de centrales a carbón.....	64
Tabla 12-1:	Programa 1ª Mesa .....	86
Tabla 12-2:	Programa 2ª Mesa .....	89
Tabla 12-3:	Respuestas a observaciones generales.....	104
Tabla 12-4:	Respuestas a observaciones específicas .....	106

## Índice de Figuras

Figura 3-1: Consumo bruto energía primaria, Chile 2012 .....	3
Figura 3-2: Origen de energéticos, Chile 2012.....	4
Figura 3-3: Generación en Chile según origen .....	5
Figura 3-4: Generación térmica por tipo de combustible.....	6
Figura 3-5: Capacidad instalada en SIC-SING .....	6
Figura 3-6: Proyecciones de demanda de electricidad al 2030 .....	7
Figura 3-7: Precios de la electricidad para la industria .....	8
Figura 3-8: Distribución de la inversión global en energía en el período 2014-2035 .....	9
Figura 6-1: Etapas de la termoelectricidad .....	23
Figura 6-2: Emisiones de CO <sub>2</sub> en MTonCO <sub>2</sub> del sector eléctrico y porcentaje de las emisiones totales de Chile .....	24
Figura 6-3: Impactos de las emisiones al aire de contaminantes .....	25
Figura 7-1: Costos nivelados tecnologías seleccionadas [USD-2013/MWh] .....	38
Figura 7-2: Proyectos presentados y no aprobados en el SEIA del sector energía (Centrales generadoras mayores a 3 MW) .....	43
Figura 8-1: Costos nivelados medios por tecnología [USD-2013/MWh] .....	55
Figura 8-2: Consumo Eléctrico por tonelada de cobre fino [MJ/Ton Cu fino] .....	59
Figura 8-3: Precios de la electricidad para la industria .....	59
Figura 8-4: Porcentaje de la generación total generado por gas natural .....	60
Figura 8-5: Evolución del precio del petróleo WTI .....	61
Figura 8-6: Evolución del precio del carbón para centrales específicas del SING .....	62
Figura 8-7: Costos Nivelados de Tecnologías a Carbon [USD-2013/MWh] .....	66
Figura 10-1: Precios de la electricidad para la industria .....	77
Figura 10-2: Origen de energéticos, Chile 2012.....	78



## Resumen Ejecutivo

“Energía 2050” surge en el marco del plan propuesto por el actual gobierno para la elaboración de una política energética de largo plazo, como un proceso participativo con distintas instancias de colaboración. Una de éstas instancias son las mesas temáticas, y en particular el presente informe hace referencia a la “Mesa de Termoelectricidad”, iniciativa que fue liderada por la División de Desarrollo Sustentable del Ministerio de Energía con el apoyo de la Pontificia Universidad Católica y Casa de la Paz.

El objetivo final de la iniciativa es desarrollar una propuesta con los principales lineamientos que debiera incorporar la política energética sustentable en el ámbito de desarrollo termoeléctrico. Dicha propuesta se elabora a partir de lo discutido en las jornadas de trabajo, rescatando los puntos en que hubo consenso y buscando explicitar aquellos en que no hubo consenso. El rol, tanto del equipo como de los colaboradores, es ordenar los resultados de las conclusiones del proceso, complementando con antecedentes y criterios técnico/estratégico expertos sobre cada una de las temáticas discutidas. Esto para dar luces de los lineamientos que debiera incorporar una política energética sustentable en el ámbito de desarrollo termoeléctrico de mediano y largo plazo (2015-2050), basado en las discusiones desarrolladas en las jornadas de trabajo, sin pretender entregar un planteamiento propio.

La mesa de termoelectricidad, a petición del Ministerio, sólo abarca aquellas tecnologías termoeléctricas que funcionan en base a combustibles fósiles: carbón, gas natural y derivados del petróleo. Otras tecnologías termoeléctricas fueron consideradas en otras mesas dentro del proceso Energía 2050.

La problemática en que se enmarca el presente informe, así como la iniciativa Energía 2050, es compleja. Existe una demanda transversal por un desarrollo más sustentable, esto implica cuestiones sociales, medioambientales y económicas. Chile aspira a un crecimiento y desarrollo económico, el gobierno ha sido categórico en la Agenda de Energía: “sin energía no habrá crecimiento” (Ministerio de Energía, 2014). En los últimos años el crecimiento del sector energía se ha basado fundamentalmente en proyectos termoeléctricos, los cuales se han ido enfrentando un creciente rechazo social debido a los impactos sociales y medioambientales que estos producen. Esto ha aumentado la incertidumbre para los inversionistas, sumándose a las incertidumbres propias del sector. Adicionalmente existen aristas de carácter global, como son la preocupación de la competitividad del país en los mercados externos y la presión internacional por mitigar las emisiones de GEI.

Para levantar las visiones que hay del Sector Termoeléctrico, se realizaron dos jornadas de trabajo los días 20 y 29 de Octubre, las cuales se realizaron siguiendo una metodología de exposiciones de expertos, sub mesas de trabajo y plenarios de socialización de los principales resultados (más detalle en anexo 1). En ellas se recabaron las principales visiones y comentarios tanto del sector privado, como público y de la sociedad civil, con respecto a las temáticas: “Energía termoeléctrica e impactos ambientales locales y globales”, “Mejores tecnologías

disponibles en generación termoeléctrica”, “Rol de la energía termoeléctrica en la matriz energética” y “Generación termoeléctrica y Gestión del territorio”. Estas visiones son trabajadas durante el desarrollo del presente informe; en el anexo 2, se presentan las minutas generales para cada una de las jornadas desarrolladas. En la siguiente tabla, se puede apreciar los asistentes e invitados por sector. Se aprecia la baja participación de la sociedad civil, a pesar de que dichos actores sí participaron en otras mesas de la iniciativa Energía 2050, asimismo hubo una baja participación de representantes de regiones. Esta es una consideración relevante, para cuando se interpreten los resultados del presente informe.

**Tabla 0-1: Asistentes (invitados) por sector a cada jornada**

Jornada	Academia/ Consultores	Equipo	Sector Privado	Sector Público	Sociedad Civil/ONG	Total
<b>1 - 20 de Octubre</b>	9 (34)	14	14 (31)	13 (53)	5 (30)	<b>55 (162)</b>
<b>2 - 29 de Octubre</b>	10 (34)	14	16 (31)	10 (53)	6 (30)	<b>56 (162)</b>

Además de las temáticas específicas que se identificaron, se agruparon las distintas visiones respecto al rol futuro de la termoelectricidad en tres posibles posturas, las cuales se tradujeron en tres escenarios. El primero considera que el rol futuro no cambia significativamente en relación al rol actual, es decir, la Termoelectricidad como energía de base y con un crecimiento del sector basado en este tipo de tecnologías. El segundo escenario considera que la termoelectricidad, especialmente aquellas que funcionan en base a gas natural, avanza hacia un rol más flexible, tomando un rol como respaldo a las tecnologías ERNC intermitentes principalmente. El último escenario responde a las aspiraciones de determinados actores por alcanzar una matriz de generación eléctrica sin termoelectricidad fósil, esta puede considerarse una meta ambiciosa, pero se evaluaron las consideraciones a tomar para alcanzar esta meta, teniendo en cuenta que se implemente un proceso paulatino que recién hacia el 2050, permita dejar de depender de termoelectricidad de origen fósil, dado que este escenario requeriría alguna tecnología que pueda proveer respaldo, para mantener la seguridad del sistema, para esto se considera la utilización de generadores en base a biocombustibles.

Los puntos recogidos durante el desarrollo de la jornada fueron agrupados en cuatro temáticas generales: ambientales, regulatorios, técnico-económicas y sociales. Cada una de estas se tradujo en un capítulo del presente informe, entregando mayores antecedentes sobre los puntos planteados por los participantes y, en los casos que se requirió, entregando los matices según las diferentes posturas/escenarios identificados.

Las temáticas ambientales se agruparon a su vez en temas de diagnóstico y de expectativas. Existe consenso respecto a la desigualdad de la distribución de los impactos, así como de la desconfianza existente en el sector eléctrico, aun cuando se han implementado medidas para mitigar los impactos ambientales y sociales de manera creciente. Asimismo la operación de las centrales termoeléctricas, durante los años ha generado un pasivo ambiental relevante. Las expectativas tienen diferentes matices, pero apuntan hacia una modernización del SEIA, establecimiento de estándares ambientales claros y crecientes, así como buscar mecanismos

para la compensación de las comunidades afectadas. Por su parte, algunas visiones abogaron por el establecimiento de un plan de cierre o recambio de las centrales obsoletas y de la elaboración de mecanismos que permitan internalizar las externalidades del sector.

En lo que refiere a las temáticas regulatorias, estas fueron distribuidas 5 subtemas: rol del Estado, SEIA, gestión del territorio, estándares y mercado eléctrico. Existe una demanda por un Estado más activo en el mercado eléctrico, las implicancias de esto depende de la postura subyacente respecto del rol de la termoelectricidad, por esto existe una relación entre las temáticas rol del Estado y cambios en el mercado eléctrico; mientras aquellos que esperan un rol de la Termoelectricidad como energía base, abogan por un Estado que entregue certeza jurídica, aclarando la hoja de ruta en termino de estándares ambientales y respaldando la institucionalidad ambiental, para evitar la judicialización de los procesos. Quienes esperan un rol de respaldo a las ERNC, apuntan a que el Estado tenga un rol en el desarrollo de la infraestructura necesaria para suministra GNL, así como en el desarrollo de un mercado de servicios complementarios. En el último escenario de transición hacia una matriz sin Termoelectricidad, se espera un Estado activo en la elaboración de planes de cierre de las centrales térmicas, además de lo planteado en el escenario anterior.

Respecto al SEIA, además de su modernización, actores del sector apuntan a cambios en el SEIA que permitan contar con línea bases oficiales y EIAs realizado por organizaciones sin potenciales conflictos de interés. La elaboración y socialización de indicadores ambientales también son una de las potenciales mejoras comentadas en las jornadas. Sobre la gestión del territorio, los participantes concordaban en que más que nuevos IPT, lo necesario era una entidad que los coordinara. Sinergias entre la gestión del territorio y la EAE, así como la participación ciudadana temprana en la elaboración de los instrumentos, también fueron mencionados de manera consensuada. Representantes de ONGs y del sector público solicitaron la creación de estándares para los impactos no normados, así como la justificación de los estándares actuales. Esto fue matizado por la opinión del sector privado, que apuntaba a que los estándares se deben adecuar al contexto chileno, sin discriminar al sector eléctrico en relación a otras industrias y con los tiempos adecuados para la adaptación del sector.

Las temáticas de carácter técnico-económica, fueron agrupadas en las ventajas de la termoelectricidad, temas país y sobre el futuro del sector termoeléctrico. Hubo un consenso general respecto a que las termoeléctricas tienen ciertas características que permitan una operación técnica del sistema confiable. Asimismo se considera que tienen costos privados competitivos, aunque varios de los participantes dejaron constancia de que estos costos no incluyen el costo de las externalidades. Por su parte, existe consenso en que los precios de la electricidad tienen impacto sobre la competitividad del país en los mercados externos, asimismo hay quienes plantean que la dependencia energética hace vulnerable al país potencialmente afectando esta misma competitividad, en este sentido es importante la diversificación de las fuentes generadoras. Hay consenso en que la interconexión energética con los países vecinos podría resultar beneficiosa, sin embargo, se reconoce que ésta posibilidad depende de múltiples condicionantes, entre ellos la situación geopolítica del país. La mayoría de los participantes

apunten a los avances tecnológicos, como una forma de reducir los impactos, pero existen matices, dado que los antecedentes muestran que puede haber *trade-offs* en ciertos casos, donde se mejora un impacto a costa de otro, esto se debe considerar antes de fomentar estas tecnologías.

Por último, respecto a las temáticas sociales, estas fueron agrupadas en 3 categorías: inclusión y compensación de impactos, generación de confianza y otros temas macros. Existen demandas por compensar y facilitar la asociatividad entre las comunidades y las empresas, de forma de que las primeras reciban parte de los beneficios. Se identifican varios mecanismos de compensar y traspasar beneficios, sobre esto hay quienes plantean que la falta de formación técnica en las zonas ha dificultado la inclusión laboral de las comunidades, por lo que el desarrollo de capital humano temprano asoma como una medida que facilitaría la inclusión laboral. La desconfianza y el rechazo social fueron indicados como una de las principales desventajas de las termoeléctricas, los participantes de las jornadas presentaron varios mecanismos por los cuales se podría lograr la restitución de la confianza, la aplicación conjunta de estas medidas permitiría lograr este objetivo: la participación continua de la ciudadanía, la educación en temáticas ambientales y energéticas, entrega de información e indicadores comprensibles, políticas que permitan aumentar la transparencia de las decisiones. Asimismo varios actores pidieron la regulación de los mecanismos de compensación y asociatividad, como una forma de aumentar la transparencia y aportar a la restitución de la confianza. Los participantes consideran de especial relevancia que las políticas que se tomen en relación a las termoeléctricas, y en energía en general, apunten hacia un desarrollo sustentable.

Cada uno de los escenarios del rol de la termoelectricidad cuenta con sus desafíos técnico-económicos, ambientales, regulatorios y sociales. Sólo después del análisis profundo de éstos, en conjunto con una visión macro del futuro energético, debiera tomarse una decisión política respecto al rol futuro de la termoelectricidad en el país.

En el escenario de termoelectricidad como energía base, se requiere la validación ambiental y social de nuevos proyectos térmicos a carbón, los cuales asumirían un rol protagónico. Para lograr esto es necesario generar garantías y compartir beneficios con las comunidades afectadas. Para la generación de garantías, en términos tecnológicos se tiene que promover proyectos que sean el estado del arte internacional, esto se traduce en mayores eficiencias, menores emisiones de GEI, menores emisiones de contaminantes locales y menores costos de operación. En contraparte es necesario realizar inversiones mayores y eventualmente podrían existir *trade-offs* con otros impactos, como un eventual aumento en el consumo de agua. En lo que respecta a compartir beneficios con las comunidades, ya se ha dado el primer paso con la internalización de externalidades con los recientes impuestos verdes, el paso siguiente es el desarrollo de mecanismos de asociatividad para que los proyectos generen beneficios a la comunidad. Lo anterior, junto con la elaboración de un plan de cierre de las centrales obsoletas (o eventual reconversión a tecnologías más eficientes), son contribuciones para restituir las confianzas en el sector termoeléctrico.

En el escenario de termoelectricidad como respaldo a las ENRC, desde un punto de vista técnico las mejores alternativas para operar como respaldo hoy son las tecnologías termoeléctricas, en especial GN y diésel. Sin embargo, en términos de costo no es recomendable que operen las centrales diésel, por lo cual es necesario generar incentivos para que las centrales a GN operen de respaldo. En este sentido es necesario ajustar la regulación eléctrica generando mercados de SSCC eficientes. Estos mercados permitirían garantizar la confiabilidad del sistema al minimizar el impacto de la intermitencia de las fuentes eólicas y solares. Las centrales a carbón con tecnología de punta podrían ser una solución más económica cumpliendo un rol parcial de respaldo agendado para las fuentes solares y mini-hidro, pues aún la flexibilidad de estos sistemas es acotada.

El escenario de transición a un sistema sin termoelectricidad, en una primera fase es similar al escenario de respaldo, por lo que comparte los elementos expuestos anteriormente. Adicionalmente implica que a partir de la próxima década es necesario establecer un plan de cierre para todas las centrales termoeléctricas fósiles o una eventual reconversión a biocombustibles. Los principales desafíos están asociada a mantener la confiabilidad del sistema y, debido a la salida de centrales existentes, mantener costos bajos. En términos ambientales podrían haber mayores impactos locales debido a que en general los biocombustibles, al tener mayor humedad que su homólogo fósil, tienen menor eficiencia y mayores emisiones locales. Por esto último, desde una perspectiva técnica-económica la reconversión no siempre será la mejor alternativa, porque eventualmente requerirá invertir en nuevos sistemas de abatimiento. A esto se suma que los biocombustibles no sólidos son más corrosivos para el sistema de generación, por lo que, o su vida útil es menor o es necesario nuevo equipamiento diseñado para este tipo de combustible.

## 1. Introducción

Dentro de las cincuenta medidas para los primeros 100 días de Gobierno de la Presidenta Michelle Bachelet estaba la elaboración de una agenda energética que sirviera de hoja de ruta para construir y ejecutar una Política Energética de Largo Plazo que tuviese validación social, política y técnica.

Esta agenda (Ministerio de Energía, 2014) fue dada a conocer en mayo de este año por la Presidenta y por el Ministro de Energía y fue elaborada de manera abierta y participativa con la colaboración de diversos actores sociales, políticos, parlamentarios, municipales, empresariales, Organizaciones No Gubernamentales y académicos de todo el país.

El siguiente paso para generar la Política Energética de Largo Plazo es realizar un proceso de diálogo sobre los aspectos claves que surgen de la Agenda de Energía. Este proceso participativo incluye distintas instancias de participación, tales como un Consejo Consultivo (de índole político), Mesas Temáticas (con criterio técnico-experto), Mesas Regionales (para enfatizar la descentralización) y una plataforma virtual (en la que se reciben aportes de la Ciudadanía, además de los aportes que se reciban en las mesas regionales y mesa nacional). Se da por tanto la oportunidad a que todos puedan participar y aportar a la Política Energética.

Uno de los aspectos que se menciona en el Eje N° 6 de la agenda energética es el impulso a la inversión en infraestructura energética, donde se señala específicamente que se apoyará el desarrollo sustentable de proyectos de generación de base termoeléctricos que den energía segura y económica al país. Esto, refiriéndose a aquellos proyectos que se encuentren en el Plan de Obras de la Comisión Nacional de Energía de Abril de 2014.

El presente informe tiene el objetivo de presentar los resultados de la mesa de trabajo sobre termoelectricidad, donde se discutió respecto al rol de la energía termoeléctrica en la matriz energética, se identificaron las externalidades ambientales de esta tecnología, se discutió y propuso estándares ambientales adecuados, se analizaron las condiciones y capacidad de carga del territorio y que esto sirva de insumo para el análisis de ordenamiento territorial y el emplazamiento de este tipo de emprendimientos.

Este proceso se ha desarrollado de manera coordinada con el Proceso Participativo de la Política Energética y sus instancias asociadas. En particular con la Secretaría Técnica, contratada para efectos de asegurar la integridad técnica del proceso. Esto con el fin de que los elementos recogidos en esta mesa sean consistentes con los de las demás mesas y sirvan de insumo para elaborar el documento de la política de largo plazo.

## 2. Objetivos del Estudio

### 2.1 Objetivo general

La consultoría tiene como objetivo final entregar una propuesta<sup>1</sup> con los principales lineamientos que debiera incorporar la política energética en el ámbito de desarrollo termoeléctrico sustentable.

### 2.2 Objetivos específicos

- a) Diseñar un proceso de participación sobre termoelectricidad a través de la conformación de una mesa de trabajo “Mesa Temática de Termoelectricidad” (conformada por varias sesiones o mesas) que sea capaz de convocar a actores relevantes del sector público y privado; sectores industriales, académicos, organizaciones no gubernamentales y la sociedad civil en general.
- b) Organizar e implementar toda la logística necesaria para el correcto desarrollo de la mesa de trabajo interdisciplinaria.
- c) Generar una propuesta, que sirva como insumo para una política energética de mediano y largo plazo (2025-2050), y que apunte a un desarrollo termoeléctrico sustentable que sea validada por todos los sectores del país.

---

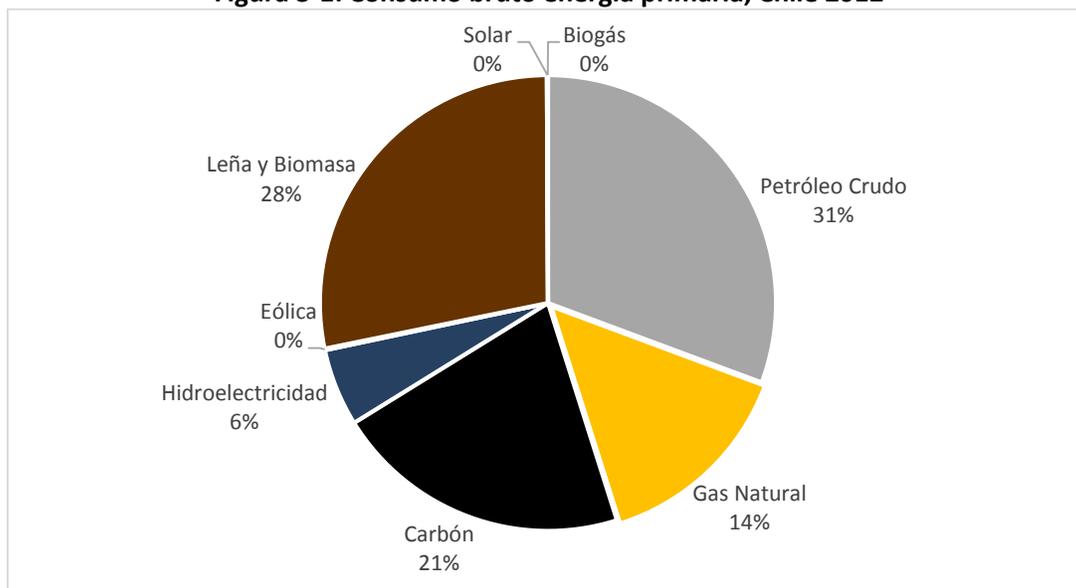
<sup>1</sup> La propuesta se realiza a partir de lo discutido en las jornadas de trabajo, rescatando los puntos en que hubo consenso y buscando explicitar aquellos en que no hubo consenso. El rol, tanto del equipo como de los colaboradores expertos, es ordenar los resultados de las conclusiones y complementar con antecedentes, sin pretender entregar un planteamiento propio.

### 3. Contexto: La Termoelectricidad en Chile

Si bien el término “Termoelectricidad” es aplicable a aquellas fuentes de generación eléctrica basadas en la conversión de energía térmica en energía mecánica, en el contexto del presente informe sólo se referirá a aquellas fuentes que operen en base a la combustión con combustibles fósiles como derivados del petróleo, gas natural y carbón. De esta forma se excluyen otras<sup>2</sup> fuentes de generación térmica como las nucleares, geotérmicas, de concentración solar y bioenergía (en cualquiera de sus formas).

La matriz energética chilena depende fuertemente de la utilización de combustibles fósiles. De acuerdo al Balance Nacional de Energía del 2012 (Ministerio de Energía, 2013) un 66% de la energía primaria de Chile se asocia a combustibles fósiles. De estos combustibles el 91% son productos importados, mientras que resto son energéticos producidos nacionalmente, como se puede apreciar en la Figura 3-2.

**Figura 3-1: Consumo bruto energía primaria, Chile 2012**

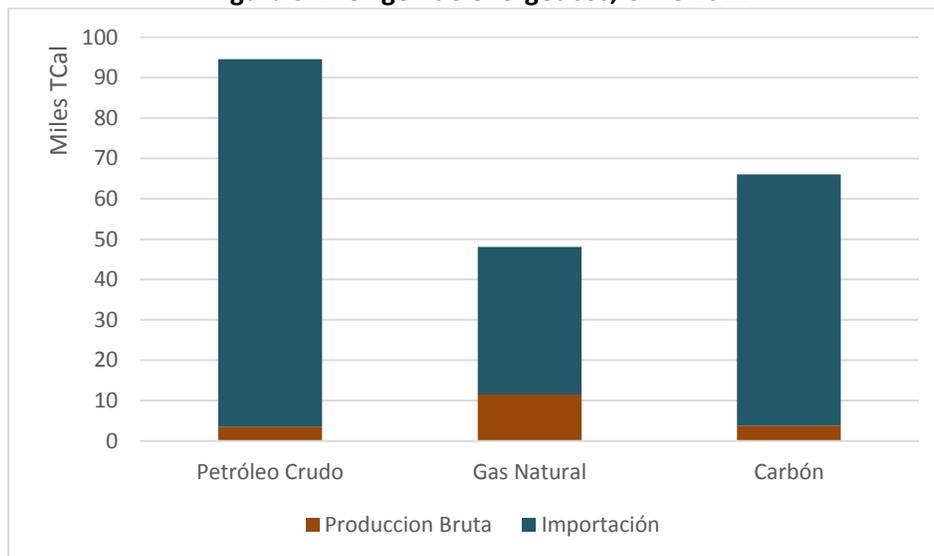


Fuente: Elaboración propia en base a datos de (Ministerio de Energía, 2013)

---

<sup>2</sup> La decisión de sólo considerar la generación en base a combustibles fósiles dentro del concepto “termoelectricidad” fue cuestionada por asistentes a las jornadas. La exclusión de la “núcleo-electricidad” fue especialmente cuestionada, pues la opción no sería considerada en ninguna de las otras mesas temáticas.

**Figura 3-2: Origen de energéticos, Chile 2012**



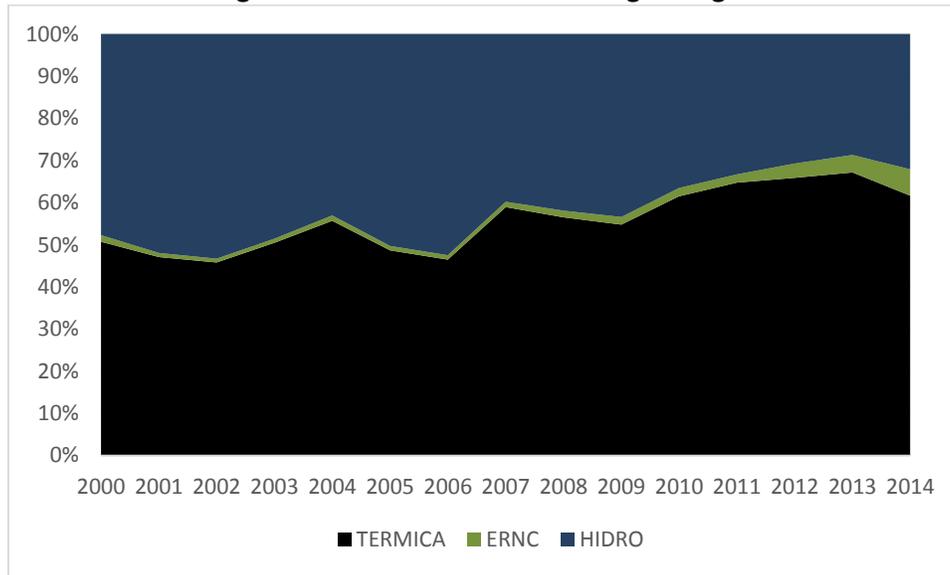
Fuente: Elaboración propia en base a datos de (Ministerio de Energía, 2013)

Si bien los datos anteriores corresponden al consumo bruto de energía primaria a nivel nacional, el sector de generación eléctrica no es una excepción. La Figura 3-3<sup>3</sup> presenta la distribución de generación eléctrica. En dicha figura se observa como durante la primera mitad de la década pasada, la termoelectricidad representaba cerca de la mitad de la generación total, mientras que a partir del 2007 comienza un fuerte crecimiento impulsado por la creciente demanda, el aumento de la capacidad térmica y consecutivas sequías.

El mencionado aumento de la capacidad térmica responde a la dificultad en el desarrollo de otros tipos de proyectos de generación convencional. Otro factor por el cual los inversores prefirieron el desarrollo de centrales térmicas en lugar de las hidroeléctricas era la mayor certeza, al menos inicialmente, en los tiempos de construcción y desarrollo, basados principalmente en los significativos retrasos que tuvo la central Ralco (2004).

<sup>3</sup> Para el año 2014 sólo se presentan los datos hasta Noviembre. La generación mini hidroeléctrica es clasificada como hidro y no como ERNC.

**Figura 3-3: Generación en Chile según origen**



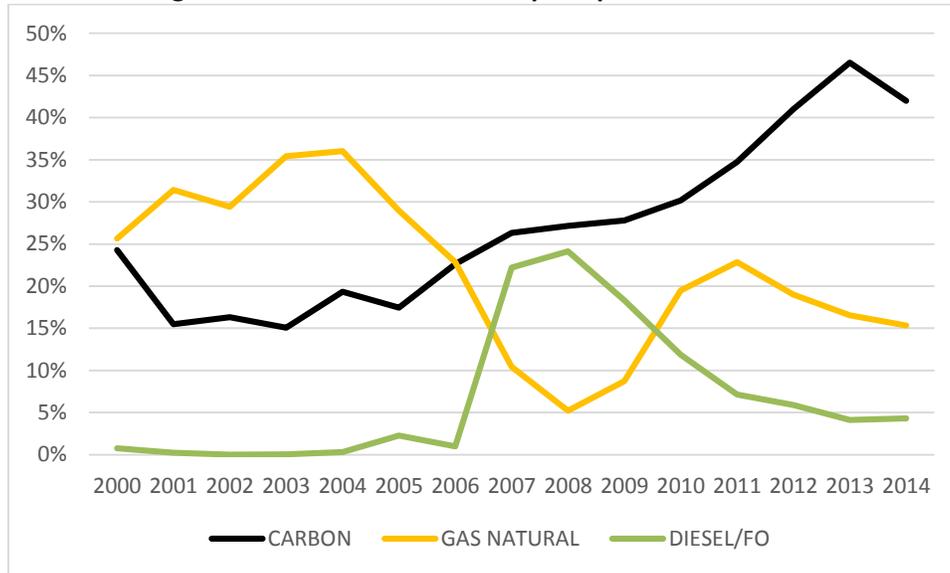
Fuente: Elaboración propia en base a datos de (CNE, 2014d)

En la Figura 3-4 se observa la desagregación de la generación térmica en términos porcentuales por tipo de combustible. En esta figura es patente la carbonización de la matriz de generación eléctrica, llegando a alcanzar niveles por sobre el 45% para el año 2013. La caída a partir del año 2014 se asocia a una hidrología más húmeda, además de la paralización judicial de las operaciones de Bocamina II por problemas medioambientales.

En la misma figura se observa el efecto de la crisis del gas. A partir del año 2004 Chile comenzó a recibir menos gas desde Argentina, razón por la cual ante la escasez de gas, el sistema se adaptó recurriendo al petróleo diésel, pero con un costo de operación extremadamente alto. Si bien el uso de centrales de ciclo combinado con diésel, en vez de gas natural, permitió enfrentar la crisis (especialmente el 2007 y 2008), con el tiempo la adaptación ha llevado a mayor instalación de centrales de carbón, así como la instalación de infraestructura para importar GNL<sup>4</sup> y alimentar parte de la capacidad instalada para volver a la generación en base a gas natural.

<sup>4</sup> El terminal de GNL de Quintero tiene una capacidad de regasificación de 10 MM3 la cual se espera se expanda hasta los 15 Mm3/día para el inicio del 2015. Por su parte, el terminal de Mejillones tiene una capacidad de 5,5 Mm3/día. El Ministerio de Energía estima que con 1,1 Mm3/día alcanza para una central de 350MW con un factor de planta de 66% (Ministerio de Energía, 2014). Cabe recordar que no todo el GNL es dedicado a la generación eléctrica.

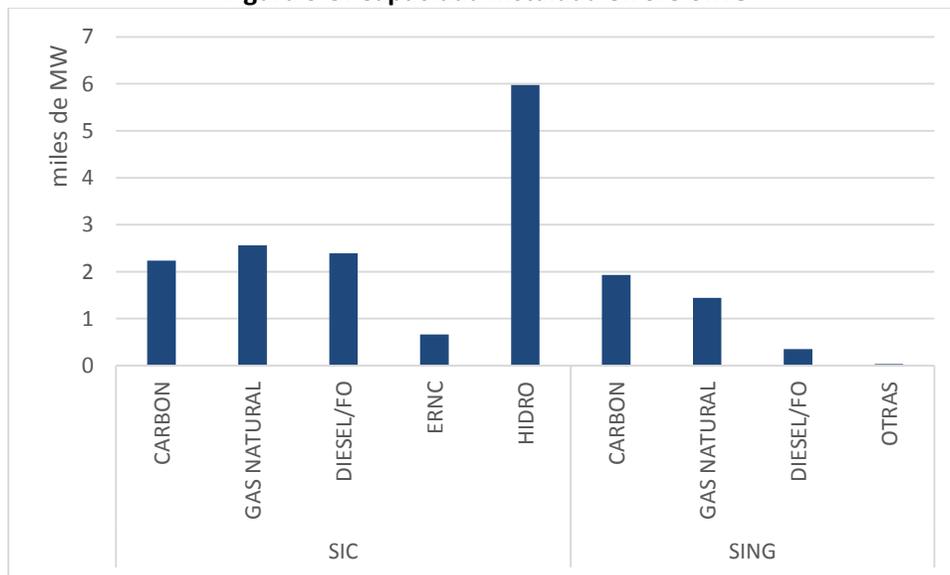
**Figura 3-4: Generación térmica por tipo de combustible**



Fuente: Elaboración propia en base a datos de (CNE, 2014d)

Los eventos recién descritos explican la composición de la capacidad de generación eléctrica del país presentada en la Figura 3-5. Se observa que existe una capacidad a carbón similar en ambos sistemas interconectados, siendo más diversificada la matriz de capacidad instalada del SIC, donde el carbón representa el 16% de la capacidad instalada, mientras que en el SING representa el 51%.

**Figura 3-5: Capacidad instalada en SIC-SING**



Fuente: Elaboración propia en base a datos de (CNE, 2014a)

Gran parte de la expansión en carbón ha ocurrido en los últimos años, tal como se puede apreciar en la siguiente tabla:

**Tabla 3-1: Centrales a carbón con entrada de operación período 2010-2013**

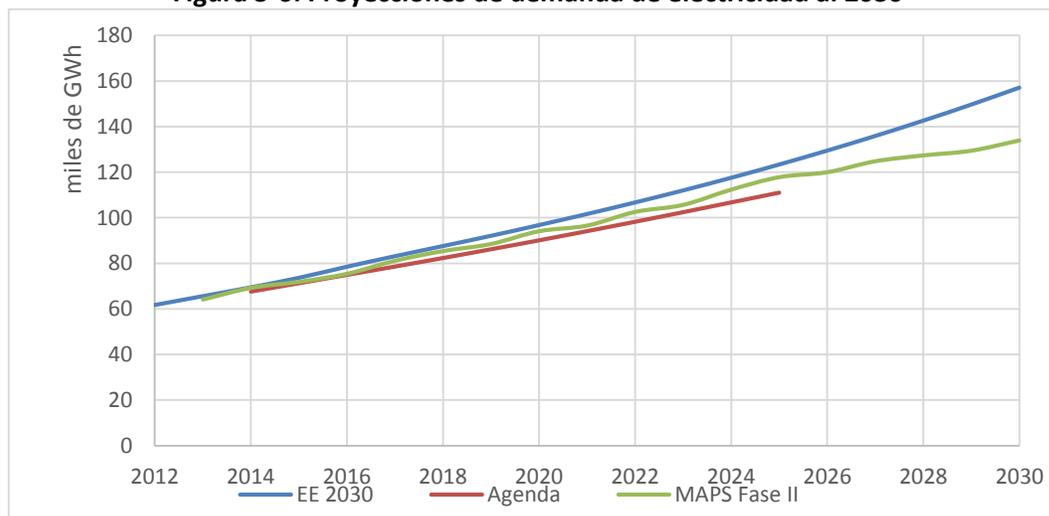
Central	Año Entrada	Potencia Neta [MW]
TERMOELÉCTRICA ANDINA	2011	152.6
TERMOELÉCTRICA ANGAMOS	2011	488.3
TERMOELÉCTRICA HORNITOS	2011	153.9
CAMPINCHE	2013	249.0
SANTA MARÍA	2012	342.0
NUEVA VENTANAS	2010	249.0
BOCAMINA II	2012	322.5
GUCOLDA U4	2010	137.5
<b>Total</b>		<b>2094.8</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos de (CNE, 2014a)

Todo este desarrollo se ha dado en medio de crecientes exigencias ciudadanas en temáticas sociales y ambientales, llevando a la paralización de proyectos y judicialización de otros, convirtiéndose en uno de los principales factores de incertidumbre para realizar las inversiones (CADE, 2011). Las aspiraciones y críticas de la ciudadanía no se limitan a los proyectos térmicos, afectando también a proyectos hidroeléctricos y ERNC, e incluso al funcionamiento del mercado eléctrico, el rol del Estado y la forma en que se deciden las inversiones (CCTP, 2011).

Chile aspira a un crecimiento y desarrollo económico, y el gobierno ha sido categórico: “sin energía no habrá crecimiento” (Ministerio de Energía, 2014). En este sentido es necesario dar certezas regulatorias para poder satisfacer las crecientes demandas futuras del país (ver Figura 3-6).

**Figura 3-6: Proyecciones de demanda de electricidad al 2030**



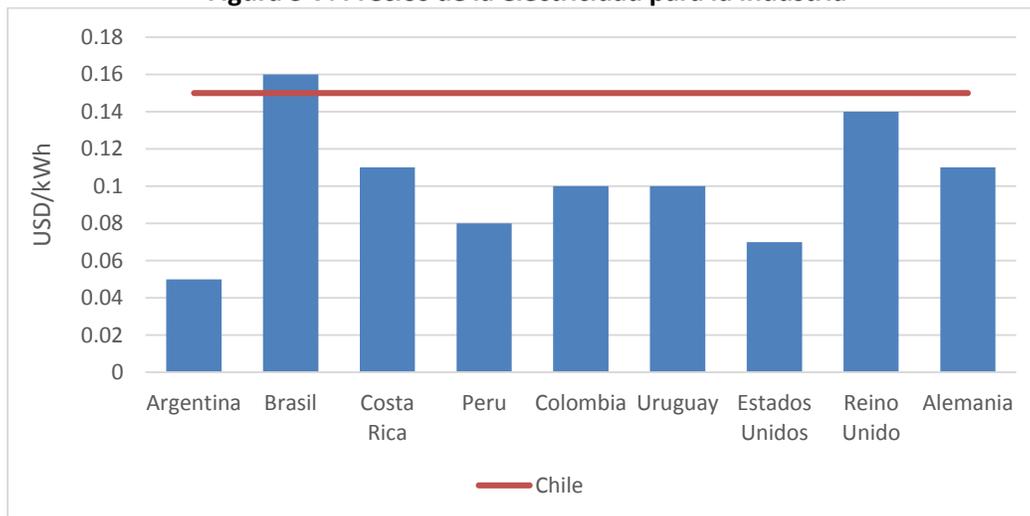
Fuente: Elaboración propia en base a datos de (Centro UC Cambio Global, 2014; Fundación Chile, Empresas Eléctricas AG Fundación AVINA, Fundación Futuro Latinoamericano, & Universidad Alberto Hurtado, 2013; Ministerio de Energía, 2014)

Si bien se pueden apreciar importantes diferencias de hasta un 10% entre las proyecciones de demanda, estas se explicarían por la metodología (top-down vs bottom-up) y diferencia en los supuestos utilizados; lo relevante es que se proyecta un importante crecimiento de la demanda eléctrica del país y es necesario contar con la infraestructura energética para esto.

La problemática en que se enmarca el presente informe, así como la iniciativa Energía 2050 del gobierno es compleja. Transversalmente en todos los sectores existen demandas por un desarrollo más sustentable, esto implica cuestiones sociales, medioambientales y económicas, pero con énfasis que pueden diferir. Adicionalmente al rechazo social de los grandes proyectos de generación eléctrica debido a los impactos socio-medioambientales, ha producido gran incertidumbre en los inversionistas, además existen aristas de carácter global como es la competitividad del país y la presión por mitigar las emisiones de GEI (Gases de Efecto Invernadero).

Hoy en día, Chile tiene uno de los mayores costos de la electricidad de Latinoamérica (World Economic Forum, 2013), lo cual lo hace perder competitividad en los mercados internacionales (CADE, 2011; CCTP, 2011). Por otra parte, está en camino a convertirse el mayor emisor de GEI per cápita en América Latina, ubicándose por encima de la mayoría de los países europeos, lo cual también podría afectar su competitividad a nivel mundial (Carvalho, Hidalgo-González, & Kammen, 2014).

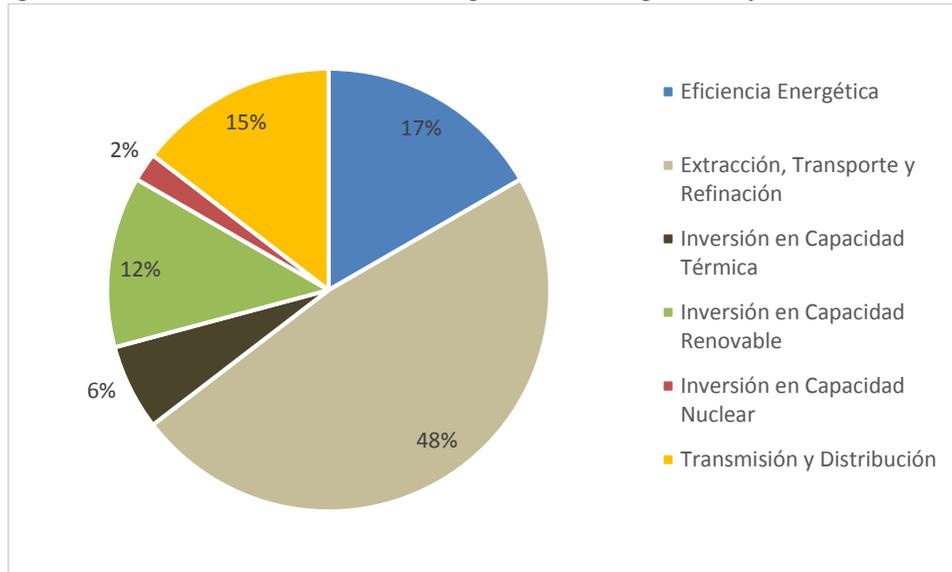
**Figura 3-7: Precios de la electricidad para la industria**



Fuente: Elaboración propia en base a datos de (World Economic Forum, 2013)

A nivel global existe una tendencia creciente a la instalación de fuentes renovables de energía, esperándose que el 60% de las inversiones en capacidad, que se realicen hasta el año 2035 estén asociadas a fuentes renovables, mientras que solo el 30% estaría asociada a fuentes termoeléctricas fósiles (IEA, 2014). Se espera que en el período 2014-2035 se inviertan cerca de 48 trillones de dólares del año 2013, la distribución de esta inversión se presenta en la Figura 3-8.

**Figura 3-8: Distribución de la inversión global en energía en el período 2014-2035**



Fuente: Elaboración propia en base a datos de (IEA, 2014)

Se espera que en los países de la OECD la inversión esté asociada al reemplazo de plantas y activos, cuya vida productiva haya llegado a su fin, proceso que implicaría cerca del 60% de la inversión. En los países en desarrollo se espera que esto represente un porcentaje bastante menor.

#### 4. Desarrollo de las Jornadas de Trabajo

Se realizaron dos jornadas de trabajo los días 20 y 29 de Octubre, las cuales se realizaron siguiendo una metodología de exposiciones de expertos, sub mesas de trabajo y plenarios de socialización de los principales resultados (más detalle en anexo 1). En ellas se recabaron las principales visiones y comentarios tanto del sector privado, como público y de la sociedad civil, con respecto a las temáticas: “Energía termoeléctrica e impactos ambientales locales y globales”, “Mejores tecnologías disponibles en generación termoeléctrica”, “Rol de la energía termoeléctrica en la matriz energética” y “Generación termoeléctrica y Gestión del territorio”. Partiendo desde una base de datos de contactos entregada por el Ministerio y complementada por el equipo operativo, se invitaron a un total de 163 personas a participar de las mesas, la distribución y los asistentes se pueden observar en la Tabla 4-1.

**Tabla 4-1: Asistentes (invitados) a jornadas de trabajo**

Jornada	Academia/ Consultores	Equipo	Sector Privado	Sector Público	Sociedad Civil/ONG	Total
<b>1 - 20 de Octubre</b>	9 (34)	14	14 (31)	13 (53)	5 (30)	<b>55 (162)</b>
<b>2 - 29 de Octubre</b>	10 (34)	14	16 (31)	10 (53)	6 (30)	<b>56 (162)</b>

Fuente: Elaboración propia

Destaca la baja asistencia de miembros de la sociedad civil y de las ONG. Se hicieron esfuerzos especiales por lograr la asistencia de estos grupos mediante correos y llamadas personalizadas. Sin embargo, la mayor parte de las organizaciones decidieron abstenerse de participar, así como de enviar representantes de la organización. Varios de los invitados alegaron falta de garantías de la transparencia del proceso y que el Ministerio de Energía estaría buscando utilizarlos para fomentar políticas con las cuales no concuerdan. Estas declaraciones son una evidencia clara de la desconfianza imperante en el sistema, la cual es tratada en profundidad en la sección 9.2.

Asimismo las jornadas de trabajo fueron desarrolladas únicamente en Santiago, lo cual implica una barrera para la participación de personas de regiones. Si bien se invitó y se contó con participación de ciertas personas que levantaron temas de regiones, estas fueron minoría y no se logró la representatividad deseada. Esto es relevante, especialmente al considerar que la gran mayoría de las termoeléctricas se encuentran ubicadas fuera de Santiago, siendo esas poblaciones las que se han llevado gran parte de los impactos históricos de la termoelectricidad.

Aun así se levantaron múltiples temas, matices y observaciones, las cuales fueron desarrolladas con mayor profundidad en el presente informe. Sin embargo, debe considerarse que pueden existir otras temáticas que no fueron incluidas en el desarrollo por la falta de representatividad de los sectores recién mencionados.

En la sección 12.2.2, se puede revisar el anexo 2 correspondientes a las minutas generales correspondiente a cada una de las jornadas de trabajo. Ellas fueron elaboradas por el equipo y enviadas a los participantes permitiendo los comentarios de estos, los cuales fueron consolidados

e incluidos en la presente versión de las minutas. Estas minutas fueron elaboradas a partir de las minutas de cada una de las mesas de trabajo (también previamente compartidas) y otros insumos de las mesas como los tarjetones, anotaciones, grabaciones y lo sucedido en las instancias de plenario.

La Tabla 4-2 presenta los temas principales, desarrollados durante las jornadas y que funcionan como eje para el desarrollo del presente informe. Los temas fueron ordenados por temáticas contextuales generales, que permiten agrupar y dar orden a los temas. Como se puede prever varios temas cruzan por más de una temática, siéndole asignadas sólo las temáticas principales. Aun así, con el fin de evitar una sobrerrestricción artificial, se permitió que cada tema participara en más de una temática contextual.

**Tabla 4-2: Temas destacados de las jornadas y su temática contextual**

Tema	Temática contextual
Característica: Alta disponibilidad	Técnica-Económica
Característica: Alta potencia firme	Técnica-Económica
Aumento de las capacidades del Estado	Regulatoria
Avances tecnológicos/Estado del arte internacional	Ambiental/Técnica-Económica
Cambios normativos: Reducir, mitigar, compensar	Regulatoria
Cierre de centrales obsoletas	Ambiental/Regulatoria
Impactos sobre la competitividad del país	Técnica-Económica
Característica: Costos inversión por unidad de energía bajos	Técnica-Económica
Característica: Costos operacionales depende de combustible	Técnica-Económica
Característica: Actualmente costos privados bajos	Técnica-Económica
Desarrollo de capital humano en las comunidades	Social
Desarrollo sustentable	Ambiental/Técnica-Económica/Social
Desconfianza en el sistema y entre los actores	Social
Diálogo continuo / Participación temprana	Social
Distribución desigual de los impactos	Ambiental/Social
Educación ambiental y energética	Social
Estándares ambientales crecientes	Ambiental/Regulatoria
Estándares sociales crecientes	Regulatoria/Social
Falta de información / Transparencia con la ciudadanía	Social
Filtro de entrada a los proyectos para evaluación	Regulatoria
Impactos ambientales globales	Ambiental
Impactos ambientales locales	Ambiental
Impactos sociales locales	Social
Imparcialidad en los EIA y DIA	Regulatoria/Social
Incentivos a la inversión	Regulatoria/Técnica-Económica
Incentivos para actuar de respaldo (SS.CC.)	Regulatoria/Técnica-Económica

Tema	Temática contextual
Inclusión laboral	Social
Internalización de las externalidades	Ambiental/Regulatoria
Licencia social	Regulatoria/Social
Mejores líneas bases para la Evaluación Ambiental	Ambiental/Regulatoria
Modernización del SEA y del SEIA	Ambiental/Regulatoria
Normas claras / Certeza regulatoria	Regulatoria
Ordenamiento territorial / Gestión del territorio	Regulatoria
Pasivos ambientales	Ambiental/Social
Patentes/ Impuestos en lugares afectados por los impactos	Regulatoria/Social
Precios razonables	Técnica-Económica/Social
Rechazo social / Polarización de opiniones	Social
Regulación de los acuerdos sociales	Regulatoria/Social
Respaldo a ERNC-Intermitentes	Ambiental/Técnica-Económica
Revisión técnica frecuente	Ambiental/Regulatoria
Rol del Estado	Regulatoria
Seguridad del sistema (capacidad de reaccionar frente a imprevistos)	Técnica-Económica
Seguridad del suministro (de combustible)	Técnica-Económica
Sinergias con otras industrias / Co-generación	Ambiental/Técnica-Económica
Situación geopolítica con los países vecinos	Técnica-Económica/Política
Suficiencia del sistema (para satisfacer la demanda)	Técnica-Económica
Característica: Tecnología madura y probada	Técnica-Económica
Regulación para el uso del agua	Ambiental/Regulatoria
Vulnerabilidad del país/Dependencia energética	Técnica-Económica/Política

Fuente: Elaboración propia en base a los comentarios recibidos en las jornadas de trabajo

En paralelo a los temas identificados, los distintos actores tienen distintas visiones sobre la termoelectricidad y su rol en el futuro. Estas fueron agrupadas en tres visiones que se tradujeron en tres escenarios (mayores detalles en el capítulo 5). Varios de estos temas adquieren diferentes matices, en la medida en que son analizados desde las diferentes visiones respecto al rol.

A cada temática contextual se le asigna un capítulo y en ellos se intenta reflejar los diferentes matices, así como los puntos de consenso existentes. A su vez los contenidos de cada temática son agrupados en subtemas, dándose antecedentes al respecto, presentando las distintas visiones y generando consideraciones para la política de largo plazo.

## 5. Escenarios y Rol de la Termoelectricidad

A partir de lo recabado en las jornadas de trabajo, fueron generados escenarios que intentan representar de la manera más fidedigna posible las diferentes posturas de los participantes. De este ejercicio se identificaron tres posiciones, que dieron paso a tres escenarios<sup>5</sup>:

- Termoelectricidad como Energía de Base
- Termoelectricidad como Respaldo a las ERNC
- Transición a un sistema sin Termoelectricidad

Si bien estas posiciones podrían representar una meta u objetivo de lo que se espera que sea el rol de la termoelectricidad fósil en nuestro sistema eléctrico nacional<sup>6</sup>, se considera que es insuficiente para orientar la política energética a desarrollar en este ámbito. Tampoco es suficiente para determinar las implicancias de estas metas, y de los ajustes necesarios que se deben realizar para alcanzar esto.

Es por esto que se buscó ir un paso más allá, estableciendo rangos de participación en la matriz de las distintas tipologías de generación, que dieran cuenta de éstas tres posiciones<sup>7</sup>. Dado que siempre hay oscilaciones anuales en generación, se utilizaron rangos y no valores fijos. Éstos dan cuenta de que cada escenario tiene un rango de posibilidades, lo cual calza también con los distintos matices que se pueden identificar al analizar las visiones planteadas en las jornadas, y a la incertidumbre asociada a la proyección en el largo plazo (por ejemplo, si los costos de inversión de las ERNC son altos, la ley 20.257 será cumplida con dificultad, pero si son bajos, se va a superar la cuota requerida).

Los escenarios fueron desarrollados desde la situación actual, para avanzar de forma paulatina hacia la nueva meta, teniendo en consideración que en cualquier escenario se busca mantener un sistema eléctrico que se acerque al objetivo deseado: que minimice los costos (sin comprometer la meta), de garantías regulatorias a los actores, asegurando un suministro energético confiable y minimizando las externalidades socio-ambientales. En todos los escenarios se utilizan la misma proyección de la demanda eléctrica, la cual es creciente en el futuro, por lo que es necesario un crecimiento de la matriz de generación electricidad.

El detalle específico (nivel de costos, externalidades, precios, etc.) de cada uno de los escenarios propuestos son materia que se escapa del alcance del presente estudio (que se limita a un

---

<sup>5</sup> Los escenarios fueron elaborados a partir de las posiciones identificadas durante el desarrollo de las jornadas de trabajo, y no representan necesariamente la visión del equipo ni de los expertos.

<sup>6</sup> Se considera el total del sistema eléctrico nacional, sin distinción de los subsistemas (SIC, SING y otros), dado que la meta es a un horizonte de largo plazo, para el cual es probable que haya interconexión entre los sistemas principales. Además, dado el contexto de la política, el objetivo debe ser nacional buscando la mejor manera de operacionalizar estas metas.

<sup>7</sup> Estos rangos fueron elaborados por el equipo, buscando representar las visiones expuestas en las jornadas, sin representar necesariamente la visión del equipo ni de los expertos.

análisis cualitativo), pero debieran ser estudiados como un nuevo insumo para la definición de la política a largo plazo.

A continuación se presentan los 3 escenarios propuestos y se fundamentan brevemente los rangos seleccionados.

## 5.1 Escenario Termoelectricidad como Energía de Base

Este escenario plantea mantener el protagonismo actual de la termoelectricidad como generación de base. Esto implica que para poder satisfacer la mayor demanda futura es necesario la construcción de nuevos proyectos de estas tipologías en el futuro, aunque probablemente más exigentes desde el punto de vista ambiental. A continuación se presentan los rangos de participaciones esperadas de las diferentes fuentes en la generación eléctrica nacional, para este escenario:

**Tabla 5-1: Rangos de participación en la generación en el escenario termoelectricidad como energía de base**

Tipología Central	2013	2025		2035		2050	
	Real	Min	Max	Min	Max	Min	Max
<b>Carbón</b>	46%	35%	45%	40%	50%	40%	50%
<b>Gas Natural</b>	17%	15%	25%	10%	20%	10%	20%
<b>Petróleo</b>	4%	0%	5%	0%	5%	0%	5%
<b>Hidroelectricidad</b>	27%	15%	25%	10%	20%	10%	15%
<b>ERNC</b>	6%	15%	20%	20%	25%	20%	30%

Fuente: Elaboración propia, considerando (CNE, 2014b, 2014c, 2014d)

En la Tabla 5-1, se presentan rangos de participación para cada tipología de central para los horizontes 2025, 2035 y 2050. No se distingue la tecnología exacta a instalar (por ejemplo, subcrítica, supercrítica o ultra supercrítica en el caso del carbón), puesto que no se considera que sea relevante para un horizonte largo y solo se indican nociones de esto en las secciones posteriores. Como se puede ver más de la mitad de la electricidad producida se espera que provenga de termoelectricidad fósil, siendo la mayor parte de la generación proveniente de centrales a carbón, debido a sus menores costos de desarrollo.

Se espera que la generación en base gas natural tenga una participación relevante también, especialmente de aquí al 2025, fundamentado en que existen pocos proyectos a carbón recomendados en el mediano plazo (CNE, 2014b, 2014c)<sup>8</sup>, debido a la fuerte oposición ciudadana que han enfrentado en los últimos años. Existe una amplia capacidad instalada de generación en base a GNL, que no se utiliza por falta de suministro del combustible, situación que se espera se

<sup>8</sup> Si bien la CNE desarrolla un plan de obras de carácter indicativo, se considera que es una buena referencia para dar cuenta de la situación esperable.

mejore dentro del mediano plazo, estando dentro de la política de corto plazo planteada por el gobierno (Ministerio de Energía, 2014).

Tras el 2025 habría una importante expansión en base a centrales a carbón; para que esto suceda es necesario un fuerte liderazgo del Estado, garantizando a las comunidades que nuevas centrales en base a este combustibles en su entorno tendrá un impacto positivo en la comunidad, ya sea por compensaciones o por un recambio de centrales. Para el recambio de centrales se hace necesario generar un plan o guía de desmantelamiento de centrales obsoletas, para instalar nuevas más eficientes en términos energéticos (ver Tabla 8-1) y con mejores sistemas de abatimiento en lo que refiere a los impactos.

Darle prioridad en la generación de base al desarrollo termoeléctrico, implica una disminución paulatina de la participación hidroeléctrica en la matriz, fundamentada en la baja cantidad de nuevos proyectos en el mediano plazo (CNE, 2014b, 2014c). Por otro lado, al 2025 hay una fuerte expansión de las ERNC, alineado a la Ley 20.257, que exige un 20% al 2025 de los nuevos contratos de energía, tras esta fecha la participación de esta tecnología se estabiliza, basándose en la tendencia a la baja de los costos de inversión de estas tecnologías.

## **5.2 Escenario Termoelectricidad como Respaldo a las ERNC**

En este escenario la energía termoeléctrica cumple fundamentalmente un rol de respaldo a las ERNC, en particular a las intermitentes (solar FV y eólica). Si bien actualmente estas tecnologías intermitentes pueden contar con costos nivelados competitivos<sup>9</sup>, si no se aborda adecuadamente el respaldo de la intermitencia, altas penetraciones de estas tecnologías podrían ser problemáticas para la seguridad del sistema, reflejándose en altos costos para el sistema, haciendo necesaria la operación de centrales diésel, para hacer frente a la intermitencia o incluso costos de falla por insuficiencia de la generación.

En este escenario no se propician nuevos proyectos termoeléctricos, salvo que tengan un rol de respaldo para las ERNC intermitentes. Adicionalmente se aumenta la participación de tecnologías ENRC, mediante el aumento de la ambición de la actual ley de ERNC (post 2025) o de otro tipo de incentivos para estas tecnologías.

A continuación se presentan los rangos de participaciones esperadas de las diferentes fuentes en la generación eléctrica nacional, para este escenario:

---

<sup>9</sup> Al revisar los proyectos existentes, se reconoce que existe una amplia varianza de los costos de nivelados, dependiendo de las tecnologías utilizadas y el lugar en que se instalen. Se espera que a futuro, a medida que las tecnologías vayan madurando la varianza tienda a disminuir. Una representación gráfica se puede apreciar en la Figura 7-1.

**Tabla 5-2: Rangos de participación en la generación en el escenario termoelectricidad como respaldo a las ERNC**

Tipología Central	2013	2025		2035		2050	
	Real	Min	Max	Min	Max	Min	Max
<b>Carbón</b>	46%	20%	25%	15%	20%	5%	15%
<b>Gas Natural</b>	17%	15%	30%	20%	30%	25%	30%
<b>Petróleo</b>	4%	5%	10%	0%	10%	0%	10%
<b>Hidroelectricidad</b>	27%	20%	30%	15%	25%	15%	20%
<b>ERNC</b>	6%	20%	25%	30%	35%	35%	45%

Fuente: Elaboración propia, considerando (CNE, 2014b, 2014c, 2014d)

En la Tabla 5-2, se presentan rangos de participación para cada tipología de central para los horizontes 2025, 2035 y 2050. Como se puede ver en este escenario la participación termoeléctrica disminuye paulatinamente, desde el 67% actual hasta valores entre el 35% y el 50% al 2050. Pero este cambio afecta de modos diferentes a las distintas fuentes, por ejemplo en lo que respecta a las centrales a carbón no se construirían nuevos proyectos y paulatinamente se irían retirando los viejos, potenciando las centrales a gas natural, las cuales pasarían a cubrir la mayor parte del rol de respaldo del sistema.

La hidroelectricidad disminuiría su participación relativa también, pese a que se ingresarían nuevos proyectos, pero a tasas menores al crecimiento de la demanda. Por otro lado las ERNC son las protagonistas en lo que refiere a entrada de nuevos proyectos en todo el horizonte de análisis, principalmente sería por medio de la instalación de centrales eólicas y solares<sup>10</sup>, esto lo alcanzan gracias al respaldo programado que proveerían en gran parte de las centrales a gas natural.

### 5.2.1 ¿Por qué respaldo Termoelectrico?

Debido a que la demanda no es plana y suele oscilar durante el día, este es un fenómeno común en todas partes del mundo, siendo estas oscilaciones menores en sistemas que abastecen demandas industriales 24/7 (como es el caso del SING en Chile) y mayores en sistemas que abastecen consumos residenciales y de servicios (como es el caso del SIC en Chile). Independiente de las magnitudes, prácticamente todos los sistemas eléctricos del mundo tienen 3 niveles de demanda de electricidad, bajas en la madrugada (de 0:00 a 7:59), medias durante la mañana-tarde (de 8:00 a 15:59) y altas en la tarde-noche (de 16:00 a 23:59). Esta condición histórica ha implicado una distinción en los roles que pueden cumplir las centrales, donde se habla de generación de base (ya sean de potencia firme o no) y de peak. Todas las tecnologías tradicionales

<sup>10</sup> Se espera que también entre en operación otros proyectos ERNC como la geotermia, biomasa y mini-hidro. Sin embargo estas tecnologías tienen un potencial menor comparado con los potenciales eólicos y solares (Universidad de Chile & Universidad Técnica Federico Santa María, 2008).

pueden cumplir, desde un punto de vista técnico, con un rol de generación de base, pero no todas pueden generar un servicio de peak, históricamente las tecnologías que han cumplido este rol en el mundo han sido Diésel (cara, pero sin limitaciones), Ciclo combinado de Gas Natural (costo medio, pero sujeto a la existencia de incentivos) e Hidroeléctricas de embalse (baratas, pero sujetas a disponibilidad de agua y cumplimiento de acuerdos de riesgo). Estas condiciones han hecho que tradicionalmente las centrales termoeléctricas han tenido un rol activo en lo que es generación de peak o de respaldo en Chile y en el mundo. En Europa y USA, se ha privilegiado el rol de respaldo por parte de centrales de Ciclo Combinado a Gas Natural, debido a sus menores costos de operación y a sus menores impactos ambientales.

Con la irrupción cada vez más extendida de tecnologías intermitentes, como lo son las centrales eólicas y solares, se generó un escenario nuevo donde la oscilación en la carga, se podía producir dentro de un día, no solo productos de cambios en la demanda, también producto de oscilaciones en la generación de base. Este problema se ha resuelto internacionalmente, hasta ahora, con las mismas alternativas con las que se enfrentan las oscilaciones diarias en la demanda, siendo la más deseable en términos de costos e impactos el uso de centrales de ciclo combinado a gas natural.

### **5.2.2 ¿Cómo se puede propiciar este escenario?**

Para que este escenario resulte factible, es necesario realizar cambios en la regulación actual del mercado eléctrico. En particular se debe potenciar la existencia de un mercado de servicios complementarios (SS.CC.), entendiendo por esto las operaciones necesarias para apoyar la transmisión de electricidad desde vendedor a comprador, facilitando el cumplimiento de las obligaciones tomadas por estos y permitiendo la operación confiable del sistema interconectado.

Los mercados de SS.CC. existen desde 1996 en USA (Hirst & Kirby, 1996) y en la mayor parte de los países de Europa se ha expandido paulatinamente en la primera década del siglo XXI. Los SS.CC., difieren en el tipo de servicios existentes para cada país, pero en general permiten mejorar la confiabilidad de los sistemas eléctricos y reducir sus costos de operación, al diferenciar productos.

En particular, es de interés en el contexto de un sistema eléctrico con alta participación de fuentes intermitentes la existencia de un mercado, para al menos los siguientes SS.CC.:

1. Agendamiento de despacho
2. Generación Reactiva para control de voltaje
3. Regulación y control de frecuencia
4. Desbalances de energía
5. Provisión de Reserva en giro
6. Provisión de Reserva suplementaria

Estos SS.CC. requieren distintos tiempos de respuestas (desde segundos a decenas de minutos) y periodos de duración del servicio (desde pocos minutos a horas), por lo que no todas las tecnologías termoeléctricas, pueden suplir todos los servicios indicados. Lo que hace que se justifique la existencia de mercados diferenciados. Existen ciertas tecnologías que cuentan con ventajas técnico-económicas sustanciales (ejemplo, centrales en base a GNL o combustibles líquidos), pero sin los incentivos para actuar de respaldo, no se adecuaran y esto conllevará un alza en los costos marginales. Estas centrales deben ser capaces de variar sus condiciones de operación rápidamente, operando a mínimo técnico o a máxima capacidad, siguiendo el déficit que no estarían entregando las fuentes intermitentes. Esto implica que durante gran parte del año deberán operar a mínimo técnico, implicando mayores costos de inversión por unidad de energía.

La alternativa más flexible técnicamente para prestar servicios complementarios es el almacenamiento de energía por medio de baterías, pero lamentablemente los costos de las tecnologías de almacenamiento son significativamente altos, por lo que no puede suplir un rol para respuesta control de voltaje, pero para el resto de los servicios las opciones más económicas son provistas por centrales de respaldo.

La tecnología más competitiva para proveer servicios de seguimiento de la carga o de provisión de reserva en giro son las centrales a gas natural, siempre que se les entreguen incentivos para operar a un mínimo técnico, y así poder suplir las abruptas oscilaciones en generación de las centrales eólicas.

Por otra parte, considerando variaciones más paulatinas y pseudo-previsibles de la generación solar, las centrales a carbón podrían proveer el servicio de respaldo, por medio de un agendamiento del despacho, pero pese a que ha habido avances en darles mayor flexibilidad a las tecnologías a partir de este combustible, aun su capacidad de respaldo es bastante limitada, para prestar otro tipo de SS.CC.

Por último, las centrales termoeléctricas a combustibles líquidos pueden respaldar con bastante rapidez oscilaciones abruptas en la generación, incluso partiendo en frío (es decir, estando completamente apagadas). Este es el caso de los motores diésel, sin embargo tienen costos de operación altos y si bien en una matriz con alta participación de tecnologías intermitentes es necesario contar con este tipo de respaldo, no es deseable económicamente que operen, para evitar alzas en los costos marginales del sistema, además de los problemas de contaminación atmosférica asociados.

### **5.3 Escenario Transición a un sistema sin Termoelectricidad**

En este escenario la energía termoeléctrica cumple un rol de apoyo en una transición hacia una matriz 100% renovable al 2050. Lo que implica reducir la generación a partir de fuentes termoeléctricas del 67% del 2013, para llevarlo a un 0% al 2050. Este es el escenario más difícil

de plantear, la experiencia internacional apunta a que los casos en que se han alcanzado participación renovable superior al 90%, esta se ha basado fuertemente en hidroelectricidad de gran escala. Chile en particular, cuenta con importante potenciales de recursos Hidroeléctricos (Universidad de Chile & Universidad Técnica Federico Santa María, 2008), y si bien podrían cubrir una importante parte del crecimiento de la demanda, no serían suficientes para abastecer toda la demanda al 2050. A lo anterior se suman las dificultades técnicas, económicas, ambientales y sociales de implementar el 100% de este recurso.

Por otro lado, hay disponibilidad abundante de recurso eólico y solar, con lo que se podría cumplir las metas requeridas. Sin embargo, la necesidad de respaldar estas tecnologías obliga a darle prioridad a tecnologías que entreguen potencia firme ERNC: geotermia, mini-hidro y biomasa. No es posible cubrir la demanda futura de electricidad nacional (aproximadamente 2,5 veces la actual al 2050) solo con ERNC firmes, esto se debe a que los pocos estudios de prospectivas de Geotermia, de hecho el antecedente más reproducido 16.000MW en la zona del SIC (con diversos niveles de costos), se ha citado en diversos documentos, pero se basa en un solo estudio (Lahsen,2003), por lo que es un dato a validar, especialmente si se tiene en cuenta que al 2014 no se ha logrado poner en operación una sola central de este tipo. El (Centro UC Cambio Global, 2014) estimo que al 2050, el potencial técnico factible de las ERNC firmes sería 5000MW de geotermia, 4750MW de mini-hidro y 3000MW de biomasa, estos valores serían insuficientes para suplir el incremento de la demanda eléctrica. Por ello será necesario contar con respaldo, en una primera etapa gas natural y derivados del petróleo, pero luego se deberán reemplazar estos con biocombustibles.

A grandes rasgos, este escenario implica no propiciar nuevos proyectos termoeléctricos, salvo que tengan un rol de respaldo para las ERNC intermitentes al 2025, mientras las tecnologías de almacenamiento no alcancen una mayor madurez tecnológica. En particular, en este escenario se proponen las siguientes medidas:

- 1) A partir del 2020 no se pueden construir nuevas centrales termoeléctricas, salvo que cuenten con un contrato de respaldo ERNC.
- 2) El 2020 fijar un plan de cierre paulatino de centrales termoeléctricas a base de combustibles fósiles (o conversión a biocombustibles).
- 3) Generar incentivos para que las centrales termoeléctricas que usen combustibles fósiles, cumplan un rol de respaldo exclusivo a partir del 2035, a menos que se conviertan a biocombustibles.
- 4) Propiciar I+D en tecnologías de almacenamiento y en la producción de biocombustibles, para que alcancen competitividad en costos, en relación a los sistemas de respaldo termoeléctrico.

A continuación se presentan los rangos de participaciones esperadas de las diferentes fuentes en la generación eléctrica nacional, para este escenario:

**Tabla 5-3: Rangos de participación en la generación en el escenario transición a un sistema sin termoelectricidad**

Tipología Central	2013	2025		2035		2050	
	Real	Min	Max	Min	Max	Min	Max
<b>Carbón</b>	46%	20%	25%	10%	15%	0%	0%
<b>Gas Natural</b>	17%	15%	30%	10%	15%	0%	0%
<b>Petróleo</b>	4%	5%	10%	0%	5%	0%	0%
<b>Biocombustible de Respaldo</b>				5%	15%	10%	30%
<b>Hidroelectricidad</b>	27%	20%	30%	20%	30%	25%	35%
<b>ERNC</b>	6%	20%	25%	35%	40%	45%	55%

Fuente: Elaboración propia, considerando (CNE, 2014b, 2014c, 2014d)

En la Tabla 5-3, se presentan rangos de participación para cada tipología de central para los horizontes 2025, 2035 y 2050. Como se puede ver en este escenario la participación termoeléctrica fósil disminuye desde el 67%<sup>11</sup> actual hasta un 0% al 2050.

Si bien todas las tecnologías en base a combustibles fósiles dejan de operar al 2050, en una primera etapa (2025) se espera un aumento en la generación a gas natural, lo cual responde a la necesidad de centrales de respaldo para evitar comprometer la seguridad del sistema. Para que esto se produzca es fundamental generar incentivos fuertes, dado que los inversionistas en centrales a gas natural antes del 2025, no solo no podrán operarla todo el tiempo, sino que además se les reduciría la vida útil de la central al fijarle un retiro temprano.

Las centrales diésel mantendrían su rol de respaldo para horas puntas y eventualmente un apoyo a las oscilaciones eólicas, pero paulatinamente tras el 2025 serían reemplazadas en este rol por centrales a biocombustibles, que cumplirían un rol de respaldo (para lograr esto se requerirá invertir en I+D). Mientras que en lo que respecta a las centrales a carbón, no se construirían nuevos proyectos y paulatinamente se irían retirando los obsoletos.

La hidroelectricidad mantendría su participación relativa actual, para proveer generación de base y de respaldo a las ERNC intermitentes, esto implica un importante número de nuevos proyectos, los que para implementarse requerirán de un liderazgo del Estado, para mantener los niveles de participación en la matriz.

Las tecnologías ERNC son las protagonistas en lo que refiere a entrada de nuevos proyectos en todo el horizonte de análisis. Se debiera explotar en la mayor medida posible, tecnologías que

<sup>11</sup> La participación mencionada se refiere a generación eléctrica, no a capacidad instalada. Se considera que por motivos estratégicos de suficiencia, seguridad y calidad, se mantienen centrales termoeléctricas instaladas para el respaldo.

entreguen una generación de base, en particular las centrales a mini-hidro, biomasa y geotérmicas, para que esto suceda es necesario un impulso por parte del Estado.

Las centrales mini-hidro y en mayor medida aun las micro-hidro, cuentan con fuertes barreras en lo que refiere a los costos de las líneas de transmisión y en lo que respecta a la obtención de permisos ambientales, dado que los costos asociados a estas actividades son similares a los que debe incurrir una hidroeléctrica de gran escala, pero en términos de energía producida, terminan por dificultar la implementación de estas centrales. Para mitigar estos efectos es necesario que el estado promueva la asociatividad de estos proyectos al interior de una misma cuenca, facilitando la obtención conjunta de los permisos ambientales, así como compartir la infraestructura de transmisión.

Las centrales a biomasa, tienen impactos locales similares que las termoeléctricas, para que haya una participación mayor de estas tecnologías el Estado deberá garantizar a las comunidades afectadas altos estándares ambientales y generar beneficios perceptibles por la comunidad, en caso contrario es difícil que prosperen este tipo de proyectos.

**Tabla 5-4: Comparación de impactos potenciales entre carbón y biomasa**

Combustible	Tecnología	Contaminación atmosférica [kg/GWh]						Cambio Climático [kgCO2e/MWh]	Uso de Suelo [HA/GW]
		Exist. NOx	Exist. SO2	Exist. MP	Nueva NOx	Nueva SO2	Nueva MP	GEI	Superficie
<b>Carbón</b>	Base	1420	1310	160	610	610	90	1001	300
<b>Biomasa</b>	Base	1600	80	350	1100	80	170	24 <sup>12</sup>	111

Fuente: (Fundación Chile et al., 2013)

Sobre la geotermia, si se quieren alcanzar un aprovechamiento adecuado de este recurso es necesario remover las barreras existentes, principalmente en lo que respecta al riesgo asociado a la exploración.

Pese a esto es difícil que más de un 25% de la matriz provenga de fuentes firmes ERNC, por ello las centrales eólicas y solares cumplirán un rol fundamental en este escenario, el nivel de protagonismo dependerá de los costos de las tecnologías de respaldo y almacenamiento.

<sup>12</sup> Si bien se suele considerar que las tecnologías biomasa son carbono-neutral, las emisiones de otros GEI como CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O tienen un efecto. De la misma tabla, se observa que el efecto es significativamente menor comparado con las tecnologías de carbón.

## 6. Temáticas Ambientales

Durante el desarrollo de las jornadas de trabajo se levantaron múltiples temas, que fueron agrupados como de temática ambiental. Cuando se piensa en las desventajas de la termoelectricidad, la gran causa de estas desventajas tiene que ver con sus impactos ambientales. Consistentemente con esto los participantes de las jornadas identificaron una amplia gama de aspectos ambientales.

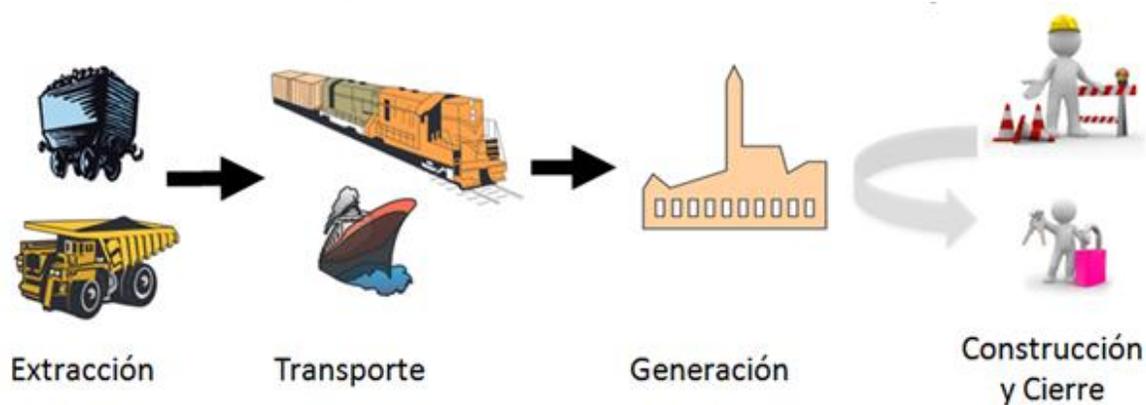
Es importante reconocer que el sector tiene una historia de importantes impactos ambientales y sociales, y si bien los estándares y las prácticas han mejorado en los últimos años la desconfianza se mantiene. Por otra parte las exigencias en términos ambientales vienen en alza, donde la preocupación por los impactos globales y locales ha aumentado (CADE, 2011), lo que implica grandes desafíos para el sector termoeléctrico.

Las temáticas, surgidas de las observaciones y comentarios, se clasificaron en 2 categorías: Diagnóstico y Expectativas.

### 6.1 Diagnóstico

En el desarrollo de las jornadas de trabajo se hicieron variados comentarios que apuntaron a calificar el desempeño actual e histórico del sector termoeléctrico. Los comentarios dan cuenta de un pasivo ambiental importante en lo que refiere a impactos locales, independiente de los avances, aún no percibidos, de la nueva norma de emisiones atmosféricas de contaminantes locales producidos por las termoeléctricas a combustibles sólidos, líquidos y gaseosos. Las comunidades que habitan en el entorno a centrales termoeléctricas, en especial aquellas a carbón, tales como Tocopilla, Huasco, Ventanas y Coronel han debido convivir por décadas en zonas latentes o saturadas Material Particulado (MP), con alteraciones en los ecosistemas acuáticos, presencia de metales pesados, entre otros impactos. A continuación, se presenta un diagrama del ciclo de vida de una central termoeléctrica:

Figura 6-1: Etapas de la termoelectricidad



Fuente: (Cifuentes, 2014)

Durante las distintas etapas de las centrales termoeléctricas se identifican impactos como:

- Degradación de los ecosistemas
- Contaminación atmosférica
- Cambio climático
- Disposición de residuos
- Deterioro en la salud de la población
- Daño al patrimonio cultural
- Consumo de recursos naturales
- Consumo de agua

Si se clasifican los impactos entre aquellos de carácter global y los que son locales, se tiene que en la primera categoría se tiene solo el Cambio Climático<sup>13</sup>, el cual se produce casi totalmente en la etapa de generación, de hecho en la Figura 6-2, se puede apreciar que alrededor de un 40% de las emisiones de CO<sub>2</sub> de Chile se producen por las termoeléctricas.

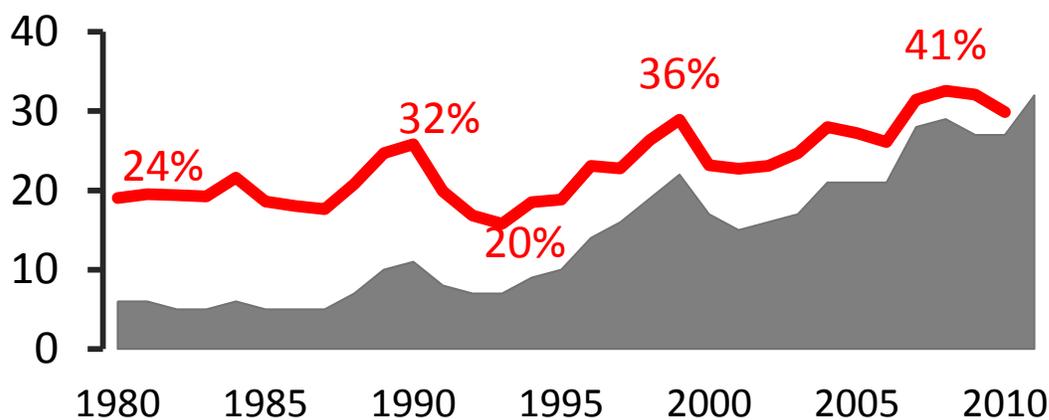
Cabe destacar que dentro del panorama global, Chile representa cerca del 0,23% de las emisiones globales de GEI (Banco Mundial, 2014), sin embargo es de los países con mayor crecimiento per cápita en el último tiempo. Gran parte de este crecimiento es responsabilidad del sector eléctrico, como se desprende del análisis de la Figura 6-2. En (CCTP, 2011) se advierte que de materializarse los proyectos de carbón con permisos ambientales aprobados, las emisiones de GEI de Chile podrían triplicarse o cuadruplicarse.

<sup>13</sup> Durante el desarrollo de las jornadas hay quienes levantaron el punto de que impactos sobre la biodiversidad debiesen ser considerados como impactos de carácter global.

Por lo demás, el país ha adquirido un compromiso voluntario de reducción de GEI el cual ha sostenido en las distintas conferencias de las partes<sup>14</sup>, desde el COP15-Copenhague:

*“...Chile tomará medidas de mitigación apropiadas para lograr una desviación del 20% por debajo de la línea base de emisiones “Business as Usual” para el año 2020 según las proyecciones del año 2007. Para lograr este objetivo Chile necesitará un nivel relevante del apoyo internacional”*

**Figura 6-2: Emisiones de CO<sub>2</sub> en MtonCO<sub>2</sub> del sector eléctrico y porcentaje de las emisiones totales de Chile**



Fuente: Elaboración propia en base a (Banco Mundial, 2014)

La falta de claridad respecto a cuál es la línea base y cuáles son sus proyecciones de emisiones han impedido establecer un objetivo claro. Aun así, cualquier esfuerzo que apunte a una reducción significativa de las emisiones de GEI implicará cambios en el sector eléctrico. Ejemplo de estos son las metas propuestas de Eficiencia Energéticas impulsadas por el gobierno (Ministerio de Energía, 2014) y la ley de ERNC (Ministerio de Economía, 2008).

Por otra parte, a nivel local existe una serie de impactos sobre la población, medios, biodiversidad y patrimonio. Históricamente, a nivel nacional e internacional, la preocupación se ha centrado en los impactos asociados a las emisiones de distintos contaminantes a la atmosfera, cuyos efectos pueden ser múltiples como se ve en la Figura 6-3.

<sup>14</sup> COP, por sus siglas en inglés (*Conferences Of the Parties*). Reunión anual de negociación con el fin de establecer una estrategia global para mitigar el efecto del cambio climático. En ellos se desarrolla la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, siendo actualmente la instancia de mayor relevancia para la definición de políticas para enfrentar el cambio climático.

Figura 6-3: Impactos de las emisiones al aire de contaminantes

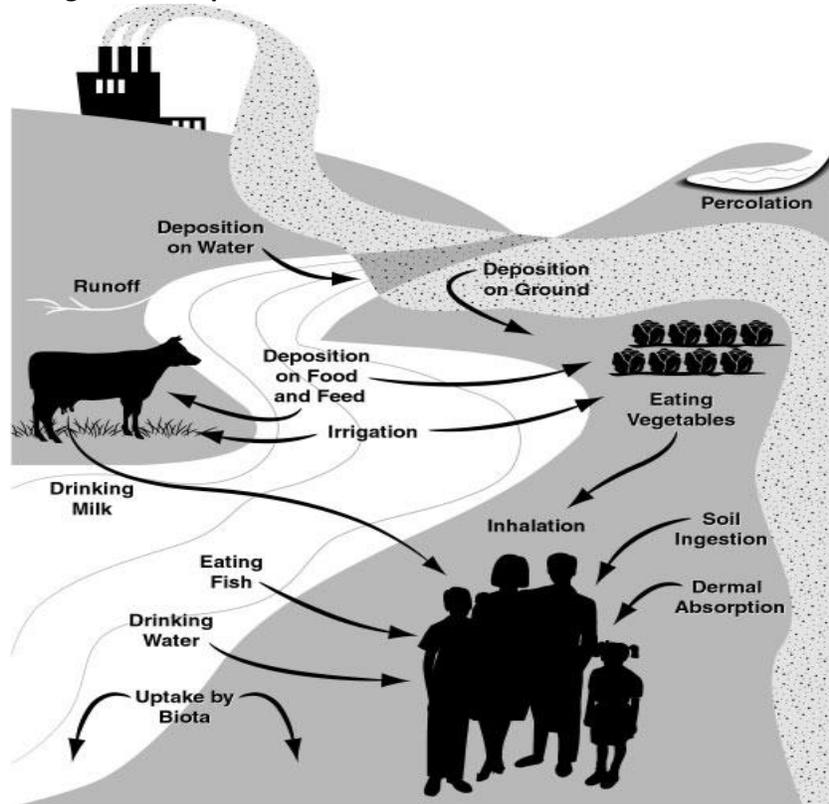


Figure 1. Illustration of Exposure Pathways

Fuente: (Paustenbach, 2000)

A causa de esto al analizar las principales regulaciones a las que está sujeto el sector termoeléctrico, la mayoría tiene que ver con contaminación atmosférica local (ver Tabla 6-1).

Pese a los avances regulatorios al sector termoeléctrico, existe un diagnóstico bastante generalizado de que los impactos históricos del sector han sido negativos y de una magnitud importante para las comunidades que tienen estos proyectos, que se concentran en un puñado de comunas. Estas comunidades habrían pagado los costos ambientales de la electricidad, pero no han recibido los beneficios de estos proyectos, que se relacionan principalmente a electricidad barata para el país.

Esta distribución desigual de impactos, donde los beneficios son percibidos por unos y los costos por otros, ha generado una fuerte desconfianza en el sector. Esto dificulta la instalación de nuevos proyectos, que pese a contar con mejores tecnologías de abatimiento y a que incluso podrían mejorar las condiciones ambientales de las comunas afectadas (actualmente, los proyectos nuevos en zonas latentes o saturadas, para entrar deben compensar sus emisiones con reducciones de las fuentes existentes), no son aceptadas por las comunidades afectadas, debido a los impactos ambientales que por décadas han recibido.

Tabla 6-1: Hitos regulatorios al sector termoelectrico

Año	Hito Regulatorio
1980	Constitución consagra Derecho a vivir en Medioambiente libre de contaminación
1992	DS1/92 Ministerio de Defensa Nacional: Reglamento para el control de la Contaminación Acuática
1994	Ley 19.300 introduce las normas primarias y secundarias, SEIA y los planes de descontaminación
1995	Reglamento para el establecimiento de Normas de Calidad y Emisión
1997	Reglamento e Inicio de la operación del SEIA
1998	Norma primaria de calidad ambiental para MP10
1998	DS 146 Ministerio Secretaría General de la Presidencia: Norma de Emisión de Ruidos Molestos Generados por Fuentes Fijas
2000	Norma primaria de calidad ambiental para Plomo en el aire
2001	DS 90 Ministerio Secretaría General de la Presidencia: Norma de Emisión Riles
2002	Normas primarias de calidad ambiental para SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> y CO
2003	DS 148/03 Ministerio de Salud: Reglamento Sanitario sobre el Manejo de Residuos Sólidos Peligrosos
2009	Norma secundaria de calidad ambiental del aire para SO <sub>2</sub>
2009	Compromiso de Reducción de emisiones de GEI en un 20% al 2020
2011	Norma primaria de calidad ambiental para MP <sub>2,5</sub>
2011	Norma de Emisión para Centrales Termoelectricas
2013	DS 20 Ministerio del Medio Ambiente: Modificación de la norma primaria de calidad ambiental para MP <sub>10</sub> <sup>15</sup>
2014	Reforma Tributaria introduce impuestos a las emisiones de CO <sub>2</sub> , MP, SO <sub>2</sub> y NO <sub>x</sub> de grandes emisores

Fuente: Elaboración propia

Las centrales tiene un alto impacto en la calidad del aire de las zonas donde se ubican, lo que se evidencia en la existencia de los planes para la descontaminación atmosférica en aquellas zonas, los cuales puede observarse en la Tabla 6-2.

<sup>15</sup> En diciembre del 2014, el Tribunal Ambiental de Santiago, por la unanimidad de sus Ministros, resolvió anular el DS 20-2013 del Ministerio del Medio Ambiente. Actualmente el proceso continúa en la Corte Suprema, tras la impugnación del fallo.

**Tabla 6-2: PPDA en zonas con termoeléctricas**

PPDA	Estado PPDA	Centrales Termoeléctricas
<b>Tocopilla</b>	Plan Vigente	SUTA, TG1, TG2, TG3, U10, U11, U12, U13,U14, U15, U16, NTO1 y NTO2
<b>Puchuncaví y Quinteros</b>	Plan Vigente (en actualización)	Ventanas 1, Ventanas 2, Campiche, Nueva Ventanas y Quintero
<b>Metropolitana de Santiago</b>	Plan Vigente (en actualización)	Renca y Nueva Renca
<b>Valle Central de la VI Región</b>	Plan Vigente	San Francisco de Mostazal, Candelaria, Esperanza y Colihues
<b>Huasco</b>	Anteproyecto	Huasco TG (U1, U2 y U3) y Guacolda (U1, U2, U3 y U4)
<b>Gran Concepción</b>	Zonas por declarar saturadas o latentes	Santa María, Bocamina (U1 y U2), Newén y Coronel
<b>Valdivia</b>	Zonas por declarar saturadas o latentes	Antilhue TG y Calle Calle

Fuente: (Ministerio del Medio Ambiente Gobierno de Chile, 2014)

La termoelectricidad tiene impactos diferentes dependiendo del tipo de combustible y del tipo de tecnología específica, valores genéricos para algunas tecnologías se presentan en la Tabla 6-3.

**Tabla 6-3: Impactos potenciales asociados a generación termoeléctrica**

Combustible	Tecnología	Contaminación atmosférica [kg/GWh]						Cambio Climático [kgCO2e/MWh]	Uso de Suelo [Ha/MW]
		Exist. NOx	Exist. SO2	Exist. MP	Nueva NOx	Nueva SO2	Nueva MP	GEI	Superficie
<b>Carbón</b>	Base	1420	1310	160	610	610	90	1001	0.3
	CCGI	1217	1123	137	523	523	77	737	0.3
	CCGI-CCS	1217	1123	137	523	523	77	192	0.3
<b>Petróleo Diésel</b>	CA	600	90	60	300	20	50	779	0.01
<b>GNL</b>	TG-CA	200	10	20	200	10	20	524	0.01
	CCGT	133	7	13	133	7	13	436	0.01
	CCGT-CCS	160	8	16	160	8	16	155	0.01

Fuente: (Fundación Chile et al., 2013)

Por sobre estos impactos base, cada tecnología puede aplicar medidas de abatimiento que permitan reducir los impactos. Con estos sistemas de abatimiento se pueden alcanzar los niveles exigibles en la norma de emisión para termoeléctricas (Ministerio del Medio Ambiente, 2011)

**Tabla 6-4: Valores de la norma termoeléctrica [mg/Nm3]**

Combustible	Fuentes Existentes			Fuentes Nuevas		
	MP	SO2	NOx	MP	SO2	NOx
<b>Sólido</b>	50	400	500	30	200	200
<b>Líquido</b>	30	30	200	30	10	120
<b>Gas</b>	n.a.	n.a.	50	n.a.	n.a.	50

Combustible	Mercurio (Hg)
<b>Carbón y/o petcoke</b>	0.1

Fuente: (Ministerio del Medio Ambiente, 2011)

Las tablas presentadas a continuación no consideran las diferentes alternativas de mitigación, y buscan ilustrar sobre los impactos asociados a las plantas termoeléctricas en las diferentes etapas de su vida útil.

**Tabla 6-5: Nivel de impactos potenciales por etapa para las centrales a carbón**

Impacto/Etapa	Construcción	Extracción	Transporte	Operación	Fase de Cierre
<b>Daños ocupacionales</b>	++	+++	+	+	+
<b>Daños a la Salud</b>	+	++	+	+++	+
<b>Impacto en Cambio Climático</b>	+	+	+	+++	.
<b>Daño Ecosistemas</b>	+	++	+	++	+
<b>Daño al Patrimonio Cultural</b>	+++	++	+	++	+
<b>Extracción Recursos Naturales</b>	++	+++	+	+	.
<b>Uso de Agua</b>	+	++	.	+++	+
<b>Generación de Residuos</b>	++	++	+	+++	++
<b>Ruido</b>	++	++	+	++	++

. : Prácticamente Nulo

+ : Impacto Leve

++ : Impacto Alto

+++ : La mayor parte de este impacto se produce en esta etapa

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 6-6: Nivel de impactos potenciales por etapa para las centrales a petróleo**

Impacto/Etapa	Construcción	Extracción	Transporte	Operación	Fase de Cierre
<b>Daños ocupacionales</b>	++	++	++	+	+
<b>Daños a la Salud</b>	+	++	+	++	+
<b>Impacto en Cambio Climático</b>	+	++	+	++	.
<b>Daño Ecosistemas</b>	+	++	+	++	+
<b>Daño al Patrimonio Cultural</b>	++	+	+	++	+
<b>Extracción Recursos Naturales</b>	++	+++	+	+	+
<b>Uso de Agua</b>	+	++	.	++	+
<b>Generación de Residuos</b>	+++	++	+	++	++
<b>Ruido</b>	+	+	.	+	+

. : Prácticamente Nulo

+ : Impacto Leve

++ : Impacto Alto

+++ : La mayor parte de este impacto se produce en esta etapa

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 6-7: Nivel de impactos potenciales por etapa para las centrales a gas natural**

Impacto/Etapa	Construcción	Extracción	Transporte	Operación	Fase de Cierre
<b>Daños ocupacionales</b>	++	++	+	+	+
<b>Daños a la Salud</b>	+	++	+	++	+
<b>Impacto en Cambio Climático</b>	+	++	++	++	
<b>Daño Ecosistemas</b>	+	++	+	++	+
<b>Daño al Patrimonio Cultural</b>	+++	++	+	++	+
<b>Extracción Recursos Naturales</b>	++	+++	+	+	+
<b>Uso de Agua</b>	+	++	.	++	+
<b>Generación de Residuos</b>	+++	++	+	+	++
<b>Ruido</b>	++	+	.	+	++

. : Prácticamente Nulo

+ : Impacto Leve

++ : Impacto Alto

+++ : La mayor parte de este impacto se produce en esta etapa

Fuente: Elaboración propia

La termoelectricidad tiene una historia difícil en términos ambientales, lo que se ve reflejado en daños globales significativos (resultado de las emisiones de GEI) y más importante aún, impactos locales de gran magnitud en comunas específicas del país. Es por esto que cualquier política energética a desarrollar, no puede dejar de lado el reconocimiento de los pasivos ambientales que el sector termoeléctrico ha producido en comunidades específicas, lo que no ha traído beneficios en el pasado. Esta distribución desigual de costos y beneficios, ha generado una desconfianza en la Termoelectricidad, que no podrá ser superada sin un cambio en el modo de hacer los proyectos, donde no solo se minimicen los impactos, sino que también se generen beneficios directos para las comunidades afectadas por estos proyectos (mayores antecedentes se entregan en la sección 9.1).

Componentes de la política transversal para todos los escenarios:

- ✓ Reconocimiento de historia de impactos ambientales y sociales de la termoelectricidad
- ✓ Desigual distribución de costos ambientales y beneficios, buscar formas de generar beneficios para las comunidades locales
- ✓ Existe desconfianza en nuevos proyectos termoeléctricos, independiente de mejores tecnologías de abatimiento.

16

<sup>16</sup> A lo largo del presente documento se presentan cuadros con “Componentes de la política”. Estos funcionan como cuadros resúmenes que rescatan los principales aspectos que debieran ser considerarse en el desarrollo de la política energética.

## 6.2 Expectativas

Existe una gran diversidad de temas en los que se espera un mayor avance en el sector termoeléctrico, el concepto que consolida estas visiones es apuntar hacia un "Desarrollo Sustentable". Si bien existe consenso sobre la aspiración de alcanzar dicha forma de desarrollo, no existe consenso respecto a las implicaciones de este, sobre todo en el contexto de la termoelectricidad fósil. Hay posiciones que plantean que la termoelectricidad no puede ser sustentable, dado que se utilizan combustibles no renovables, otras visiones son más flexibles y aceptan la posibilidad de que exista termoelectricidad sustentable, sujeta a que se mejoren las tecnologías y las regulaciones ambientales.

Esta diversidad de visiones se intentó reflejar en los escenarios de posibles Roles de la Termoelectricidad (definidos en el capítulo 5). Cada uno de los escenarios aspira a un desarrollo sustentable<sup>17</sup>, desde las diferentes concepciones de éste, sin embargo hay elementos que son transversales en lo que se espera en el futuro de la termoelectricidad.

En lo que respecta a permisos ambientales, se espera que los estándares ambientales sean crecientes, en este contexto se identifica como necesaria una modernización del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) y del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), que asegure la elaboración de Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA) de mejor calidad, para esto es fundamental la elaboración de Líneas Bases adecuadas.

En esta misma línea se hizo énfasis en la relevancia de internalizar las externalidades. Un primer paso fue la reducción de las externalidades mediante la reglamentación que apuntó a exigir niveles límites de emisión, ya sea mediante la instalación de sistemas de abatimiento o cambio de combustible. El siguiente paso que se tomó en la reforma tributaria del 2014, donde se establecieron impuestos al daño producido por las emisiones atmosféricas de CO<sub>2</sub>, MP, SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>. Esta herramienta comenzara a funcionar a partir del año 2017, permitiendo la internalización de las externalidades asociadas a daño a la salud de la población y al cambio climático, pero más importante aún, da una señal de largo plazo para los nuevos proyectos.

Esta regulación deja pendiente la adecuada distribución de estos tributos, dado que estos recursos van, como todo gravamen en Chile, a un fondo común. Si bien desde un punto de vista económico esto es más eficiente, queda pendiente establecer algún mecanismo para compensar a las comunidades afectadas por las externalidades generadas.

---

<sup>17</sup> Cuando se habla de desarrollo sustentable, se distinguen 5 formas de capital: Natural, Productivo, Humano, Social y Cultural. En la búsqueda del desarrollo sustentable se distinguen dos tipos de sustentabilidad, la débil y la fuerte. En la primera se busca preservar e incrementar el capital total, mientras que la sustentabilidad fuerte exige que todos los tipos de capital se preserven o incrementen. La afirmación se refiere a un desarrollo sustentable al menos débil e idealmente fuerte.

En términos tecnológicos, se identifica que históricamente en Chile ha habido un desfase tecnológico con el mundo desarrollado, por lo que no se han instalado las mejores tecnologías disponibles, esta brecha se ha estrechado en los últimos años en lo que respecta a abatimiento de emisiones atmosféricas de contaminantes locales. Sin embargo, la brecha permanece en otros aspectos, principalmente en lo que respecta a eficiencia, lo que conlleva brechas a nivel de emisiones de CO<sub>2</sub>, contaminantes atmosféricos locales y otros impactos.

La reducción de la brecha tecnológica en eficiencia de las centrales a carbón, es una tarea pendiente en el sector termoeléctrico nacional; en la última década se han desarrollado nuevas tecnologías de generación termoeléctricas, especialmente en lo que respecta a generación eléctrica en base a carbón, estos sistemas permiten aumentar la eficiencia de las plantas en forma significativa con respecto a centrales convencionales o sub-críticas que es lo que existe en Chile (ver Tabla 8-1), mientras que ya se están masificando a nivel internacional alternativas que permiten aumentar la eficiencia en hasta un 40% (IGCC).

**Una central más eficiente nos permite utilizar menos combustible (lo que implica menores emisiones de CO<sub>2</sub>) para generar la misma energía y en general disminuir las emisiones de contaminantes locales (ver**

Tabla 6-3). Sin embargo, otros impactos pueden aumentar su magnitud, por ejemplo, una central IGCC, pese a ser altamente eficiente en términos energéticos, tendrá mayores requerimientos de agua (Moreno, 2014). Dependiendo de cada caso, pueden existir delicados *trade-offs* que es necesario contemplar a la hora de analizar los impactos de nuevas tecnologías o normativas.

Adicionalmente, aún existe espacio para mejores sistemas de abatimiento de impactos en el uso de agua, re-suspensión de partículas, entre otros. Además hay oportunidades de colaboración con otras industrias, instalando por ejemplo, sistemas de co-generación, permitiendo un menor nivel de los impactos netos. En este contexto es fundamental la revisión continua del estado del arte tecnológico, para incentivar que los nuevos proyectos no se limiten a cumplir la legislación vigente.

Otro elemento asociado a tecnologías que se indicó es planificar el cierre de centrales obsoletas. Existen casos de centrales termoeléctricas que ya superaron su vida útil, pero que pese a esto siguen operando. Estas centrales cuentan con tecnología obsoleta y poco eficiente produciendo altas externalidades a su entorno, para que el sector termoeléctrico recupere la confianza de las comunidades, las plantas deberán incrementar sus eficiencias y no seguir operando centrales más allá de su vida útil a pesar de los mantenimientos y ajustes realizados. La obsolescencia de las plantas se debe basar en el cumplimiento de los estándares exigidos.

En términos de normativa ambiental, si bien se han realizado avances importantes en los últimos años, estos se han centrado casi únicamente en contaminación atmosférica, dejando pendientes otros tipos de impactos. En la Tabla 6-8, se puede apreciar que tipos de impactos cuentan con una regulación ambiental en Chile.

**Tabla 6-8: Diagnostico regulatorio a las centrales termoeléctricas según impacto y etapa**

Impacto/Etapa	Construcción	Extracción	Transporte	Operación	Fase de Cierre
<b>Daños a la Salud</b>	+-	+-	+-	2017	+-
<b>Cambio Climático</b>	No	No	No	2017	No
<b>Daño a Ecosistemas</b>	+-	+-	No	+-	+-
<b>Daño al Patrimonio Cultural</b>	+-	+-	No	+-	+-
<b>Extracción de Recursos Naturales</b>	No	No	No	No	No
<b>Uso de Agua</b>	+-	+-	+-	+-	+-
<b>Generación de Residuos</b>	Si	Si	No	Si	Si
<b>Ruido</b>	Si	Si	Si	Si	Si

Si: Hay una Regulación específica

+-: Se Controla de manera indirecta. Ej.: SEIA

No: Aún sin avances

2017: Impuesto a las Emisiones

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la Tabla 6-8, existen impactos que no cuentan con regulaciones ambientales específicas, sin embargo esto no implica siempre que sea necesaria una norma. Se debe dar prioridad a una regulación ambiental nueva según la gravedad del impacto que se está produciendo actualmente. Es importante considerar que las normas pueden tener efectos positivos o negativos en otros impactos, por ejemplo, normas respecto al enfriamiento de agua puede tener impactos negativos en la eficiencia de la central, implicando una mayor emisión atmosférica por unidad de energía. También existen casos de co-beneficios, donde la norma de un contaminante puede traducirse en la reducción de otro contaminante no directamente normado.

En la Tabla 6-9, se puede apreciar un diagnóstico de las principales brechas regulatorias ambientales, que da cuenta de que tan prioritario es generar una normativa específica para ese tipo de impacto en esa etapa.

**Tabla 6-9: Diagnóstico de las brechas regulatorias ambientales**

Impacto/Etapa	Construcción	Extracción	Transporte	Operación	Fase de Cierre
<b>Daños a la Salud de la Población</b>	X	XX		X	X
<b>Cambio Climático</b>	X	XX	X	X	X
<b>Daño Ecosistemas</b>	XXX	XX		X	X
<b>Daño al Patrimonio Cultural</b>	XXX	XX		X	X
<b>Extracción de los Recursos Naturales</b>		X			
<b>Uso de Agua</b>	X	XX		XXX	
<b>Generación de Residuos</b>	X	X		X	X
<b>Ruido</b>	X	X		X	X

- : Diagnóstico positivo
- X : Existencia de brecha menor
- XX : Existencia de brecha mayor
- XXX : Brecha de relevancia urgente

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver, donde resulta más crítico generar avances en la etapa de construcción, es en lo que refiere al daño a ecosistemas y al patrimonio cultural. Esto se debe en gran parte a que no existen líneas bases adecuadas; en las jornadas de trabajo varios actores abogaron por que esto se debiera abordar por medio de una mejora del SEIA, y la investigación para generar líneas bases comunes y validadas por el Estado.

La otra gran brecha pendiente, es lo que se refiere al uso de agua en la etapa de operación. Las centrales termoeléctricas suelen requerir grandes cantidades de agua, principalmente para utilizarla en los sistemas de enfriamiento; esta agua suele provenir del mar. Este uso de agua, no cuenta con una regulación directa y tiene importantes impactos en los ecosistemas acuáticos, tanto en la fase de extracción, como en la descarga, por esto resulta fundamental avanzar para generar una normativa específica sobre el uso de agua por parte de centrales termoeléctricas.

Componentes de la política transversales para todos los escenarios:

- ✓ Avanzar hacia un desarrollo energético más sustentable.
- ✓ Estándares ambientales crecientes
- ✓ Modernización del SEIA
- ✓ Fomento de mecanismos de internalización de externalidades
- ✓ Fomento a mejores tecnologías y cierre de centrales obsoletas

## Escenario Energía de Base

Si bien los elementos planteados anteriormente, son transversales a todos los escenarios, los énfasis difieren. Si se quiere mantener a la termoelectricidad como la generación de base del sistema eléctrico nacional, es necesario generar una reforma importante a la normativa ambiental.

En este nuevo escenario se debe promover la instalación de tecnologías, que representen el estado del arte internacional, además de que se seleccionen los lugares de instalación por medio de la implementación de planes de ordenamiento territorial. Todo esto en la búsqueda de la minimización de las externalidades.

Adicionalmente se debe iniciar un programa de cierre de centrales obsoletas, para ser renovadas por centrales de última generación. Esto permitirá generar más energía, generando menos impactos, lo que aumentará la confianza por parte de la ciudadanía en las nuevas tecnologías.

**Varios actores identificaron la necesidad de implementar un sistema de compensación eficiente y regulado, esto es especialmente relevante si se va a seguir creciendo en base a termoelectricidad, especialmente si esto implica carbón (ver algunos de los impactos en la**

Tabla 6-3). Dado a que sin importar, que se instalen las mejores centrales posibles, la comunidad siempre recibe algún nivel de costo y preferirá que el proyecto no se realice. La historia ha mostrado que los beneficios asociados a tener un proyecto termoeléctrico cerca, suelen ser mínimos. Por ello se debe avanzar en el diseño de un mecanismo de compensación a la comunidad, en específico se recomienda establecer un plan de impulso comunal, el cual sea financiado por medio de una tasa fija anual a beneficio del municipio, quien estaría a cargo de implementar el plan, esto generaría mejoras directas en las comunidades afectadas por proyectos termoeléctricos, lo que aumentaría la aceptabilidad de estos.

### Componentes de la política para Escenario Energía de Base:

- ✓ Establecimiento de un plan de cierre de centrales obsoletas en términos ambientales
- ✓ Generación de estándares respecto a los impactos de las centrales, que respondan al estado del arte internacional
- ✓ Diseño de sistema de compensaciones a las comunidades impactadas por la termoelectricidad

### **Escenario Respaldo de ERNC**

Dado que en este escenario la instalación de nuevas centrales termoeléctricas es bajo y se centra en tecnologías de menor impacto relativo, como lo serían las centrales de Ciclo Combinado a Gas Natural. El énfasis está en el cumplimiento de los estándares actuales y en la implementación del plan de cierre de las centrales obsoletas.

Dado que aún no se ven completamente los efectos de la norma de emisiones para termoeléctricas, en este escenario es prioritario avanzar en el cumplimiento adecuado de estos estándares, por medio de una fiscalización efectiva de la Superintendencia del Medio Ambiente. También es importante lograr la implementación exitosa de los planes de prevención y/o descontaminación atmosférica de las comunidades afectadas por termoeléctricas en el caso que estas zonas estén latentes o saturadas por algún contaminante.

Adicionalmente, es necesario establecer un plan de cierre para aquellas centrales que sean obsoletas en términos ambientales y/o en su capacidad de proveer un rol de respaldo a las ERNC.

Componentes de la política para Escenario Respaldo de ERNC:

- ✓ Fiscalización efectiva, que garantice el cumplimiento de la normativa ambiental vigente.
- ✓ Implementar planes de prevención y/o descontaminación atmosférica en zonas que estén latentes o saturadas por algún contaminante y garantizar su cumplimiento
- ✓ Establecer un plan de cierre de centrales obsoletas en términos ambientales y/o su capacidad de proveer un respaldo a las ERNC

### **Escenario Transición a 0% Termoelectricidad**

En este escenario la instalación de nuevas centrales termoeléctricas es baja, pero habría una potencial conversión de centrales termoeléctricas fósiles a biocombustibles, dado a que si no se genera una irrupción tecnológica de las tecnologías de almacenamiento, será necesario contar con tecnologías que entreguen potencia firme y respaldo en reemplazo a la termoelectricidad tradicional.

En este caso el énfasis estará en el cumplimiento de los estándares ambientales actuales, generar guías para promover una conversión a biocombustibles, que mantenga o mejore la calidad ambiental en relación a la situación base.

Al igual que en el escenario anterior, es prioritario avanzar en el cumplimiento adecuado de estos estándares y la implementación exitosa de los planes de prevención y/o descontaminación atmosférica de las comunidades en zonas latentes o saturadas por algún contaminantes y que sean afectadas por termoeléctricas. Para esto se debe contar con una fiscalización efectiva por parte de la Superintendencia del Medio Ambiente.

Por último habrá que establecer un plan de cierre o reconversión para todas las centrales termoeléctricas, partiendo por aquellas que sean obsoletas en términos ambientales y/o en su capacidad de proveer un rol de respaldo a las ERNC.

Componentes de la política para Escenario Transición a 0% Termoelectricidad :

- ✓ Establecer un plan de cierre o conversión de todas las centrales termoeléctricas, partiendo por aquellas obsoletas en términos ambientales y/o su capacidad de proveer un respaldo a las ERNC
- ✓ Generar guías para la adecuada conversión de las centrales, procurando mantener o mejorar la calidad ambiental
- ✓ Fiscalización efectiva, que garantice el cumplimiento de la normativa ambiental vigente
- ✓ Implementar planes de prevención y/o descontaminación en zonas latentes o saturadas por algún contaminante y garantizar su cumplimiento

## 7. Temáticas Regulatorias

Durante el desarrollo de las jornadas de trabajo se levantaron múltiples temas que fueron agrupados como de temática regulatoria. Existe un amplio consenso en que tanto la industria como la sociedad, requieren de un marco jurídico que entregue certezas regulatorias, disminuyendo la incertidumbre y minimizando los impactos negativos en la sociedad y el medio ambiente.

Del análisis de lo desarrollado en las mesas de trabajo se identificaron 5 temáticas fuertes asociadas a los temas regulatorios: la definición del rol del Estado, la actualización del Servicio de Evaluación Ambiental y del SEIA, la gestión eficiente del territorio, el establecimiento de estándares ambientales y sociales apropiados a las necesidades de los grupos de interés, y la necesidad de adaptar el mercado eléctrico a los nuevos desafíos.

### 7.1 Rol de Estado

Desde la reestructuración del mercado eléctrico a partir de la Ley General de Servicios Eléctricos (Ministerio de Minería, 1982), se privatizó el sector apuntando hacia una mayor eficiencia económica del sistema eléctrico a partir de criterios privados. El Estado sólo se reservó funciones de fiscalización general, regulación de las actividades monopólicas (transmisión y distribución), y de planificación indicativa de obras, siendo neutral política, tecnológica y económicamente (CCTP, 2011). Recién con la promulgación de la Leyes Cortas I y II y la Ley de ERNC, el Estado ha participado regulando el sistema de transmisión, facilitado el proceso de licitaciones y apoyando la instalación de tecnologías renovables no convencionales.

A juicio de gran parte de los asistentes a las jornadas de trabajo, una participación activa del Estado podría entregar mayor certeza regulatoria y destrabar las inversiones necesarias. Esta idea va de la mano con el panorama internacional, donde especialmente en la OECD, los Estados han vuelto a participar influyendo sobre los mercados eléctricos, típicamente promoviendo la instalación de fuentes de electricidad bajas en carbón. “Las decisiones para comprometer capital en el sector energía están cada vez más guiadas por los incentivos y medidas políticas de los gobiernos, en lugar de señales provenientes de mercado competitivos” (IEA, 2014). Esto no significa que se requiera una planificación centralizada de todas las inversiones en generación eléctrica, sino más bien que el Estado entregue garantías para el desarrollo adecuado de acuerdo a las guías que el mismo Estado entregue a los participantes del mercado, el mismo documento reconoce que “la participación del sector privado es esencial para satisfacer completamente las necesidades de inversión en energía, pero movilizar a los inversores privados y el capital requiere un esfuerzo concertado para reducir las incertidumbres políticas y regulatorias” (IEA, 2014).

En Chile el Estado ha ido progresivamente tomando un rol más activo en el mercado eléctrico, la ley de ERNC (Ministerio de Economía, 2008) da cuenta de esto. Asimismo esfuerzos como la presente iniciativa, que apuntan construir una política energética de largo plazo la cual orientará las decisiones privadas en función de los objetivos trazados (Ministerio de Energía, 2014).

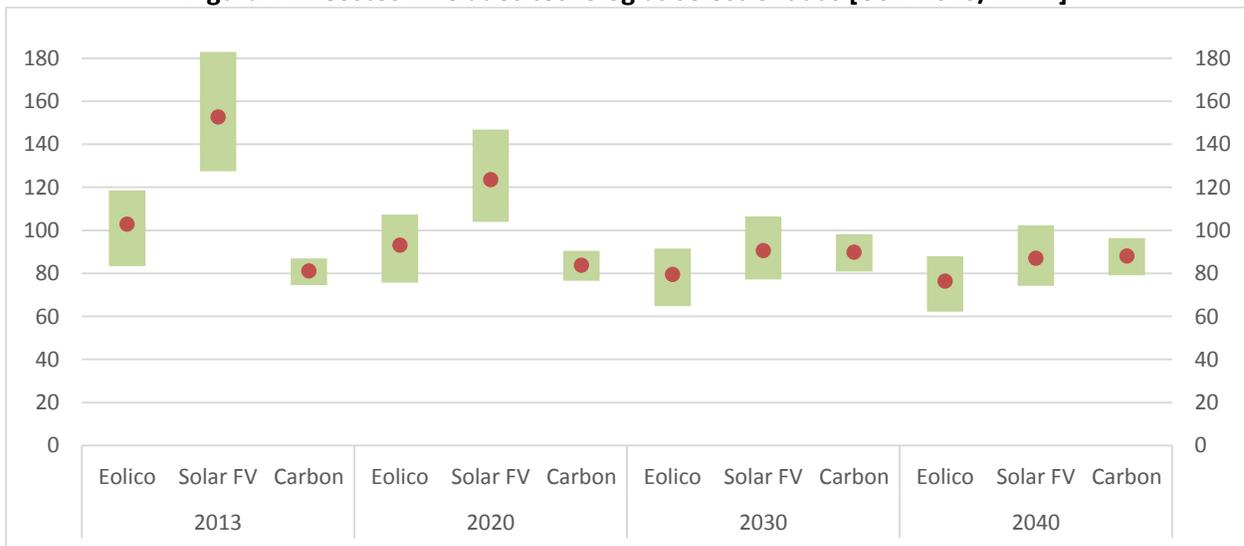
En este sentido es relevante destacar que producto de las dimensiones temporales del sector energía, las decisiones que se tomen ahora tendrán efecto durante un largo período de tiempo. Por esta razón la generación de la política debe ser desde una visión de Estado que trascienda a la idea de gobierno, siendo relevante incluir las visiones y realidades de los diferentes actores de la sociedad. Las acciones en que se traduzca el nuevo rol de Estado dependerán directamente de las decisiones políticas que se tomen sobre el futuro del sector eléctrico en Chile, y para rescatar los matices es necesario un análisis por escenario.

**Escenario Energía de Base**

En este escenario el rol de Estado es menos preponderante, manteniendo una posición neutral tecnológica y económica, pues se espera que a grueso modo se mantengan condiciones similares que facilitan la instalación de centrales termoeléctricas por motivos técnicos y económicos.

En la Figura 7-1 se observan los costos nivelados para determinadas tecnologías, este tiene el fin de ilustrar como al menos hasta el 2030 bajo los supuestos utilizados en MAPS Fase II<sup>18</sup> se espera que en términos privados los costos de la generación termoeléctrica a carbón sea más competitiva. Existen otras tecnologías con menores costos, pero con potenciales menores como las geotérmica con un potencial total estimado de 16 GW y la hidroeléctrica con un potencial de 15 GW, en comparación entre la solar y la eólica se estima potencial de 120 GW (Asociación Chilena de Energías Renovables (Acera), 2013; Ministerio de Energía, 2011b; Universidad de Chile & Universidad Técnica Federico Santa María, 2008).

**Figura 7-1: Costos nivelados tecnologías seleccionadas [USD-2013/MWh]**



Fuente: Elaboración propia en base a (Centro UC Cambio Global, 2014)

<sup>18</sup> No se consideran los impuestos verdes a las emisiones de contaminantes locales y CO2, por lo que se podría esperar que las tecnologías ENRC alcancen antes los niveles de costos privados de la energía proveniente del Carbón.

El principal aporte del Estado será entregar definiciones que respalden la energía termoeléctrica, pero exigiendo estándares ambientales y sociales. En este sentido el rol apunta a dar certezas jurídicas estableciendo los estándares y objetivos, y dando tiempo para que el mercado se adapte a las nuevas exigencias. Frente a la desconfianza en el sistema de evaluación, que ha derivado en la judicialización de múltiples proyectos con RCA aprobados, una medida a nivel estatal para disminuir la incertidumbre sería dar un apoyo firme a la institucionalidad ambiental, aunque primero deba modernizarla (ver sección 7.2).

Componentes de la política para Escenario Energía de Base:

- ✓ Respaldo a aquellos proyectos termoeléctricos que, al menos, cumplan con los estándares vigentes.
- ✓ Respaldo a la institucionalidad ambiental
- ✓ Entrega de certeza jurídica tanto a inversores como a la sociedad
- ✓ Estándares definidos con tiempos de adaptación

### Escenario Respaldo de ERNC

En el escenario de respaldo de ERNC el Estado debiera dejar su posición neutral tecnológica y dar preferencias a aquellas tecnologías termoeléctricas que permitan respaldar la intermitencia de algunas de las tecnologías renovables.

Se espera que apoye principalmente a las tecnologías en base a gas, en este sentido la Agenda de Energía ha dado los primeros pasos al levantar como un tema central la participación del GNL en la matriz energética nacional. Si bien en la agenda se plantea que el objetivo de la promoción del uso de GNL en la generación eléctrica es para desplazar el diésel, se puede aumentar el alcance de las medidas de forma que se pueda desarrollar la infraestructura necesaria para hacer de respaldo.

Las centrales que operan con GNL tendrían tiempos de partida equivalente a minutos, lo cual permitiría actuar en la regulación secundaria de frecuencia, permitiendo balancear la diferencia entre demanda y oferta manteniendo los indicadores de estabilidad del sistema eléctrico dentro de los márgenes considerados como seguros<sup>19</sup>. Si bien se plantea que los embalses también tendrían una capacidad similar, las obligaciones por los derechos de agua, así como su mayor utilidad en la regulación del balance oferta-demanda en horizontes mayores<sup>20</sup> no los hacen recomendables para esta tarea.

La Agenda de Energía plantea que en caso de ser necesario, el Estado actuará directamente a través de ENAP. En una primera instancia se considera ofrecer un contrato por 1,1 Mm3/día a

---

<sup>19</sup> Para mayores detalles respecto a los márgenes de seguridad se recomienda revisar la norma técnica de seguridad y calidad (CNE, 2014e).

<sup>20</sup> Los embalses permiten regulación en grandes horizontes de tiempo. En Chile existen embalses con capacidad de regulación interanual.

algún generador que no cuenta con un suministro asegurado de GNL. Adicionalmente se plantea que se promoverá la ampliación del terminal de Quintero a 20 Mm<sup>3</sup>/días, lo cual permitiría el funcionamiento de 2 ciclos combinado, así como un tercer terminal en el país en la zona centro sur con una capacidad de regasificación por determinarse (Ministerio de Energía, 2014).

En este escenario se plantea que es posible alcanzar un 20% de ERNC intermitente el año 2035 y un 30% para 15 años después. Suponiendo una tasa de respaldo en capacidad con proporción 7:1 (Carvalho et al., 2014), se tiene que la potencia de GNL para entregar respaldo es de 1520 MW para el año 2035 y de 2750 para el año 2050.

**Tabla 7-1: Distribución de la potencia de GN**

	2035	2050
<b>Potencia de Respaldo [MW]</b>	1520	2750
<b>Potencia de Base [MW]</b>	2027	2062

Fuente: Elaboración propia

Se tiene que el total de la electricidad generada por GNL durante el año 2013 es equivalente a la que hubiera generado una planta de 1950 MW con un factor de planta de 66%. Se aprecia entonces que la potencia destinada a base se mantiene relativamente similar durante todo el período de estudio.

Respecto a la potencia de respaldo está aumentando, y representaría una expansión de la cantidad de energía generada. Esta se calculó con un factor de planta igual a 1-factor de planta promedio de las ERNC intermitentes (30%). Utilizando esta cantidad de energía es que se estima la cantidad de gas necesario según lo planteado en la Agenda de Energía, y utilizando datos recientes del costo de expansión de Quintero se estima la inversión por aumentar la capacidad de regasificación.

**Tabla 7-2: Estimación de la inversión realizada por aumentar la capacidad de regasificación**

	2035	2050
<b>Potencia de Respaldo [MW]</b>	1520	2750
<b>Cantidad de energía [GWh]</b>	9300	16800
<b>Cantidad de Gas [Mm<sup>3</sup>]</b>	5.1	9.2
<b>Inversión por capacidad de regasificación [MUSD-2014]</b>	25.3	45.8

Fuente: Elaboración propia

Se observa que es una inversión significativa, y representa sólo una parte puesto que eventualmente podría ser necesario aumentar la capacidad instalada de centrales de GNL en el país. Por esta razón el Estado debe buscar formas estratégicas de promover la infraestructura, siendo una opción continuar con lo planteado en la Agenda de Energía, es decir, por medio de ENAP y en conjunto con los privados que puedan estar interesados.

**Componentes de la política para Escenario Respaldo de ERNC:**

- ✓ Definición en favor de tecnologías con capacidad de operar como respaldo, sujeto a que cumplan con los estándares vigentes
- ✓ Continuar con el apoyo en el desarrollo de infraestructura para el GNL, por ejemplo, mediante ENAP y con una alianza estratégica con privados involucrados
- ✓ Entrega de certeza jurídica para los inversionistas
- ✓ Estándares definidos y con tiempo para la adaptación del mercado

**Escenario Transición a 0% Termoelectricidad**

El escenario de transición a 0% de termoelectricidad requiere de un rol aún más activo del Estado en que no sólo entregue sus preferencias por determinadas tecnologías por sobre otras, sino que tome medidas concretas como una planificación centralizada de las obras de inversión para luego licitarlas, el cierre paulatino de las centrales térmicas menos eficientes y la promoción directa de centrales renovables.

Este escenario se considera una serie de otros supuestos los cuales fueron detallados en la sección 5.3. En este escenario, para reemplazar a la termoelectricidad como respaldo a las tecnologías intermitentes, es necesaria la promoción de tecnologías hidroeléctricas, de geotermia y de biomasa que funcionen de partida rápida o en su defecto como reserva en giro.

**Componentes de la política para Escenario Transición a 0% Termoelectricidad:**

- ✓ Definición en favor de tecnologías que no utilicen combustibles fósiles
- ✓ Participación activa en el mercado eléctrico propiciando el desarrollo de tecnologías renovables con la capacidad de funcionar de respaldo
- ✓ Entrega de certeza jurídica para los inversionistas privados
- ✓ Proceso de cierre de termoeléctricas en base a criterios de eficiencia y cumplimiento de estándares

## 7.2 Servicio de Evaluación Ambiental

El servicio de evaluación ambiental (SEA) es la institución que, a partir de la ley 20.417 (Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 2010) que modificó la ley 19.300 (Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 1994), está encargado de la "administración del sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA), así como la coordinación de los organismos del Estado involucrados en el mismo".

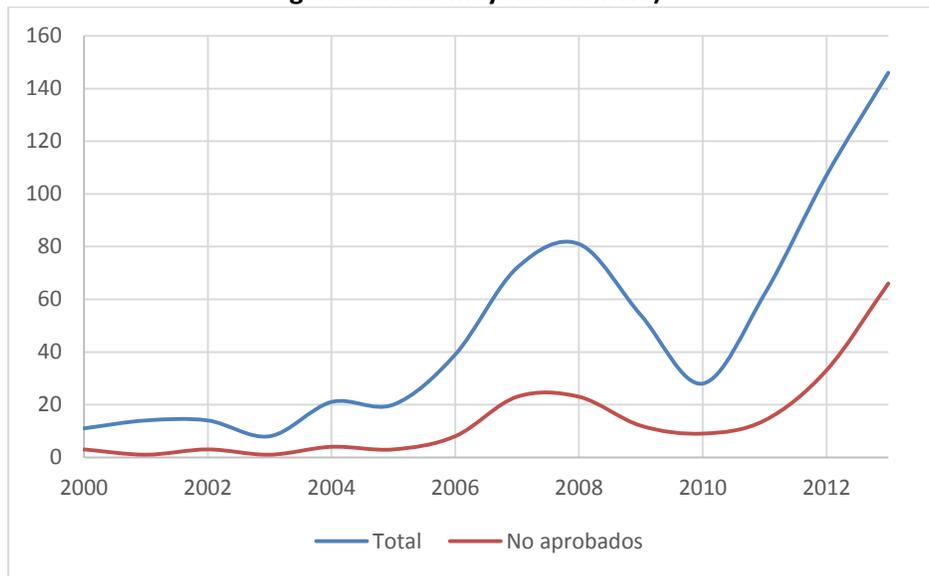
El SEIA es el principal instrumento en cuanto a gestión ambiental de proyectos de generación, determinando los impactos e importancia de ellos (CADE, 2011). Desde el año 1997 y luego de la aprobación de su reglamento comenzó a ser una instancia obligatoria para obtener los permisos de los proyectos.

Hoy en día el instrumento es mirado con desconfianza por varios sectores que cuestionan sus capacidades como filtro de aquellos proyectos que resultan nocivos para el medioambiente. Todos los proyectos del sector deben someterse al sistema ya sea por un EIA o DIA, sin embargo la aprobación de los proyectos en el sistema no son garantía para determinados sectores que han optado por vías judiciales y muestras de rechazo públicas para detener el desarrollo de proyectos que en su visión tendrían impactos negativos para el ambiente y las comunidades locales.

Si bien durante el proceso de los EIA se considera una instancia de 60 días hábiles para que la ciudadanía presente observaciones a los estudios, hay quienes plantean que la participación debiera ser aún más temprana. En este sentido la elaboración de líneas bases ambientales con mejor calidad y con participación de la ciudadanía resulta una de las principales mejoras.

Por otro lado el SEIA ha ido recibiendo progresivamente más proyectos (ver Figura 7-2), lo cual según algunos sectores causaría un sobrepaso de las capacidades del SEA, organismo que no podría dedicar un tiempo prudente al estudio de los EIA y DIA correctamente. Las empresas al no tener ningún tipo de filtro de entrada al sistema, ni ningún tipo de obligación de construcción, presentan múltiples proyectos enfrentando costos que son marginales en comparación con las posibles utilidades de la concreción de alguno de estos.

**Figura 7-2: Proyectos presentados y no aprobados en el SEIA del sector energía (Centrales generadoras mayores a 3 MW)**



Fuente: En base a datos del SEIA

Otra línea de cuestionamiento al proceso es la elaboración de los EIA y DIA, los cuales son realizados por encargo de las empresas interesadas en el proyecto, creando potenciales conflictos de interés que aumentan la desconfianza en el sistema. Una de las condiciones para recuperar las confianzas en este sistema es la imparcialidad garantizada de los estudios, para lo cual se puede recurrir a las universidades o buscar forma de financiamientos y contrapartes compartidas entre Estado, empresa, ONG, comunidades y municipios.

Componentes de la política transversales para todos los escenarios:

- ✓ Modernización del SEA: líneas bases ambientales oficiales, mayores capacidades para fiscalizar, filtro de entrada a proyectos de evaluación.
- ✓ Participación temprana de la ciudadanía, desde la elaboración de las líneas bases.
- ✓ Imparcialidad en el desarrollo de los EIA y DIA
- ✓ Incorporación de todos los impactos: emisiones al aire no consideradas y de alta toxicidad (Ej. Vanadio y Níquel), emisiones de GEI durante toda la vida útil, restitución del agua (Ej. temperatura, acidificación), métodos de succión, impactos sobre ecosistemas locales, etc
- ✓ Sistema de información con indicadores ambientales para las generadoras existentes

### 7.3 Gestión del Territorio

La problemática del ordenamiento territorial surge por la competencia de distintas actividades por un mismo recurso escaso: el suelo. Con el fin de proteger determinadas zonas de algún valor ambiental, social, científico o patrimonial especial existen distintas zonas de protección. Asimismo se hace necesario ordenar el desarrollo de las actividades humanas creándose instrumentos de planificación territorial (IPT).

Actualmente en Chile existen variadas figuras que cumplen con establecer zonas de protección, además de otras orientadas al ordenamiento territorial según las actividades. Existen con distinto nivel de escalas (comunales, regionales, interregionales), con distinto carácter (indicativo o regulatorio) y con objetivos diversos. Por lo demás dependen de distintas instituciones las cuales en variadas ocasiones no coordinan el desarrollo de los instrumentos. Este contexto ha generado incertidumbre, restando credibilidad al sistema y sin cumplir los objetivos finales de una gestión eficiente del territorio. En lo que respecta al sector eléctrico la CADE plantea:

*“En lo que respecta a localización, si el sistema de áreas protegidas cubriera efectivamente todas aquellas áreas que ameritan excluirse de actividades económicas de alta intervención en el medio, se reduciría el conflicto sector eléctrico-medio ambiente, dado que los límites estarían claros para el inversionista. Sin embargo, la alta dispersión en las atribuciones sobre las áreas protegidas, unido al bajo presupuesto asignado a dicha protección ha llevado a una situación en que en algunas zonas una alta proporción del territorio del territorio está bajo protección, mientras en otras esta protección es escasa. Como resultado, al momento de analizarse proyectos que de acuerdo a la legislación no infringirían las normas, se producen conflictos porque en realidad existen valores a preservar no explícitamente considerados (especies no evaluadas o valores turístico, entre otros) lo que es reclamado por comunidades locales y organización dedicadas a la conservación” (CADE, 2011)*

Por motivos inherentes a la problemática de la gestión del territorio, la cuestión no se puede abordar solo desde el punto de vista energético, y aún menos desde la termoelectricidad. Sin embargo, se rescatan variados temas levantados durante el desarrollo de la mesa.

En principios no se requerirían IPT nuevos, salvo alguno que haga de ordenamiento territorial para zonas rurales, pues lo más urgente es la coordinación y coherencia entre ellos. Por esta razón faltaría una entidad interministerial encargada de la supervisión de los instrumentos que permita el desarrollo sustentable que se tiene como meta. Si bien es deseable instrumentos vinculantes y claros, también se debe velar por la flexibilidad de ellos, siguiendo esta idea sería más deseable que un IPT prohibiera determinadas actividades en lugar de sólo permitir algunas, o mejor aún que se establecieran las condicionantes bajo las cuales ciertas actividades se permitieran y no fuera una simple zonificación que regule tipo “aquí sí o aquí no”.

En la actualidad existen IPT vigentes con el potencial de constituirse en componentes que ayuden, oriente o faciliten la toma de decisiones. En particular los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial (PROT) son especialmente relevantes en este sentido, sin embargo aun estando vigentes, carecen del uso y la fuerza necesaria para ser un aporte real. En ese sentido debiera haber componentes de estos PROT que fueran normativos, especialmente aquellos que acogen las líneas de desarrollo estructural de cada región.

Los participantes de las jornadas de trabajo apuntaron a que no es suficiente una zonificación del territorio, sino que el ordenamiento territorial debiera ser abordado también desde un enfoque de condiciones exigibles que deben ser satisfechas por las centrales termoeléctricas para poder instalarse en los diferentes territorios.

La gestión del territorio debe aprovechar las sinergias que tiene con la evaluación ambiental estratégica (EAE) y desarrollar ambas de forma complementarias. El desarrollo de estos nuevos procesos debiera estar acompañada por una activa participación ciudadana de forma de obtener instrumentos más robustos y validados por la sociedad.

El ordenamiento territorial es una actividad que nace desde una política de Estado, al igual que el tema energético, y luego se pueden buscar formas de combinar ambas. Respecto a esto, “resulta conveniente que el Estado promueva la realización de proyectos concretos de generación limpia y eficiente, licitando localización y tecnología” (CCTP, 2011). Esto se complementa con una de los puntos de las jornadas de trabajo, donde se consideró como fundamental la realización de un proceso multi-actor antes de la decisión de localización de las centrales, donde el Estado actúa como agente coordinador.

Otra de las ideas fuertes que se cruzan con el tema del territorio es la búsqueda de formas en que parte de los beneficios se queden en las zonas donde se tienen los impactos negativos. Para ello es necesario que las empresas paguen sus patentes en las comunas y buscar la forma de que los nuevos tributos asociados a las emisiones de contaminantes locales (u otros) generen beneficios a las comunidades afectadas por estos proyectos. Esta es la línea en que se está trabajando en el proyecto de asociatividad, tema también tratado en la Agenda de energía y en las mesas temáticas de la iniciativa Energía 2050.

Otra de las ideas que se refieren al mercado eléctrico, que se cruza con los temas territoriales y sociales, son la demanda por que las comunidades locales reciban parte de los beneficios, por medio de patentes o impuestos. En la actualidad se está desarrollando el proyecto de asociatividad planteado en la agenda de energía.

Componentes de la política transversales para todos los escenarios:

- ✓ Creación de una entidad interministerial que supervise la coherencia y coordinación de los distintos IPT y zonas de protección
- ✓ Participación temprana de la ciudadanía en el desarrollo de IPT
- ✓ Componentes de los PROT normativos. Potenciarlos como herramientas que ordenen el desarrollo estructural de las regiones.
- ✓ Búsqueda de sinergias entre EAE e IPT
- ✓ Sinergia entre Estado activo en generación e IPT: licitación de localizaciones y tecnologías. Estado como coordinador de un proceso multi-actor.
- ✓ Incorporación de los impuestos por externalidades al costo marginal considerado para el despacho y avanzar en la internalización de otras externalidades
- ✓ Beneficios directos para las comunidades afectadas por los proyectos
- ✓ Establecimiento de condicionantes para cada territorio, que permiten la posible instalación de determinados proyectos.

## 7.4 Estándares

Por estándares se refiere a aquellas prácticas, indicadores o niveles que son considerados como aceptables. El objetivo de fijar estándares es que los impactos ambientales no tengan efectos sobre la población, ambiente o patrimonio.

De acuerdo al CADE se pueden reconocer tres objetivos principales que persigue la institucionalidad ambiental chilena:

**Tabla 7-3: Objetivos de la institucionalidad ambiental chilena**

<b>Objetivo 1</b>	Proteger la salud humana
<b>Objetivo 2</b>	Reducir los GEI y contribuir a la reducción de impactos del cambio climático
<b>Objetivo 3</b>	Conservación del patrimonio ambiental y los recursos naturales

Fuente: (CADE, 2011)

Mientras que para el segundo objetivo se ha basado principalmente en políticas de eficiencia energética, de incorporación de cuotas de ERNC en la matriz de generación y recientemente la inclusión de un impuesto a las emisiones de CO<sub>2</sub> para las fuentes fijas grandes. Para los objetivos 1 y 3 se ha optado por una combinación entre ordenamiento territorial y normas que buscan regular los impactos<sup>21</sup>.

<sup>21</sup> Adicionalmente junto al impuesto al CO<sub>2</sub> se ha incorporado un impuesto asociado al daño a la salud de la población comunal producto de las emisiones de MP, SO<sub>x</sub> y NO<sub>x</sub>.

La Tabla 7-4 presenta una amplia selección de normas chilenas que cubren distintos impactos de la operación de las centrales termoeléctricas.

**Tabla 7-4: Selección de normas chilenas que regulan impactos ambientales**

Área	Normas
<b>Emisiones Atmosféricas</b>	DS N°13/2011, Ministerio del Medio Ambiente: Norma de emisiones para centrales termoeléctricas DS N°138/2005, Ministerio de Salud: Obligación de declarar emisiones DS N° 55/1994, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones: Norma emisiones a vehículos motorizados pesados DS N° 10/2013, Ministerio de Salud: Reglamento de calderas y generadores a vapor DS N° 144/1961, Ministerio de Salud: Normas para evitar emanaciones atmosféricas
<b>Residuos Líquidos</b>	DS N°90/2000, Ministerio Secretaría General de la Presidencia: Regula contaminantes asociadas a descargas de residuos líquidos en aguas marinas y continentales superficiales DS N°1/1992, Ministerio de Defensa Nacional: Reglamento para el control de contaminación acuática DL N°2222/1978, Ministerio de Defensa Nacional: Ley de navegación. Artículo 142 DFL N°340/1960, Ministerio de Hacienda: Ley sobre concesiones marítimas DS N°2/2006, Ministerio de Defensa Nacional: Reglamento sobre concesiones marítimas DFL N°725/1967, Ministerio de Salud: Código Sanitario
<b>Captación de Agua</b>	No se cuenta con norma
<b>Residuos Sólidos</b>	DS N°594 /1999, Ministerio de Salud DS N° 148/2003, Ministerio de Salud
<b>Sustancias Peligrosas</b>	DS N°78/2009, Ministerio de Salud DS N°160/2008, Ministerio de Economía
<b>Ruidos</b>	DS N°146/1997, Ministerio Secretaría General de la Presidencia DS N°38/2011, Ministerio del Medio Ambiente

Fuente: (Moreno, 2014)

Si bien la lista es extensa, y podría ampliarse más si se suman las normas de calidad primaria y secundaria del aire, faltarían bastantes impactos que también tienen impacto sobre el ambiente y la población, este diagnóstico se puede apreciar en la Tabla 6-9. En particular, la norma de emisiones de centrales termoeléctrica no incluye estándares para la emisión Vanadio y Níquel, como si lo hacen la norma de incineración y co-incineración (CCTP, 2011). La misma comisión urge al gobierno a regular los procesos de enfriamiento de las centrales termoeléctrica, las cuales tendrían un impacto importante en los medios acuáticos.

Por otro lado, además de generar estándares para los impactos que no están normados, se deben revisar los estándares vigentes de forma de tener la certeza de estar bien ajustados. Cabe destacar que varios de los límites impuestos están a la altura de otros países de la OCDE. Una buena práctica consiste en comparar los estándares nacionales con los internacionales y dar las

razones de las diferencias, de esta forma la ciudadanía puede consultar y conocer los argumentos que sustentan las diferencias.

Es importante reconocer que el contexto nacional es distinto al contexto de otros países y luego no es cuestión de copiar los estándares, sino de desarrollar los propios basados en las condiciones locales. Por ejemplo, las normas de captación de agua en EEUU están diseñadas para fuentes que captan el recurso desde ríos o lagos, mientras que en Chile la inmensa mayoría de la captación se hace desde el mar. Esto implica diferencias en las problemáticas y opciones de control de los impactos asociados a la captación y descarga.

Los cambios normativos debieran enfocarse en reducir las emisiones, mitigar los impactos y compensar los daños. Sin embargo, estos cambios deben ser instaurados con los tiempos necesarios para que el mercado alcance a adaptarse. Por lo demás se debe contar con medios para realizar una fiscalización regular del cumplimiento de los estándares.

Otra arista es el tema social; el rechazo social a la instalación de nuevas centrales termoeléctrica podría ser en parte solucionada si se idean estándares sociales validados que de cumplirse funcionen como una licencia social para la operación de la planta termoeléctrica. Estos estándares debieran incluir temas de control de los impactos en la salud de la población, en las actividades económicas de la zona, aspectos de asociatividad y de desarrollo de proyectos sociales.

**De forma de aumentar la transparencia de estos procesos, además de dar certezas a las empresas, se propone que la licencia social se base en procesos y estándares regulados. La regulación de los acuerdos sociales apunta a restaurar la confianza en los procesos administrativos. Se debieran considerar diferentes estándares y procesos para las distintas tecnologías, en el documento del desarrollo de la metodología de Escenarios Energéticos 2030 (Plataforma Escenarios Energeticos - Chile 2030, 2009) y en los documentos posteriores se presenta los resultados de una extensa revisión bibliográfica sobre los impactos de referencia según las distintas tecnológicas (ver Tabla 6-3: Impactos potenciales asociados a generación termoeléctrica).**

Componentes de la política transversales para todos los escenarios:

- ✓ Creación de estándares para impactos no normados
- ✓ Revisión y justificación de los estándares actuales
- ✓ Generación de estándares según el contexto chileno y con tiempos adecuados
- ✓ Desarrollo de una licencia social a partir del cumplimiento de un conjunto de procesos y estándares sociales regulados
- ✓ Diferenciación entre los estándares exigibles a cada tecnología

## 7.5 Mercado Eléctrico

El mercado eléctrico chileno vivió una reestructuración a partir de la Ley General de Servicios Eléctricos (Ministerio de Minería, 1982), donde se privatizó el sector apuntando hacia una mayor eficiencia económica del sistema eléctrico a partir de criterios privados. Si bien el mercado ha tenido algunas modificaciones, las más relevantes son las que han surgido por la promulgación de la Leyes Cortas I y II, y la Ley de ERNC. Estas han regulado el sistema de transmisión, facilitado el proceso de licitaciones y apoyado la instalación de tecnologías renovables no convencionales.

En los últimos 30 años el sector eléctrico ha enfrentado diversos problemas de suministro producto de sequías, restricciones en la transmisión y a causa de la crisis del gas. Estas crisis han dado pie a críticas al sistema de mercado imperante en Chile pues no ha logrado generar la capacidad de reserva suficiente para evitar las crisis.

*“Esta vulnerabilidad, evidencia la insustentabilidad del marco regulatorio vigente, centrado en criterios de menor costo y neutralidad tecnológica y en la cual el Estado no puede asumir un rol planificador garantizando el bien público” (CCTP, 2011).*

*“Una inquietud central en el país es por qué el mercado eléctrico, pese a estos altos precios (marcados por el diésel), no muestra aumentos en los niveles de seguridad pese a la importante capacidad de reserva en el sistema. Esto se ha hecho evidente con las restricciones de abastecimiento del 2011” (CADE, 2011).*

La generación de la capacidad de reserva necesaria se liga directamente al incentivo de la inversión, sin embargo, dependiendo de la decisión estratégica del rol que se quiera para la termoelectricidad en el futuro, los mecanismos de incentivo de inversión son diferentes.

### Escenario rol de energía base

Las inversiones en el sector eléctrico, especialmente aquellas como las termoeléctricas de alto impacto y con importantes inversiones asociadas, enfrentan una serie de incertidumbres. Existen algunas propias del mercado como los precios futuros de los combustibles o los precios futuros de venta de electricidad, otras fuentes de incertidumbre más recientes son el creciente rechazo social y la judicialización de los procesos, los cuales retrasan las inversiones e incluso paralizan determinados proyectos.

Mientras que la incertidumbre de precios de compra y venta puede disminuirse mediante la elaboración de contratos, donde se ha avanzado por medio del sistema de licitaciones, la incertidumbre asociada al rechazo social ha aumentado notablemente. La paralización y atrasos significativos de proyectos como Barrancones, Castilla y Punta Alcalde, los han estado influenciados en diferentes magnitudes por el rechazo social, y son síntomas de un problema mayor: la desconfianza social en el sistema.

En este escenario el Estado debe tomar un rol activo en respaldar la construcción de nuevos proyectos termoeléctricos de gran escala, sujeto que cumplan con todas las normativas y estándares vigentes. Asimismo es fundamental restituir la confianza de la ciudadanía por medio del diálogo, atención a las demandas y transparencia en el manejo de la información.

Entregar certezas regulatorias a los inversionistas, además de mantener la percepción de un Estado confiable, competente e inclusivo es fundamental para atraer a los inversionistas y así desarrollar la capacidad de generación que Chile necesita para mantener precios bajos. El desarrollo de licitaciones de localización y tipo de energía (ver sección 7.3) es una herramienta que de ser bien usada permitiría destrabar las inversiones además de entregar garantías a las sociedad respecto a la protección de sus intereses.

Componentes de la política para Escenario rol de energía base:

- ✓ Certezas regulatorias
- ✓ Apoyo explícito al desarrollo de nuevos proyectos termoeléctricos, sujeto a que cumplan con las normativas y estándares vigentes
- ✓ Hacer las veces de mediador entre la ciudadanía y el sector eléctrico, restituyendo la confianza el sistema, estableciendo un marco regulatorio claro y justo con las partes.

### Escenario rol de respaldo de ERNC

En este escenario la prioridad es el desarrollo de mecanismos regulados y eficientes que permitan garantizar la función de respaldo a las fuentes de energía intermitentes. En la medida que las fuentes intermitentes tienen una mayor participación en la generación de electricidad, la intermitencia, de no estar debidamente respaldadas, provocan inestabilidad en el sistema ya sea en niveles de tensión o frecuencia que pueden provocar cortes por falla.

El desarrollo de mecanismos que permitan un respaldo eficiente es fundamental para mantener la suficiencia, seguridad y calidad<sup>22</sup>. Para mantener estas cualidades en un sistema eléctrico con altos niveles de intermitencia se hace necesario contar con el respaldo de Servicios Complementarios (SS.CC.). Esencialmente los SS.CC. corresponden a reservas operacionales de potencia activas (utilizadas para la regulación de frecuencias) y reactivas (utilizadas para la regulación de tensión/voltaje). Ellos puede adquirir distintas formas tal como se puede apreciar en la Tabla 7-5.

---

<sup>22</sup> Estas tres características en conjunto determinan la confiabilidad de un sistema eléctrico (CNE, 2014e).

Tabla 7-5: SS.CC. contratados de países seleccionados

País/Región/Estado	SS.CC. Contratados
<b>Australia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulación Primaria de Frecuencia</li> <li>• Regulación Secundaria de Frecuencia</li> <li>• Control de Voltaje</li> <li>• Desconexión de Carga</li> <li>• Carga Rápida de Generadores</li> <li>• Descarga Rápida de Generadores</li> <li>• Capacidad de Partida Autónoma</li> </ul>
<b>California</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulación de Frecuencia - tiempo respuestas 30s</li> <li>• Reserva sincronizada – tiempo de respuesta 10 minutos</li> <li>• Reserva no-sincronizada – tiempo de respuesta 10 minutos</li> <li>• Reserva de reemplazo – tiempo de respuesta 60 minutos</li> <li>• Soporte de Voltaje</li> <li>• Capacidad de Partida Autónoma</li> </ul>
<b>Inglaterra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de Frecuencia</li> <li>• Control de Voltaje</li> <li>• Reserva</li> <li>• Capacidad de Partida Autónoma</li> </ul>
<b>Nórdicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulación Primaria de Frecuencia</li> <li>• Regulación Secundaria de Frecuencia</li> <li>• Control de Voltaje</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

En Chile la norma técnica y de seguridad elaborada por la CNE, define los SS.CC como “recursos técnicos presentes en las instalaciones de generación, transmisión y distribución de clientes no sometidos a regulación de precios con que deberá contar cada sistema eléctrico para la coordinación de la operación del sistema” (CNE, 2014e).

En la actualidad las disposiciones respecto a los SS.CC. se rigen según el DS 130 (Ministerio de Energía, 2011a), en los cuales se determina que los CDEC son la institución responsables de la definición, administración y operación de los SS.CC. Los recursos disponibles que consideran son la capacidad de generación de potencia activa, capacidad de generación o absorción de potencia reactiva, capacidad de partida autónoma y potencia conectada. A partir de ellos se definen las metodologías para establecer los precios de los sistemas de control primario y secundario de frecuencia, de control de tensión y de otros servicios adicionales.

Los mercados de SS.CC. existen para satisfacer la demanda por estos servicios. De no existir el reconocimiento de estos recursos técnicos ni permitir la venta de sus servicios, los oferentes no tienen incentivos para ofrecerlos. Esto pues la operación en modo respaldo es más costosa que la operación regular de una planta de generación. Para que existan estos SS.CC. es necesario que se cree un mercado de SS.CC. que sea líquido transparente y con capacidad suficiente para respaldar la alta penetración de renovables.

La existencia de DS 130/2011-Ministerio de Energía, es un avance importante en el desarrollo de los SS.CC., pero no genera un mercado real de los SS.CC., por lo que esta regulación, en su estado actual, será insuficiente en la medida que la participación de tecnologías intermitentes aumente. Además, esta regulación no considera la posibilidad del desarrollo de contratos bilaterales, que podrían ser un buen mecanismo para disminuir la incertidumbre tanto de los consumidores como de los prestadores de SS.CC. Asimismo es necesaria la consolidación del mercado descrito en el DS 130/2011.

Además de los SS.CC. para incentivar la inversión es necesaria la declaración de preferencias del Estado por tecnologías que permitan entregar estos respaldos, sujeto a que cumplan con los estándares y normas vigentes, además de entregar las certezas regulatorias a los inversionistas.

Componentes de la política para Escenario rol de respaldo de ERNC:

- ✓ Certezas Regulatorias
- ✓ Apoyo explícito al desarrollo de tecnologías de respaldo, sujeto a que cumplan con las normativas y estándares vigentes
- ✓ Consolidación del mercado de SS.CC.
- ✓ Regulación de los contratos bilaterales de SS.CC.

## Escenario Transición a 0% de Termoelectricidad

En este escenario es necesario desarrollar el mercado de SS.CC. para facilitar las inversiones en tecnologías no termoeléctricas convencionales. Si bien se deben tomar medidas para incentivar la inversión, estas no son termoeléctricas y no competen al alcance del presente informe.

Componentes de la política para Escenario Transición a 0% de Termoelectricidad:

- ✓ Certezas Regulatorias para otras fuentes de generación.
- ✓ Consolidación del mercado de SS.CC.
- ✓ Regulación de los contratos bilaterales de SS.CC.

Otro tema relacionado con los mercados eléctricos y que es transversal a todos los escenarios es la internalización de las externalidades producidas por los impactos de la operación de las centrales.

Con el reciente impuesto a las emisiones de CO<sub>2</sub>, MP, SO<sub>x</sub> y NO<sub>x</sub> a fuentes fijas de alta potencia se está haciendo un primer avance por internalizar las externalidades. Sin embargo, la actual versión de la ley establece que el impuesto “no deberá ser considerado en la determinación del costo marginal instantáneo de energía, cuando éste afecte a la unidad marginal del sistema” (Camara de Diputados, 2014), esto implica que el despacho no se realiza considerando los costos asociados por la internalización de las externalidades producidas por las emisiones de GEI y contaminantes locales, esto no sólo crea una distorsión innecesaria en el mercado, sino que

entrega incentivo perversos para que las empresas declaren costos y eficiencias de forma irregular y así cubrir los costos del impuesto. La CCTP proponía “un despacho por mérito, incorporando el costo de las externalidades al costo total que determina la prioridad del despacho” (CCTP, 2011) lo cual no estaría ocurriendo bajo la forma que tiene la reforma tributaria actual.

Al momento se están incluyendo los impactos por daño en la salud de la población comunal afectada, así como un impuesto al CO<sub>2</sub> por 5 USD/ton. Si bien las metodologías para estimar el daño y los costos asociados al impuesto al carbono han sido cuestionadas (Katz, 2014), es un primer avance hacia la internalización de las externalidades producidas por la actividad termoeléctrica, esperando avanzar hacia la inclusión de la totalidad de los impactos.

## 8. Temáticas Técnico-Económicas

Durante el desarrollo de las jornadas de trabajo se levantaron múltiples temas que fueron agrupados como de temática técnico-económica. Dentro de las actividades desarrolladas durante las jornadas, los participantes identificaron las cualidades de las termoeléctricas que son consideradas como positivas y deseables. La mayor parte de estas cualidades pueden ser entendidas como ventajas técnicas o económicas, y el desarrollo de una política energética debe tenerlas en consideración, pues tendrían impactos en la confiabilidad del sistema eléctrico.

Del análisis de lo desarrollado en las mesas de trabajo se identificaron 3 temáticas fuertes asociadas a los temas técnicos-económicos: la identificación de las cualidades calificadas como ventajas técnicas-económicas, los impactos a nivel país que pueden tener una política energética y temas que conciernen al futuro del sector.

### 8.1 Ventajas Técnicas-Económicas

Respecto a las cualidades de la termoelectricidad más destacadas en las jornadas de trabajo, fueron la alta disponibilidad y potencia firme de las centrales termoeléctricas. Si bien, la disponibilidad real de las centrales termoeléctricas está limitada por la disponibilidad de combustibles, si esto no es restrictivo, éstas tienen una altísima disponibilidad, llegando a superar el 90%.

Durante el año 2013 al ponderar los factores de planta de las plantas a carbón (indicador que da cuenta de la utilización de las capacidades de la planta) por la capacidad instalada se obtiene un promedio de 89,3%. Por su parte, las centrales a gas natural tienen menores factores de planta por su limitación de combustible y mayores precios, sin embargo su disponibilidad debiera ser cercana al 90% también. Como evidencia de esto durante el año 2013 la unidad San Isidro II de Endesa tuvo un factor de planta de 86,5%. Por su parte, si bien las unidades generadoras a diésel suelen mantener factores de planta bajo, producto de su alto costo de combustible, en teoría su factor de planta puede superar el 90%. Sin embargo, al buscar datos durante el año 2008, cuando hubo la mayor proporción de generación en base a diésel, se observa que las unidades de Nehuenco II y Taltal II tuvieron un factor de planta de 64,4% y 56,7% respectivamente.

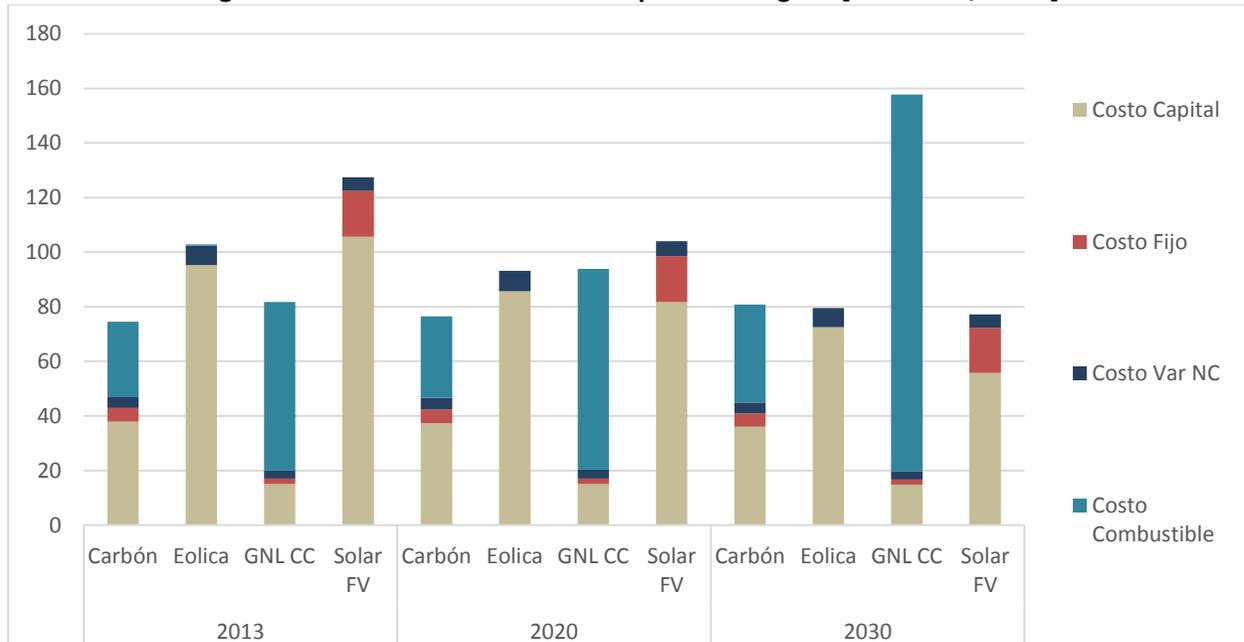
Por otro lado es apreciada la potencia firme que entregan las centrales termoeléctricas especialmente como un atributo fundamental para la confiabilidad<sup>23</sup> del sistema. A modo de ejemplo, si consideramos las centrales con potencia firme superior a 100MW (lo que representa alrededor del 70% de la potencia firme total) para el SIC en el año 2013, el 63% correspondía a centrales termoeléctricas, mientras que el restante 37% corresponde a centrales hidroeléctricas (CDEC-SIC, 2014).

---

<sup>23</sup> Cualidad que considera la suficiencia, seguridad y calidad, según la norma técnica y de seguridad.

Estos atributos han permitido que el costo de inversión por MWh tenga un valor bastante más bajo que el costo de energías renovables con menores factores de disponibilidad. Lo mismo se aplica para los costos fijos y costos de transmisión, traduciéndose en que aún con los costos de combustibles, los costos privados sean bajos comparativamente con otras alternativas como la solar o la eólica.

**Figura 8-1: Costos nivelados medios por tecnología<sup>24</sup> [USD-2013/MWh]**



Fuente: Elaboración propia en base a (Centro UC Cambio Global, 2014)

Cabe destacar que los costos presentados son estimaciones en base a supuestos desarrollados durante la fase II de MAPS. Estos solo reflejan costos privados (sin incluir los impuestos verdes establecidos después del desarrollo del estudio), y no consideran los costos sociales que tiene la operación de cada una de estas tecnologías.

Otro punto que fue destacado es la posibilidad de desarrollar proyectos de cogeneración, ya sea utilizando la energía térmica sobrante de la generación eléctrica en procesos que así lo requieran, o utilizar la energía sobrante de proceso térmicos para la generación eléctrica. En la industria forestal existen variados ejemplos de cogeneración, y asimismo desde el año 2012 ha estado inyectando energía al SING la unidad NORACID, que genera energía eléctrica aprovechando la energía sobrante de la planta de ácido sulfúrico, alcanzando una potencia neta de 17,5 MW. Experiencias como las existentes se suman a ideas para el aprovechamiento de la energía residual

<sup>24</sup> El alto costo de las tecnologías de CC de GNL al 2030 responden a la proyección del precio de combustible utilizado en MAPS-FASE II, el cual fue desarrollado por el equipo económico de la iniciativa. En este caso no se entrega dispersión dentro de cada tecnología, pero cabe recordar que puede ser bastante importante, como referencia ver la Figura 7-1.

y sinergias generales con otros procesos como la desalinización de agua (idóneo en la zona norte del país) y la calefacción distrital (idóneo en la zona sur del país).

Otra de las ventajas que se destacaron es la madurez de la tecnología que ha permitido alcanzar estándares de eficiencia bastante altos (una planta de Ciclo Combinado supera el 50% de eficiencia), además de ser tecnologías probadas en todo el mundo.

Componentes de la política transversal para todos los escenarios:

- ✓ Las termoeléctricas tiene ventajas importantes para la operación confiable del sistema eléctrico. Cuestiones técnicas de seguridad, calidad y suficiencia deben ser consideradas en cualquiera de los escenarios.
- ✓ También presentan ventajas en cuanto a los costos privados, las proyecciones apuntan a que al menos en el corto plazo esto se debiera mantener.
- ✓ La madurez tecnológica y el uso global, permite aprovechar un desarrollo constante

### **Escenario Termoelectricidad como Energía Base**

De la discusión anterior, se desprende que la termoelectricidad tiene características relevantes para garantizar la confiabilidad del sistema. Esto implica que desde un punto de vista técnico un sistema con una proporción de centrales termoeléctricas como la actual, y que cuente con capacidad de generación suficiente para satisfacer la demanda de punta y aún contar con un margen de reserva relevante<sup>25</sup>, debiera ser confiable.

Desde un punto de vista económico se espera que las tecnologías de carbón de mayor eficiencia (ver Tabla 8-1: Tipo de centrales a carbón) continúen en desarrollo, disminuyendo sus costos y volviéndose competitivas frente a las alternativas convencionales.

Componentes de la política para Escenario Termoelectricidad como Energía Base:

- ✓ Las termoeléctricas tiene ventajas importantes para la operación confiable del sistema eléctrico. Cuestiones técnicas de seguridad, calidad y suficiencia tendrían un bajo riesgo en este escenario.
- ✓ Un escenario con una participación fuerte de centrales a carbón, debiera garantizar niveles de costos estables y bajos (no necesariamente los más bajos).

---

<sup>25</sup> Típicamente se considera que la aplicación de un criterio (n-1) es un buen indicador. Esto implica que el sistema debe tener un respaldo suficiente como para garantizar la suficiencia de la oferta ante la desconexión imprevista de cualquiera de las centrales que se encuentren operando.

### Escenario Termoelectricidad como Respaldo

En este escenario, las ventajas de las tecnologías a gas natural o derivados del petróleo son especialmente relevante por su capacidad de funcionar como respaldo, entregando potencia firme y de respaldo a la matriz de generación eléctrica. El desarrollo de un mercado de SS.CC. como el discutido en la sección 7.5 es relevante para entregar incentivos para la operación de estas tecnologías como respaldo.

En la actualidad, Chile es un importador neto de combustibles, y luego es susceptible a la volatilidad de los precios internaciones de ellos. Los precios de los derivados de petróleo suelen estar controlados por la OPEP y las proyecciones de largo plazo suelen ser al alza, mientras que los precios del gas natural dependerán fuertemente del futuro del “*shale gas*”, aunque los costos de licuación, transporte y regasificación impedirán obtener precios significativamente menores a los actuales.

Componentes de la política para Escenario Termoelectricidad como Respaldo:

- ✓ Las centrales de ciclo combinado pueden técnicamente prestar servicio de respaldo a bajo costo en un escenario con alta participación de fuentes intermitentes, lo que es fundamental para mantener un sistema eléctrico que garantice seguridad, calidad y suficiencia.
- ✓ Los derivados del petróleo tenderán a cumplir un rol, como lo han hecho históricamente, pero es indeseable que lo hagan desde un punto de vista económico, dado que tenderán a aumentar los costos de la electricidad fuertemente, pese a que su participación en la matriz sea relativamente baja.

### Escenario Transición a un sistema sin Termoelectricidad

Al ir retirando las centrales termoeléctricas de la matriz, surgen una serie de desafíos técnicos para poder garantizar la confiabilidad del sistema. Esto implica que el retiro de las unidades debe realizarse paulatinamente, dando tiempo al sistema a ajustarse a las nuevas condiciones de operación. Si bien existen tecnologías renovables que pueden entregar potencia firme como la hidráulica, la geotermia y las de biomasa, se espera que se mantengan centrales termoeléctricas de respaldo. La relevancia técnica de las centrales termoeléctricas, hacen que sea deseable mantenerlas como respaldo en caso de fallas del sistema.

Componentes de la política para Escenario Transición a un sistema sin Termoelectricidad:

- ✓ Las centrales de ciclo combinado pueden técnicamente prestar servicio de respaldo a bajo costo en un escenario con alta participación de fuentes intermitentes, lo que es fundamental para mantener un sistema eléctrico que garantice seguridad, calidad y suficiencia.
- ✓ Es necesario realizar un planificación para realizar un plan de desmantelamiento o reconversión de centrales que sea paulatino, permitiendo mantener la confiabilidad del sistema y sin perjudicar las inversiones.
- ✓ Los derivados del petróleo tenderán a cumplir un rol, en una primera fase, pero luego deberán buscarse sustitutos.

## 8.2 Temas País

La relación entre el sector energía y la competitividad del país en los mercados internacionales es bastante clara para las distintas publicaciones sobre política energética:

*“Esta situación somete a Chile a una extrema vulnerabilidad energética, a lo cual se suman altos costos de la energía eléctrica y pérdida de competitividad de muchos sectores productivos”* (CCTP, 2011)

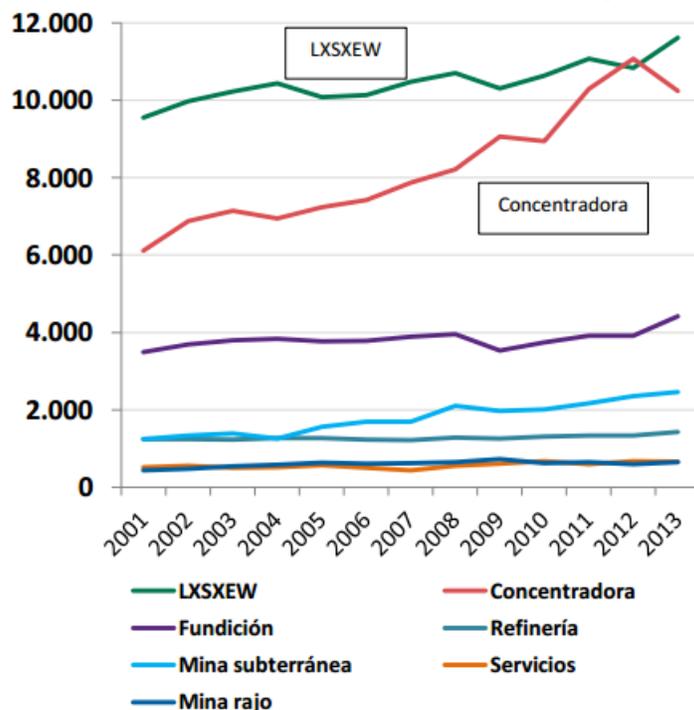
*“La industria chilena está enfrentando uno de los precios más altos de la energía eléctrica en América Latina. En el caso de la minería, el sector enfrenta el segundo precio más alto con respecto a los países mineros a nivel mundial, y el doble con respecto a competidores directos, como Perú”* (Ministerio de Energía, 2014)

*“En particular, hay preocupación pública por los altos precios de la energía, especialmente proveniente de algunos sectores productivos que se quejan de competir en condiciones de desventaja frente a otros países”* (CADE, 2011)

Chile ha desarrollado un modelo de crecimiento basado en la producción y exportación, siendo especialmente sensible al precio de la electricidad. En la Figura 8-2 se puede observar como el consumo eléctrico por tonelada de cobre ha aumentado sostenidamente durante la última década. El aumento en el nivel de consumo está acompañado por una importante diferencia en los precios de electricidad para la industria según se puede apreciar en la Figura 8-3.

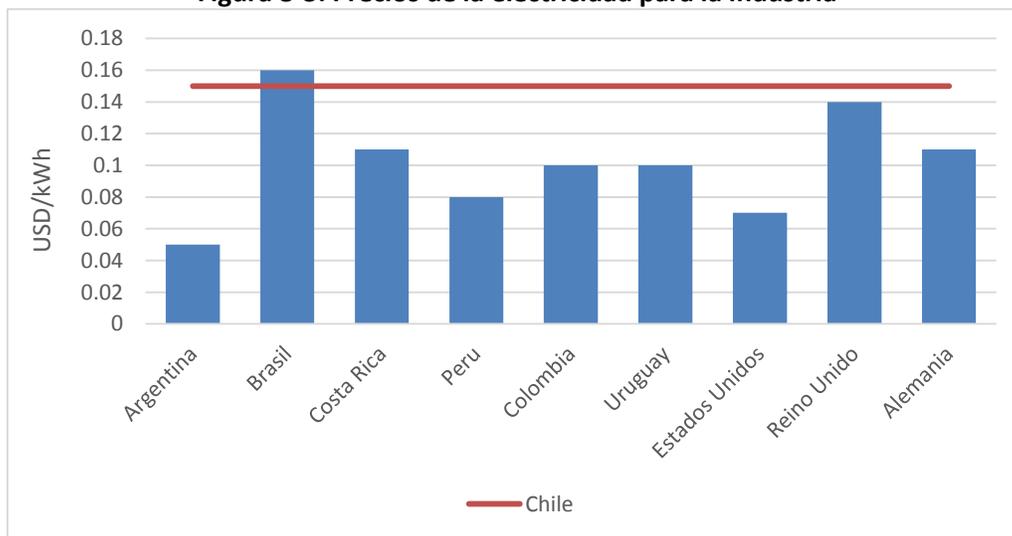
Aun cuando se logre pasar a una economía menos intensiva en el uso de recursos el proceso tomará tiempo y recursos, y en el intertanto es relevante que el país no pierda competitividad. En este sentido debe ser una prioridad a nivel país mantener precios de la electricidad a niveles que permitan la competitividad del país frente a los otros países exportadores. Esto no significa que se deban mantener precios artificiales y no incluir las externalidades dentro de los costos, sino que los desafíos van por aumentar la eficiencia de producción.

**Figura 8-2: Consumo Eléctrico por tonelada de cobre fino [MJ/Ton Cu fino]**



Fuente: (COCHILCO, 2013)<sup>26</sup>

**Figura 8-3: Precios de la electricidad para la industria**



Fuente: Elaboración propia en base a datos de (World Economic Forum, 2013)

<sup>26</sup> LX SX EW: Nomenclatura minera para los proceso de obtención de óxidos y sulfuros lixiviables: Lixiviación (LX), Extracción por solventes (SX) y electro obtención (EW).

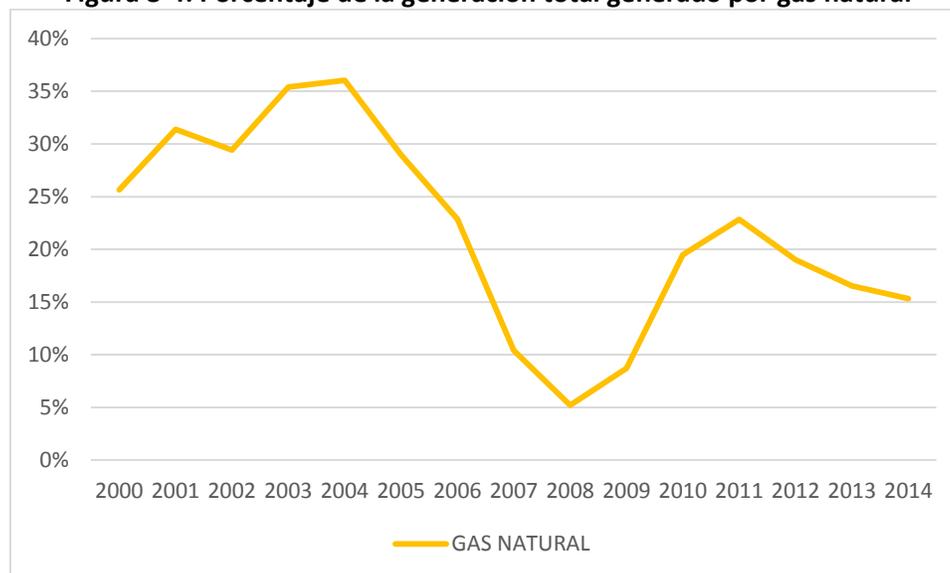
Tal como se discutió en la sección 8.1 una de las ventajas más apreciadas de las tecnologías termoeléctricas son los bajos costos privados, si bien estos debieran aumentar en la medida que se internalizan los daños producidos por los impactos de su operación, son una opción válida para mantener precios competitivos de electricidad, al menos en lo que se refiere a tecnologías en base a carbón y ciclos combinados.

Por otro lado, tecnologías alternativas que pudieran no tener impactos locales y que eventualmente pudieran tener un costo nivelado competitivo, como la solar FV o la eólica (ver Figura 8-1), pueden tener impactos negativos sobre la confiabilidad del sistema aumentando los costos sociales por necesidad de respaldo. Estas consideraciones deben ser tomadas en cuenta para la elaboración final de la política energética.

Otro tema de relevancia para los participantes de las mesas de trabajo es la seguridad del suministro. Para varios sectores la crisis del gas argentino marca un precedente respecto a los riesgos que se corren al depender del abastecimiento de energía de un actor externo, esto ha sido referido como la dependencia energética del país.

La dependencia energética tiene dos aristas la primera es la seguridad de suministro. El país aún sufre los efectos de la crisis del gas argentino, el cual significó un corte virtual del suministro para las centrales de generación, esto queda reflejado en la Figura 8-4. En este punto la diversificación de fuentes de energía primaria es una forma de enfrentar los riesgos asociados al corte de suministro por un tercero.

**Figura 8-4: Porcentaje de la generación total generado por gas natural**



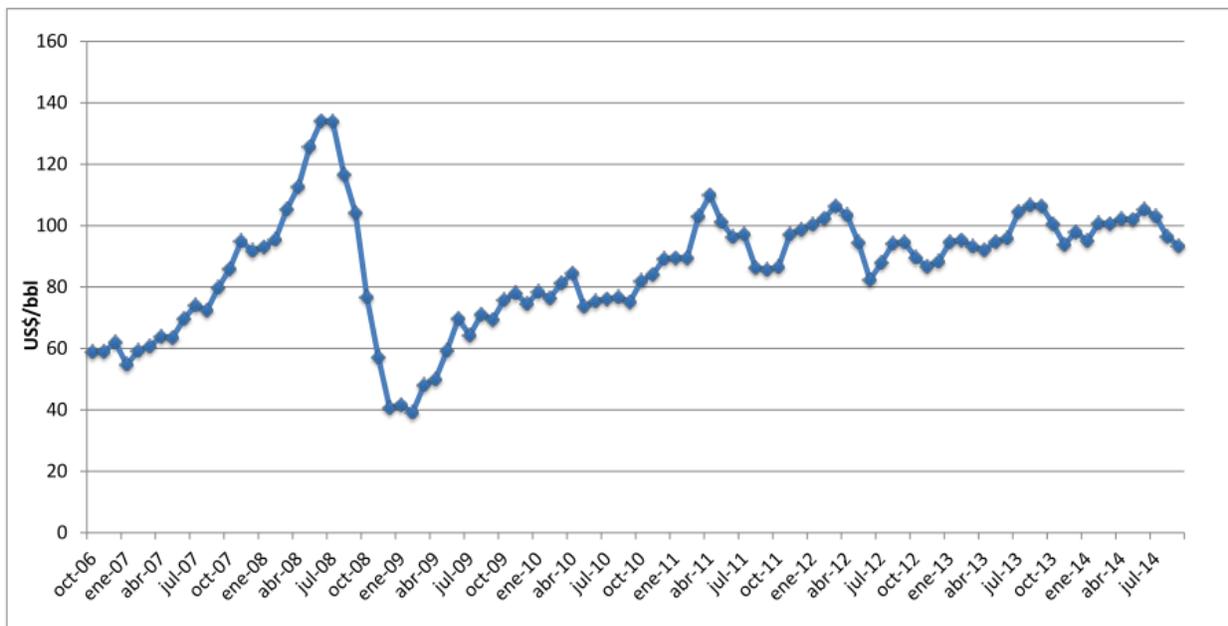
Fuente: Elaboración propia en base a datos de (CNE, 2014d)

La segunda arista guarda dependencia con la volatilidad de los precios internacionales de los combustibles. Es considerado un riesgo depender de precios de combustibles que se han demostrado especialmente volátiles en los últimos años. Si bien los combustibles han funcionado como una especie de “commodity” y existe un mercado internacional bien establecido, los precios se han mostrado volátiles como se puede apreciar en la Figura 8-5 y en la Figura 8-6.

La elaboración de proyecciones de precios internacionales de combustibles es bastante complejo, a pesar de esto la IEA dice que se espera que la oferta de petróleo (y en consecuencia el precio) dependa crecientemente de las inversiones que realice Medio Oriente, mientras que se prevé que las inversiones de países fuera de OPEP disminuyan (IEA, 2014). Esto se traduce en una importante fuente de incertidumbre para los desarrolladores de proyectos locales.

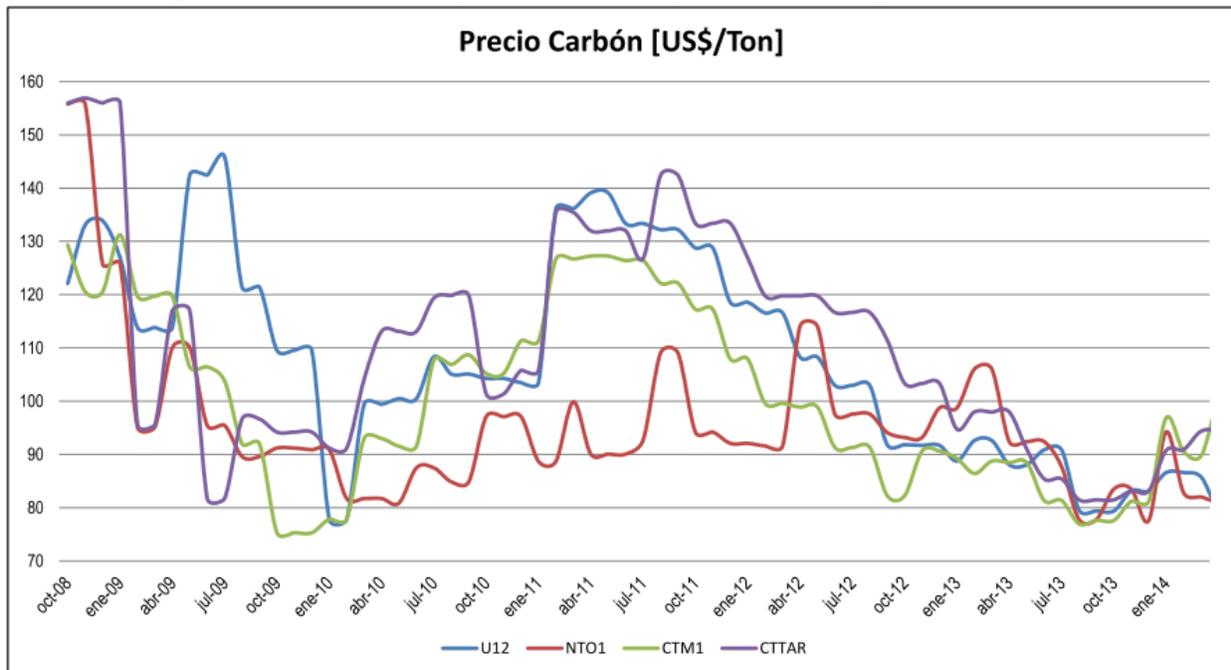
Por otra parte, a nivel global se espera un desarrollo importante de la infraestructura asociada a GNL, lo cual permitiría mejorar la seguridad del suministro del gas. Sin embargo, la IEA advierte que el precio del GNL no sería tan bajo como se esperaba, especialmente por los altos costos de transporte (IEA, 2014).

**Figura 8-5: Evolución del precio del petróleo WTI**



Fuente: (CNE, 2014b)

**Figura 8-6: Evolución del precio del carbón para centrales específicas del SING**



Fuente: (CNE, 2014c)

Otro punto es la posibilidad de interconexión energética con los países de la región. Chile está inserto en un contexto geopolítico donde los países vecinos cuentan con grandes potenciales energéticos, los cuales en la actualidad no están siendo aprovechados. Por su parte, Chile presenta una amplia demanda por recursos, ya sea de combustibles o electricidad, la cual podría ser aprovechada por sus vecinos. Chile debiera seguir avanzando en el desarrollo de políticas regionales con los países vecinos para la integración energética.

En el escenario donde la energía termoeléctrica mantiene su rol actual, la posibilidad de adquirir gas natural a un precio competitivo es atractiva, especialmente considerando la amplia capacidad de generación en base a ese energético existente en el norte del país.

En el escenario de rol como respaldo a las ERNC el GN nuevamente tiene una gran importancia, mientras que al igual que en el tercer escenario se abre la posibilidad de vender la energía renovable excedente a los países vecinos. Por ejemplo, en durante el día los niveles de radiación permitiría la generación de importantes niveles de electricidad, que de no ser demandada en el país pudiera ser vendida a los países vecinos, mientras que en la noche se podría consumir electricidad provenientes de los países vecinos. De esta forma la interconexión actuaría como una batería que permitiría regular instantáneamente el balance oferta-demanda.

Cabe destacar la necesidad de destacar que, aun cuando se pueda contar con energía de los países, varios actores declararon que es deseable evitar una dependencia excesiva con algunos de los países en particular, basados principalmente en la experiencia del gas argentino y la posterior crisis, siendo la diversificación de energía primaria una forma de lograr este objetivo.

Además existen consideraciones respecto a aspectos que escapan del ámbito energético como son temas limítrofes con los países vecinos.

Un último tema país en cuanto a termoelectricidad es el desarrollo sustentable. Si bien ciertos sectores sostienen que el desarrollo sustentable con energía termoeléctrica es imposible, otros sectores argumentan que de estar correctamente regulado se podría alcanzar estándares suficientes de sustentabilidad. En Europa se siguen instalando centrales termoeléctricas y se espera que cerca de 100GW sean instaladas en la próxima década (IEA, 2014). Más allá del rol que se decida para la termoelectricidad, los participantes consideran que se debe mantener el desarrollo sustentable como un pilar en todas sus dimensiones: social, ambiental y económico.

Internacionalmente el tema sustentabilidad es cada vez más importante, y el mismo rechazo social de proyectos en el país se asocian a una percepción negativa de las características sustentables de ellos. La política energética debe considerar el desarrollo sustentable como uno de sus pilares. A priori, no es posible calificar ninguno de los escenarios como no sustentable o sustentable, sino que dependen del conjunto de políticas y acciones que se tomen en cada uno de ellos.

Componentes de la política transversal para todos los escenarios:

- ✓ La competitividad del país es crecientemente sensible a los precios de la electricidad. Las centrales termoeléctricas pueden contribuir a mantener precios sustentables.
- ✓ Al ser un país dependiente energéticamente, Chile está sujeto a riesgos de corte de suministro y volatilidad de los precios.
- ✓ La diversificación de fuentes de energía es una herramienta para disminuir los riesgos
- ✓ La interconexión energética con los países de la región es una alternativa que significa múltiples posibilidades para el sector. Es especialmente importante en la región norte del país. Sin embargo, se trata de un esfuerzo donde se debe considerar aspectos geopolíticos.
- ✓ El desarrollo sustentable debe ser un eje de la política energética, y la termoelectricidad puede jugar un rol.

### 8.3 Futuro del Sector Termoeléctrico

El futuro del sector termoeléctrico dependerá en gran medida de las definiciones políticas que se tomen en el corto plazo. Bajo las condiciones actuales las centrales termoeléctricas han funcionado como una fuente de energía que ha permitido mantener al sistema, aunque con márgenes cortos de seguridad lo que se ha traducido en altos costos. En este sentido no se puede desconocer que han jugado un rol clave en el desarrollo del país. Por otro lado, tampoco se puede negar el hecho de que han tenido impactos ambientales y sociales, que han dado pie<sup>27</sup> a un descontento social que se ha traducido en una serie de demandas por cambios en el sector.

Se espera que continúen los avances en materia de avances tecnológicos. Basta una simple revisión visual comparando una central termoeléctrica en países como Alemania con Chile para notar que aún existe espacio para mejoras. Estas mejoras irían enfocadas en el control de los impactos de las centrales y deben realizarse los estudios respecto a la pertinencia de incluirlas dentro de los estándares chilenos.

Mientras en Chile las centrales de carbón son tipo convencionales o subcríticas, en el mundo se están instalando del tipo supercrítico con una eficiencia bastante superior (revisar Tabla 8-1). Por lo demás, las tecnologías más avanzadas son las de gasificación integrada con ciclo combinado (IGCC) y las ultra supercrítico, estas tecnologías se encuentran tienen una madurez baja y existen en pocos países a mediana escala (mayor 200MW), como China, Alemania, España, Italia, Suecia, Holanda, Japón y EEUU. Por lo general, una mayor eficiencia se traduce en menores impactos por unidad de energía, así como menores costos de operación, el *trade-off* se produce en los costos de inversión, mantención y en la utilización del agua (consumen mayor volúmenes para el enfriamiento).

**Tabla 8-1: Tipo de centrales a carbón**

Combustible	Tipo Central	Eficiencia
Carbón	Convencional	30-33%
	Subcrítica	35-38%
	Supercrítica	40-42%
	Ultrasupercrítica	44-48%
	IGCC	43-44%

Fuente: (Moreno, 2014)

El futuro del sector se va a estructurar según las políticas que se diseñen: por un lado es necesario destrabar la inversión, pero por otro se debe revisar el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Mientras se buscan precios razonables, también se deben desarrollar nuevos estándares que permitan minimizar los impactos sobre la sociedad y el medioambiente. Al mismo

<sup>27</sup> Junto a otros factores como la falta de participación, desconfianza en el sistema y falta de conocimientos en materias energéticas y ambientales.

tiempo se debe buscar la forma de respaldar la creciente entrada de ERNC intermitente, para mantener la confiabilidad del sistema.

Componentes de la política transversal para todos los escenarios:

- ✓ Se deben evaluar la pertinencia de incluir avances tecnológicos internacionales en los estándares nuevos.
- ✓ El futuro del sector termoeléctrico depende en gran medida de la decisión política que se tome. Esta decisión debe velar por el bien público, considerando los distintos y *trade-offs* existentes.

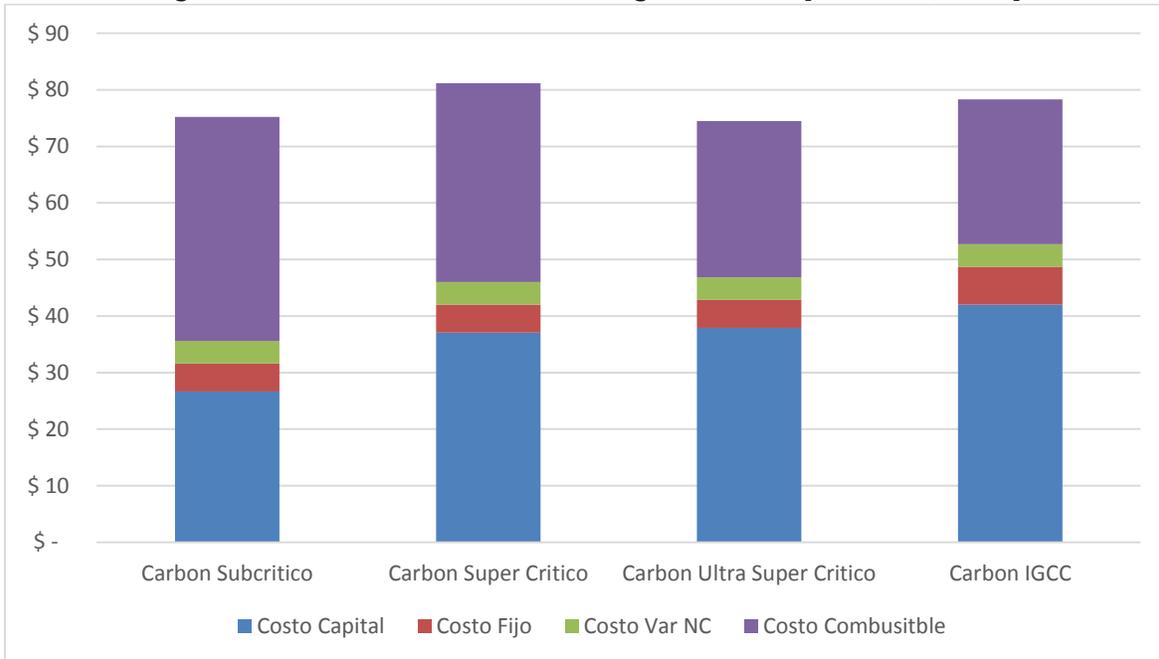
### **Escenario Termoelectricidad como Energía Base**

Un escenario en el cual la termoelectricidad mantenga su protagonismo actual no es viable sino se avanza hacia el estado del arte tecnológico, especialmente en lo que refiere a centrales a carbón. Esto conlleva inversiones mayores, pero con reducciones en los costos de operación, el principal componente de los costos nivelados de las centrales termoeléctricas.

Como se puede ver en la Figura 8-7, los costos nivelados son similares, pero en lo que respecta al costo de capital es hasta un 50% superior para las centrales IGCC. Adicionalmente se debe considerar el hecho de ser una tecnología nueva, lo cual implica un mayor riesgo, acentuando la diferencia aún más. Por otra parte, dado que hoy dentro de los principales desafíos que enfrentan las centrales a carbón es su puesta en operación es a la oposición de la ciudadanía, los inversionistas prefieren mayores costos de operación (que se recuperan totalmente en los contratos y en el mercado spot), que una inversión más alta, donde el riesgo lo corren principalmente ellos.

Por estas razones sería necesaria una señal del Estado para que en Chile se implementen centrales de última generación. La CCTP argumenta que el Estado no puede permanecer en su posición de neutralidad tecnológica, sino que debiera favorecer aquellas tecnologías que prueben ser mejores. Los mecanismos para estos son variados y pueden ir desde manifestación del interés a licitaciones de territorios para determinadas tecnologías. Cabe destacar que si se considera la presente reforma tributaria (la Figura 8-7 no lo hace), a partir del 2017, los costos nivelados de las nuevas tecnologías serían incluso menores a las tecnologías tradicionales.

**Figura 8-7: Costos Nivelados de Tecnologías a Carbon [USD-2013/MWh]**



Fuente: Elaboración propia en base a (Centro UC Cambio Global, 2014)

**Componentes de la política para Escenario Termoelectricidad como Energía Base:**

- ✓ Para dar garantías a las comunidades, es fundamental incluir avances tecnológicos internacionales en los estándares nuevos.
- ✓ Los costos de la energía de las nuevas tecnologías, no serán necesariamente mayores.
- ✓ Es necesario analizar en profundidad las tecnologías más recomendables, pero es posible establecer estándares de eficiencia o de emisiones de CO<sub>2</sub>, de manera que se incentive la innovación permanente del sector.
- ✓ También es posible aumentar la generación por medio del desmantelamiento de viejas centrales de baja eficiencia (menor a un 33%) sustituyéndolas por centrales de alta eficiencia (superior al 43%).

**Escenario Termoelectricidad como Respaldo**

Utilizar la termoelectricidad como tecnología de respaldo, no representa mayores desafíos técnicos para las centrales de ciclo combinado a gas natural y los motores diésel. Para las primeras es necesario ajustar su operación, pero para que esto ocurra es necesario la existencia de incentivos. Mientras que las centrales a diésel operan naturalmente como respaldo, por lo que no implica ajustes tecnológicos u operacionales cumplir este rol.

En contraste las tecnologías menos flexibles son las centrales a carbón, especialmente las más antiguas, por lo que tienen pocas posibilidades de proveer respaldo. Sin embargo, sean realizado avances en la última década, que le han dado mayor flexibilidad a este tipo de centrales, ya sea

por medio de ajustes a centrales existentes, como por el desarrollo de nuevas tecnologías que son capaces de realizar hasta 4 ajustes operacionales en un día (Cochran, Lew, & Kumar, 2013). Esto no permite dar respaldo a tecnologías poco predecibles y altamente oscilantes como la generación eólica, pero sí es posible proveer respaldo planificado a tecnologías solares o mini-hidro (más sensibles a requerimientos de uso consuntivo de agua).

Componentes de la política para Escenario Termoelectricidad como Respaldo:

- ✓ Es posible realizar adaptaciones a centrales a carbón que les permitan tener un mayor nivel de flexibilidad.
- ✓ Nuevas centrales a carbón, como las IGCC, son más flexibles para ajustar su generación dentro de un día, esto las posibilita para dar respaldo a fuentes intermitentes predecibles, como la solar o mini-hidro.

## Escenario Transición a un sistema sin Termoelectricidad

Así como en el escenario anterior, en una primera etapa el rol de la termoelectricidad será similar, pero dado que el objetivo es llegar a 0% de generación en base a combustibles fósiles al 2050, será necesario desde la próxima década limitar la entrada de nuevas centrales termoeléctricas y establecer un plan de cierre a todas las centrales en base a combustibles fósiles.

Una alternativa al cierre, que se debe estudiar, es la reconversión a biocombustibles (biogás, biomasa, biodiesel, etc.). Evidentemente que esta opción no siempre es atractiva desde un punto de vista económico, debido a 2 dificultades: las tipologías de turbinas requeridas (entre otros) y los sistemas de abatimiento necesarios.

Los combustibles sólidos de biomasa tienden a generar mayores emisiones contaminantes y a ser más ineficientes en la operación, debido a la mayor humedad del combustible (en comparación al carbón), esto podría implicar que los sistemas de abatimiento existentes en la central a carbón resultaran insuficientes y se requiriera hacer nuevas inversiones.

Por otro lado los biocombustibles líquidos y el biogás, además de compartir en parte las dificultades de la biomasa, suelen ser más corrosivos que sus homólogos fósiles, por lo que podría ser necesario realizar cambios en los tipos de turbinas y otros elementos de la instalación, o alternativamente una reducción en la vida útil de la central.

La alternativa más recomendable variará de caso a caso, pero es necesario analizarlo cuando se deba cerrar la central fósil en el caso de las existentes y tenerlo en cuenta al momento del diseño del proyecto, en el caso de las nuevas.

Es importante resaltar, que así como existen tecnologías de Ciclo Combinado con inyección de gas, para las centrales a carbón, ocurre lo mismo para las centrales a biomasa. La tecnología es básicamente la misma, teniendo características similares, por lo que podría ser recomendable en

este escenario para reemplazar la generación de base que entrega el carbón y cumplir un rol de respaldo a ERNC intermitentes predecibles, como las centrales solares y las mini-hidro.

Componentes de la política para Escenario Transición a un sistema sin Termoelectricidad:

- ✓ Es posible realizar adaptaciones a centrales a carbón que les permitan tener un mayor nivel de flexibilidad.
- ✓ Nuevas centrales a biomasa, como las IGCC, son más flexibles para ajustar su generación dentro de un día, esto las posibilita para dar respaldo a fuentes intermitentes predecibles, como la solar o mini-hidro.
- ✓ Es posible realizar reconversión de centrales termoeléctricas fósiles a biocombustibles, pero en general requiere inversiones importantes, principalmente en lo que es cambiar el tipo de turbinas (más resistentes a la corrosión) e implementar mejores sistemas de abatimiento (en caso de la biomasa).

## 9. Temáticas Sociales

Durante el desarrollo de las jornadas de trabajo se levantaron múltiples temas que fueron agrupados como de temática social. En ellas se identificaron las demandas sociales y las causas por las cuales se ha llegado a la situación actual de rechazo social a los proyectos termoeléctricos.

Del análisis de lo desarrollado en las mesas de trabajo se identificaron 3 temáticas fuertes asociadas a los temas sociales: las demandas por inclusión y compensación de impactos, las formas en que se podría mejorar la confianza en el sistema y en el sector, y temas macros que son transversales a múltiples aspectos.

### 9.1 Inclusión y Compensación de Impactos

Se espera que próximamente se envíe al parlamento el proyecto de ley de asociatividad para el sector eléctrico. Aunque aún no se ha terminado el proyecto, éste debiera incorporar beneficios a las comunidades donde se encuentra ubicadas las centrales.

El proyecto de ley iría de la mano con las demandas sociales identificadas en el desarrollo de las jornadas de trabajo:

- 1) Ser compensados por los impactos de la termoelectricidad
- 2) Participar de los beneficios generados por la termoelectricidad

Medidas como las normas de emisiones para las termoeléctricas (Tabla 6-4) y los distintos estándares que potencialmente podrían ser exigidos apuntan a mantener los niveles de los impactos en un punto socialmente eficiente, protegiendo a las comunidades locales. Por su parte, medidas como los nuevos impuestos sobre las emisiones locales idealmente permiten al Estado recaudar beneficios iguales a los daños sobre los que se tributa, sin embargo estos recursos no van necesariamente en beneficio de las comunidades afectadas, esto bajo la lógica económica de que los recursos debieran asignarse donde puedan tener un mayor impacto positivo.

En el marco descrito anteriormente se mantiene una situación no equitativa en donde los impactos son recibidos por las comunidades aledañas a las centrales termoeléctricas, pero los tributos recibidos por parte de los daños no van, necesariamente, en beneficios de las comunidades afectadas. Hay sectores que critican dicho formato como injusto con las comunidades.

Por lo demás, es necesario desarrollar metodologías que permitan valorizar los impactos de las termoeléctricas en otros ámbitos además de los daños en salud por emisiones. Por ejemplo, las plantas termoeléctricas tienen impactos sobre actividades económicas como la pesca y el turismo, lo que se traduce en impactos monetarios sobre la población. En las jornadas de trabajo hubo quienes plantearon que la forma en que estos impactos sean compensados debe estar normada para dar transparencia a los procesos.

Respecto de la demanda por participar en los beneficios generados por la termoelectricidad, el pago de patentes en las comunas donde se ubican las unidades generadoras, así como la ley de asociatividad es un avance relevante. Si bien aún no se conoce el contenido final del proyecto de ley, se espera que contenga referencias a compensaciones y la inclusión laboral de las comunidades, como una forma de compensar e incluir en las comunidades en los beneficios.

La inclusión laboral es una forma de alto impacto de hacer partícipes de los beneficios a las comunidades, pues no es un simple traspaso de beneficios económicos, sino que se dignifica a la comunidad, entregando una red de sustento, capacitación, beneficios y apoyo. Miembros del sector termoelectrónico argumentan que encuentran limitaciones en la implementación de estos programas por la falta de conocimientos técnicos necesarios en los miembros de la comunidad. Por ello es importante el desarrollo del capital humano desde etapas tempranas del proyecto para permitir una inclusión laboral efectiva.

Varios participantes en las mesas de trabajo apuntaron a los municipios como quienes debieran tener un rol fundamental en los procesos de compensación y beneficios, como las entidades que administren en conjunto con los vecinos y representantes de la empresa, los recursos y programas que se pongan a su disposición.

Además de la inclusión laboral, el pago de patentes, el desarrollo de programas de capacitación o sociales en beneficios de la comunidad, negociar precios de electricidad especiales para la comunidad es otra forma de traspasar beneficios a la comunidad. Participantes de las jornadas de trabajo consideran relevante destacar que cada solución debe compatibilizar el interés local con el interés nacional, para esto sería relevante realizar un análisis costo-beneficio para cada uno de los grupos interesados, buscando balancear los efectos finales.

Componentes de la política transversales para todos los escenarios:

- ✓ Desarrollar mecanismos para la compensación a los afectados por los impactos.
- ✓ Implementar ley de asociatividad que regule mecanismos para la participación en los beneficios.
- ✓ Programas de desarrollo de capital humano desde etapas temprana de los proyectos de generación, para facilitar la inclusión laboral.
- ✓ Rol de los municipios como entidad, que en conjunto con representantes de las comunidades y empresa generadora, administren el sistema de compensaciones y beneficios.
- ✓ Algunas formas de beneficios: traspasos económicos directos, pago de patentes, inclusión laboral, programas de capacitación y sociales y tarifas reducidas de electricidad.

## 9.2 Generación de Confianza

*“Ante la crisis de seguridad, sustentabilidad y gobernabilidad que enfrenta el desarrollo eléctrico, los chilenos hoy demanda una nueva forma de gobernar, más equitativa, abierta e inclusiva”* (CCTP, 2011). El diagnóstico realizado por la comisión ciudadana técnico parlamentario se vio reflejado en el desarrollo de las jornadas de trabajo, donde se levantó el tema del rechazo social como uno de los principales desafíos de la termoelectricidad.

El rechazo social se extiende más allá de la coyuntura de proyectos termoeléctricos específicos y alcanza al sistema en que funciona el sector eléctrico y su funcionamiento. Existe un claro diagnóstico respecto a la desconfianza de la población general frente al sistema; este malestar debe ser mejorado para lograr desarrollar políticas públicas eficientes. Al respecto el CADE plantea:

*“(…) se percibe un deterioro en la credibilidad de las instituciones encargadas de las decisiones claves de política pública, en diversos ámbitos. Esto representa riesgos para el avance en políticas que resultan críticas para el desarrollo económico y social que la sociedad chilena espera. Ante la pérdida de credibilidad de las instituciones formales, cobran mayor influencia organizaciones que sin tener necesariamente la representación y adhesión de la mayoría de la población determinan y condicionan decisiones de política vitales para ella.”* (CADE, 2011)

Un primer tema es la necesidad de participación temprana y continua de la ciudadanía. En la actualidad la principal instancia de participación ciudadana es mediante los mecanismos de participación que ofrece el SEIA, que se remiten a la siguiente descripción según la ley N°20.417 (Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 2010):

1. *El titular del proyecto o actividad debe publicar en el Diario Oficial y en un diario de circulación nacional o regional, un extracto del EIA.*
2. *Las personas jurídicas y las personas naturales podrán conocer el contenido del EIA, y entregar sus observaciones por escrito ante el SEA, o a través del sitio web del servicio.*
3. *Una vez publicado el extracto en el diario, la ciudadanía dispone de 60 días hábiles para presentar sus observaciones.*
4. *Mientras dure el período de participación ciudadana, el SEA establecerá mecanismos que aseguren la participación informada de la comunidad en el proceso de calificación de los EIA.*
5. *Las observaciones que presente la comunidad serán consideradas (respondidas) por el SEA (regional), o Dirección Ejecutiva (en el caso de un proyecto interregional), en los fundamentos de la RCA, la que será notificada a quienes hubieren formulado observaciones, y además estarán disponibles también, 5 días antes de la calificación del proyecto en la web del Servicio.*
6. *Existe una instancia de reclamación, donde cualquier persona natural o jurídica que haya realizado una observación y que crea que ésta no fue bien considerada (respondida),*

*puede presentar un Recurso de Reclamación dentro del plazo de 15 días para los proyectos ingresados antes del 26 de enero del 2010, y de 30 días para los proyectos ingresados en forma posterior a la fecha indicada. Los plazos se cuentan desde que se notificó con la RCA al observante.*

Las principales barreras que se identifican para que el proceso recién descrito pueda considerarse como un proceso de participación efectivo son los plazos breves y cubriendo materias muy técnicas para la población. En las jornadas se planteó que a veces la ciudadanía tiene inquietudes válidas que al ser respondidas con exceso de tecnicismos quedan igualmente irresolutas, generando frustración de parte de los participantes en el proceso. Un procedimiento social básico es la presentación y explicación de cada proyecto a la población bajo distintas metodologías que aseguren la comprensión de la comunidad y permitan recoger las observaciones e inquietudes de los mismos.

Por otra parte, de los comentarios de los participantes de las jornadas de trabajo, se considera que acotar la participación a sólo esta instancia no responde a las demandas de participación de la ciudadanía. La ciudadanía quiere participar en instancias anteriores como la conformación del proyecto, e incluso más anteriores como en la elaboración de la política pública<sup>28</sup>. Gran parte de los participantes son de la opinión que se debe entender la participación ciudadana continua no como un proceso adicional que no entorpece la concreción de nuevos proyectos, sino como una herramienta adicional que permita mejorar los proyectos, adaptándolos al contexto local y facilitando la aceptación social de estos.

De forma transversal a todos los actores que participaron en las mesas, se diagnosticó que la población tiene un bajo nivel de conocimiento respecto a temas energéticos y ambientales, lo cual es fundamental para que se formen una opinión independiente y fundada en conocimientos técnicos. La inclusión como parte del currículo escolar de temas energéticos-ambientales, permitirían el desarrollo de una ciudadanía más informada que conozca los avances del sector en términos regulatorios, y mejor preparada para comprender los impactos de las decisiones que se tomen. Asimismo se puede entregar asesoramiento técnico a las comunidades afectadas, con el objetivo de que entiendan las implicancias que tienen las centrales térmicas, rompiendo con la asimetría en la información.

Cabe destacar que el problema energético/ambiental es bastante complejo y no existe una visión correcta, sino que existen múltiples visiones y matices respecto a los distintos puntos. El objetivo de entregar educación e información energética/ambiental, no es enseñar a la población cuál de las visiones es la correcta, sino que dar los insumos técnicos basados en datos reales, comprobados y oficiales, sobre los cuales cada actor puede formar su propia opinión.

---

<sup>28</sup> Si bien instancias como la presente mesa de termoelectricidad invitó a participar a múltiples actores de la sociedad, preocupa la baja participación de organizaciones representantes de la sociedad civil, así como la baja participación de representantes de regiones.

Por otra parte, y producto de la diversificación de fuentes de información, en conjunto con lo complejo de los temas, encontrar información fidedigna y oficial es bastante complejo, especialmente para la población general que no se encuentra familiarizada con los diversos actores públicos involucrados (Ministerios, SEREMIAS, SEA, SEC, CNE, CDEC, entre otros), esto se podría evitar si se centraliza la información hacia una sola ubicación.

En la agenda de energía (Ministerio de Energía, 2014), se propone la creación de un “Portal de la Energía” el cual actuará como fuente oficial de información sobre el sector energético nacional. Una propuesta pasa por diversificar los contenidos de dicho portal, para incluir información con respecto a temas ambientales, así como indicadores respecto al desempeño ambiental y energético de todas las centrales en operación.

Entregar a la población de forma transparente información, no sólo empodera a la población para formar su propia opinión, sino que permite aumentar la confianza de la población en el sistema haciendo transparentes sus rendimientos. Asimismo la entrega de asesoramiento técnico a la ciudadanía, permite que ésta entienda las implicancias de la instalación de una central termoeléctrica.

La restitución de la confianza en el sistema es fundamental para lograr instaurar estándares sociales validados por la sociedad y que permitan alcanzar una “licencia social” que facilite los procesos de inversión para alcanzar las capacidades de generación necesaria. La licencia social se debe basar en el cumplimiento de estándares y procesos regulados por el estado que den garantías a la sociedad respecto de las condiciones con que se desarrollará y operará cada uno de los proyectos.

#### Componentes de la política transversales para todos los escenarios:

- ✓ Participación ciudadana continua desde la elaboración de las políticas públicas, hasta en el desarrollo de proyectos específicos.
- ✓ Mejoramiento del proceso de participación implementado en el SEIA: mayores tiempos, menos tecnicismo y oportunidad de las empresas de presentar y explicar el proyecto.
- ✓ Desarrollo de programas de educación en temáticas energéticas/ambientales para la población general. Integración en el currículo escolar y entrega de asesoramiento técnico a las comunidades afectadas.
- ✓ Centralización de información respecto a temas energéticos/ambientales, materiales de educación e indicadores de desempeño de las centrales en operación en un solo portal, que entregue información la cantidad y calidad.
- ✓ Restitución de la confianza en el sistema mediante políticas de transparencia, educación, participación efectiva y que apunten a un desarrollo sustentable social, económico y ambiental.

### 9.3 Temas Macros

Dentro de los temas macros se destacan la ambición país por un desarrollo sustentable, la distribución desigual de los impactos de la termoelectricidad, la necesidad de generar estándares sociales crecientes de acuerdo a los avances y la imparcialidad en la elaboración de los EIA.

Si bien ciertos sectores discuten que el desarrollo sustentable con energía termoeléctrica es imposible, otros sectores argumentan que de estar correctamente regulado se podría alcanzar estándares suficientes de sustentabilidad. A nivel europeo, típico referente internacional en cuanto sustentabilidad, se siguen instalando centrales termoeléctricas y se espera que cerca de 100GW sean instaladas en la próxima década (IEA, 2014). Más allá del rol que se decida para la termoelectricidad, se debe mantener el desarrollo sustentable como un pilar en todas sus dimensiones: social, ambiental y económico.

Internacionalmente el tema sustentabilidad es cada vez más importante, y el mismo rechazo social de proyectos en el país se asocian a una percepción negativa de las características sustentables de ellos. La política energética debe considerar el desarrollo sustentable como uno de sus pilares. A priori, no es posible calificar ninguno de los escenarios como no sustentable o sustentable, sino que dependen del conjunto de políticas y acciones que se tomen en cada uno de ellos.

Actualmente la generación termoeléctrica tiene impactos ambientales importantes los cuales tienen efectos principalmente locales, aunque existen impactos a nivel global producto de la emisión de GEI. Por su parte, los impactos ambientales locales perjudican a las comunidades vecinas teniendo efectos sobre su salud, calidad de vida, y potencialmente sobre las actividades económicas que desarrollan. En contraposición la termoelectricidad presenta una serie de ventajas (ver sección 8.1) de las cuales se benefician todos los consumidores de electricidad. Esta asimetría entre quienes reciben los impactos negativos (comunidad local) y quienes se benefician de las ventajas (consumidores generales de electricidad) es lo que es referido como la distribución desigual de los impactos de la termoelectricidad.

La forma de mejorar la distribución de los impactos, es mejorando las condiciones de las comunidades afectadas por los impactos indeseados de la termoelectricidad, para ello es necesario políticas de reducción de las causas, mitigación de los impactos y compensación de los daños. El desarrollo de políticas públicas que establezca estándares y procedimientos es una de las opciones de reducir y mitigar, aunque existen otras opciones típicamente consideradas como más eficientes que apuntan a la internalización de las externalidades y dejar al mercado operar. Respecto de medidas para compensar los daños, en la primera sección del presente capítulo se describen medidas de compensación y de participación en los beneficios, los cuales permitirían mejorar sustancialmente la situación de las comunidades afectadas.

Actualmente no existen estándares sociales<sup>29</sup> exigibles a las empresas termoeléctricas, debido al alto impacto de la industria en conjunto con la necesidad de facilitar las inversiones es que se cree necesario establecer una serie de estándares y procedimientos regulados sociales. En una primera etapa estos debieran remitirse a cuestiones simple como la presentación y explicación del proyecto a los distintos actores: ONG, comunidad, municipios, y otros interesados. Esto en conjunto con la implementación de un portal para cada proyecto que permita entregar información respecto al proyecto, así como recibir inquietudes y responder a ellas. El portal debiera funcionar como una herramienta de dialogo permanente, pero el dialogo no debe remitirse sólo a esas instancias, sino que debiera existir instancias formales en que la empresa se comunique directamente con la población aledaña al lugar proyectado.

Una segunda etapa dentro de la idea de estándares sociales crecientes sería la entrega de indicadores energéticos y ambientales para todas las centrales que se encuentren en operación. Así como la compensación efectiva de los daños que afecten a las comunidades. El objetivo de los estándares y procedimiento de carácter social es facilitar la relación entre la empresa y las comunidades, permitiendo recuperar la confianza en el sector. Es importante empezar con metas más sencillas e ir aumentando la cantidad y exigencia de ellos para dar tiempo al sector de adaptarse, para alcanzar estándares de calidad y así dar garantías a la ciudadanía de que se cumplirán.

Un último tema de carácter social es la imparcialidad en la elaboración de los EIA. Actualmente existen cuestionamiento al proceso de la elaboración de los EIA, los cuales son realizados por encargo de las empresas interesadas en el proyecto, esto crearía potenciales conflictos de interés que aumentan la desconfianza en el sistema. Una de las condiciones para recuperar las confianzas en este sistema es la imparcialidad garantizada de los estudios, para lo cual se puede recurrir a las universidades o buscar forma de financiamientos y contrapartes compartidas entre Estado, empresa, ONG, comunidades y municipios.

Componentes de la política transversales para todos los escenarios:

- ✓ El desarrollo sustentable debe ser un eje de la política energética, y la termoelectricidad puede jugar un rol.
- ✓ Se debe avanzar en mecanismos que mejore la distribución de los impactos. Se deben buscar formas para mejorar la situación de las comunidades locales afectadas por los impactos negativos de la termoelectricidad.
- ✓ La creación de procedimientos y estándares sociales regulados permitiría aumentar la confianza en el sistema, así como mejorar los proyectos y facilitar la instalación de unidades de generación nuevas.
- ✓ Se deben generar mecanismos para garantizar la imparcialidad en el desarrollo de los EIA

---

<sup>29</sup> Los estándares sociales aplicables hoy en día sólo responden a las leyes que son aplicables a cualquier industria productiva.

## 10. Conclusiones

En el desarrollo de la mesa de termoelectricidad se realizaron dos jornadas de trabajo en Santiago, donde se invitó a los distintos actores del sector eléctrico. Cabe destacar la baja representación de ONG, sociedad civil en general y de las regiones. Es importante mantener esto presente a la hora de analizar lo expuesto en el presente informe.

En las jornadas se recogieron múltiples temas, opiniones y antecedentes de los participantes, los cuales son la base para el desarrollo del presente documento. Los múltiples temas fueron agrupados por temáticas generales con el fin de dar orden y coherencia a la información, las temáticas generales fueron: temática ambiental, temática regulatoria, temática técnico-económica y temática sociales.

En la elaboración del presente documento se realizó un esfuerzo por reflejar los puntos y opiniones de los participantes de las jornadas, limitando la participación del equipo operativo y los expertos colaboradores, a ordenar y complementar con antecedentes. Si bien el alcance era sólo las tecnologías termoeléctricas fósiles, varios de los puntos desarrollados son transversales al sector eléctrico (por ejemplo, rol del Estado o modernización del SEA), e incluso transversales al desarrollo sustentable del país (por ejemplo, gestión del territorio y la competitividad del país). En este contexto se sobreentiende que el presente documento es sólo uno de los insumos y que la política energética tiene múltiples otros insumos, como las conclusiones de las otras mesas temáticas, la participación ciudadana por medio de la plataforma Energía 2050, documentos y trabajos anteriores, entre otros.

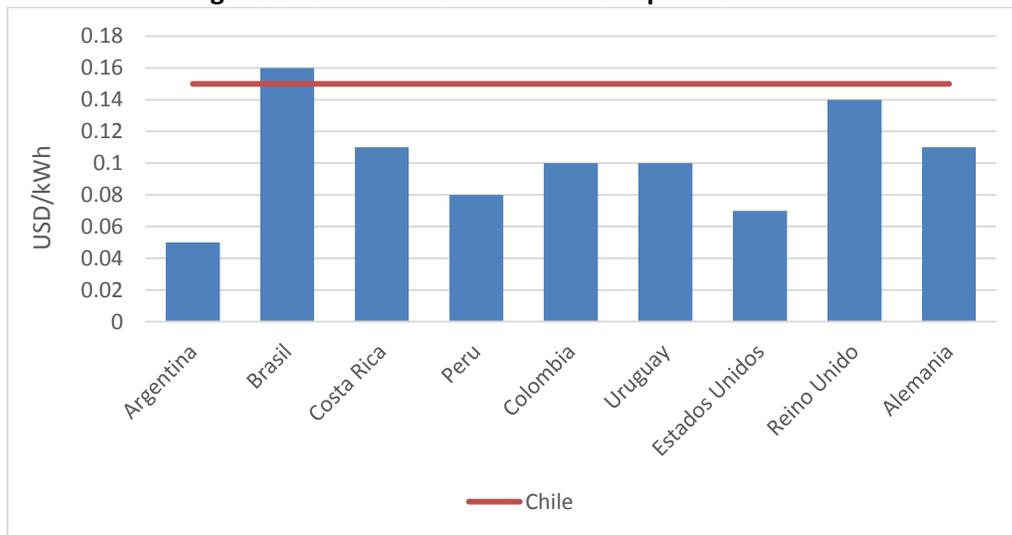
Además de las temáticas específicas que se identificaron de las jornadas de trabajo, se agruparon las distintas visiones respecto al rol futuro de la termoelectricidad en tres posturas, las cuales se tradujeron en tres escenarios. El primero considera que el rol en el futuro no cambia significativamente del rol actual, es decir, energía de base y con un crecimiento del sector basado en este tipo de tecnologías. El segundo escenario considera que la termoelectricidad, especialmente aquellas que funcionan en base a gas natural, avanza hacia un rol más flexible, tomando un rol protagónico para el respaldo de las tecnologías ERNC intermitentes. El último escenario responde a las aspiraciones de determinados actores por alcanzar una matriz de generación eléctrica sin termoelectricidad, se considera un proceso paulatino que recién hacia el 2050 dejaría de contar con termoelectricidad, aunque se mantendrían en reserva aquellas centrales más eficientes por motivos de seguridad del sistema.

Estos tres escenarios permitieron desarrollar diferentes matices para los temas que así lo requerían, alcanzando consideraciones para la política distintas según la visión del rol futuro de la termoelectricidad. Para cada una de las temáticas identificadas se entregaron antecedentes que enriquecen la discusión, así como las distintas posturas, para terminar en consideraciones relevantes para política. Estas consideraciones no significan que hubiera consenso sobre esos temas en particular, sino que son puntos que debiesen ser considerados en la elaboración de la política a largo plazo.

En el desarrollo del documento se identifican múltiples componentes que debiesen ser considerados, los cuales responden a los diferentes temas que se rescataron del desarrollo de las jornadas de trabajo. La termoelectricidad cuenta con ventajas técnicas importantes que permiten una operación confiable del sistema, asimismo la operación de las centrales tienen impactos sociales y ambientales significativos.

La relevancia del sector generación eléctrica para el desarrollo del país, hacen que el tema deba ser tratado como una política de Estado. Comparativamente con los países de la región, Chile tiene un costo de la electricidad alto (ver Figura 10-1), esto afecta directamente la competitividad del país. En general el sector privado considera que la termoelectricidad, específicamente las centrales a carbón y ciclo combinado, tienen un rol importante para lograr menores costos sin comprometer la confiabilidad del sistema.

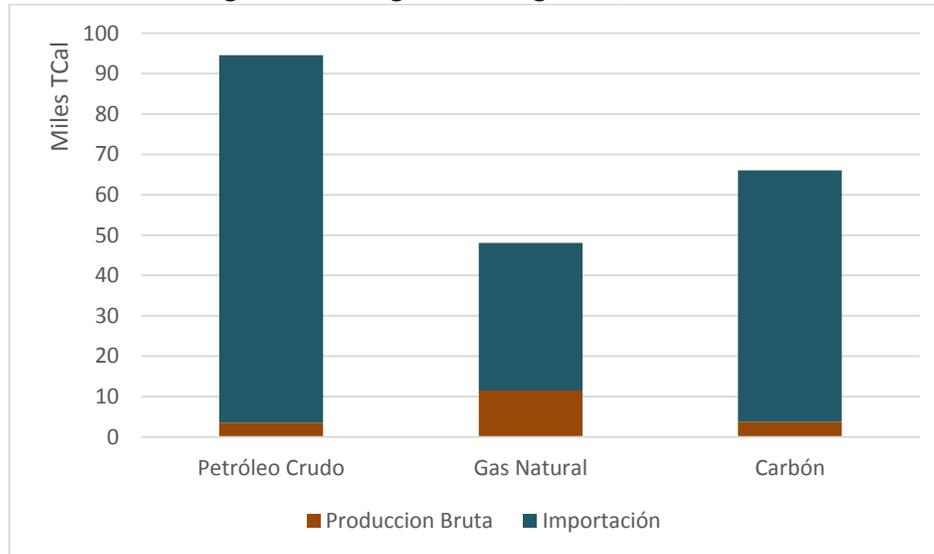
**Figura 10-1: Precios de la electricidad para la industria**



Fuente: Elaboración propia en base a datos de (World Economic Forum, 2013)

Por otra parte, la dependencia energética de combustibles externos (ver Figura 10-2) es percibida, en especial por los representantes de ONG y sociedad civil, como un riesgo para el país. Este es uno de los argumentos, dentro de múltiples más, en que se basan para pedir una menor participación de las termoeléctricas y el desarrollo de proyectos de generación que utilicen de forma sustentable recursos propios del país.

Figura 10-2: Origen de energéticos, Chile 2012



Fuente: Elaboración propia en base a datos de (Ministerio de Energía, 2013)

La problemática en que se enmarca la iniciativa “Energía 2050” es compleja; además de las consideraciones recién expuestas, existen múltiples otras que fueron expuestas y desarrolladas en el presente documento. A esto se suman los trabajos desarrollados por las otras mesas temáticas. Transversalmente a los participantes de las jornadas de trabajo de termoelectricidad, existe una demanda por una participación más activa del Estado y la entrega de certezas regulatorias. Las implicancias de lo anterior varían según las visiones respecto a la termoelectricidad y fueron reflejadas en cada uno de los escenarios.

Cada uno de los escenarios del rol de la termoelectricidad cuenta con sus desafíos técnico-económicos, ambientales, regulatorios y sociales. Sólo después del análisis cualitativo y cuantitativo profundo de éstos, en conjunto con una visión macro del futuro energético, debiera tomarse una decisión política respecto al rol futuro de la termoelectricidad en el país.

En el escenario de termoelectricidad como energía base, se requiere la validación ambiental y social de nuevos proyectos térmicos a carbón, los cuales asumirían un rol protagónico. Para lograr esto es necesario generar garantías y compartir beneficios con las comunidades afectadas. Para la generación de garantías, en términos tecnológicos se tiene que promover proyectos que sean el estado del arte internacional, esto se traduce en mayores eficiencias, menores emisiones de GEI, menores emisiones de contaminantes locales y menores costos de operación. En contraparte es necesario realizar inversiones mayores y eventualmente podrían existir *trade-offs* con otros impactos, como un eventual aumento en el consumo de agua. En lo que respecta a compartir beneficios con las comunidades, ya se ha dado el primer paso con la internalización de externalidades con los recientes impuestos verdes, el paso siguiente es el desarrollo de mecanismos de asociatividad para que los proyectos generen beneficios a la comunidad. Lo anterior, junto con la elaboración de un plan de cierre de las centrales obsoletas (o eventual

reconversión a tecnologías más eficientes), son contribuciones para restituir las confianzas en el sector termoeléctrico.

En el escenario de termoelectricidad como respaldo a las ENRC, desde un punto de vista técnico las mejores alternativas para operar como respaldo hoy son las tecnologías termoeléctricas, en especial GN y diésel. Sin embargo, en términos de costo no es recomendable que operen las centrales diésel, por lo cual es necesario generar incentivos para que las centrales a GN operen de respaldo. En este sentido es necesario ajustar la regulación eléctrica generando mercados de SSCC eficientes. Estos mercados permitirían garantizar la confiabilidad del sistema al minimizar el impacto de la intermitencia de las fuentes eólicas y solares. Las centrales a carbón con tecnología de punta podrían ser una solución más económica cumpliendo un rol parcial de respaldo agendado para las fuentes solares y mini-hidro, pues aún la flexibilidad de estos sistemas es acotada.

El escenario de transición a un sistema sin termoelectricidad, en una primera fase es similar al escenario de respaldo, por lo que comparte los elementos expuestos anteriormente. Adicionalmente implica que a partir de la próxima década es necesario establecer un plan de cierre para todas las centrales termoeléctricas fósiles o una eventual reconversión a biocombustibles. Los principales desafíos están asociada a mantener la confiabilidad del sistema y, debido a la salida de centrales existentes, mantener costos bajos. En términos ambientales podrían haber mayores impactos locales debido a que en general los biocombustibles, al tener mayor humedad que su homólogo fósil, tienen menor eficiencia y mayores emisiones locales. Por esto último, desde una perspectiva técnica-económica la reconversión no siempre será la mejor alternativa, porque eventualmente requerirá invertir en nuevos sistemas de abatimiento. A esto se suma que los biocombustibles no sólidos son más corrosivos para el sistema de generación, por lo que, o su vida útil es menor o es necesario nuevo equipamiento diseñado para este tipo de combustible.

## 11. Referencias

Asociación Chilena de Energías Renovables (Acera). (2013). *Las ERNC y su potencial contribución en generación* (pp. 1–34).

Banco Mundial. (2014). Indicadores de Desarrollo Mundial 2014. Retrieved from <http://datos.bancomundial.org/>

CADE. (2011). *Informe de la Comisión Asesora para el Desarrollo Eléctrico (CADE)* (p. 180).

Camara de Diputados. (2014). Oficio N° 11.474 - Proyecto de Ley en Reforma Tributaria.

Carvalho, J. P., Hidalgo-González, P., & Kammen, D. M. (2014). *Imaginando un Chile Sustentable* (p. 15).

CCTP. (2011). *Chile Necesita una Gran Reforma Energética* (p. 138).

CDEC-SIC. (2014). Cálculos de Potencia Firme Definitivos - Cálculo Definitivo 2013. Retrieved from <http://www.cdecsic.cl/informes-y-documentos/fichas/potencia-firme/>

Centro UC Cambio Global. (2014). PROYECCIÓN ESCENARIO LÍNEA BASE 2013 Y ESCENARIOS DE MITIGACIÓN DE LOS SECTORES GENERACIÓN ELÉCTRICA Y OTROS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

Cifuentes, L. A. (2014). Energía termoeléctrica : Impactos ambientales locales y globales Contenidos. Presentación de Mesa de Termoelectricidad - Energía 2050. Retrieved from <http://www.energia2050.cl/documentos>

CNE. (2014a). Capacidad Instalada por Sistema Eléctrico Nacional.

CNE. (2014b). FIJACIÓN DE PRECIOS DE NUDO DE CORTO PLAZO OCTUBRE DE 2014 SISTEMA INTERCONECTADO CENTRAL (SIC).

CNE. (2014c). FIJACIÓN DE PRECIOS DE NUDO DE CORTO PLAZO OCTUBRE DE 2014 SISTEMA INTERCONECTADO DEL NORTE GRANDE (SING).

CNE. (2014d). Generación Bruta SING-SIC.

CNE. (2014e). Norma técnica de seguridad y calidad de servicio.

COCHILCO. (2013). Proyección del Consumo de Energía Eléctrica de la Minería del Cobre en Chile al 2025.

Cochran, J., Lew, D., & Kumar, N. (2013). Flexible Coal: Evolution from Baseload to Peaking Plant, 10. doi:10.2172/1110465

Fundación Chile, Empresas Eléctricas AG Fundación AVINA, Fundación Futuro Latinoamericano, & Universidad Alberto Hurtado. (2013). *Escenarios Energéticos Chile 2030: Visiones y temas clave para la matriz eléctrica* (p. 112).

Hirst, E., & Kirby, B. (1996). *Electric-Power Ancillary Services* (p. 49).

IEA. (2014). *WORLD ENERGY INVESTMENT OUTLOOK* (p. 190).

Katz, R. (2014). Reforma Tributaria, Impuestos “Verdes” e Implicancias de Política Ambiental. *CEP-Puntos de Referencia*, 370.

Ministerio de Economía. LEY 20257 - INTRODUCE MODIFICACIONES A LA LEY GENERAL DE SERVICIOS ELECTRICOS RESPECTO DE LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA CON FUENTES DE ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES (2008).

Ministerio de Energía. (2013). Balance Nacional de Energía 2012.

Ministerio de Energía. (2011a). DS130- APRUEBA REGLAMENTO QUE ESTABLECE LAS DISPOSICIONES APLICABLES A LOS SERVICIOS COMPLEMENTARIOS CON QUE DEBERÁ

CONTAR CADA SISTEMA ELECTRICO PARA LA COORDINACION DE LA OPERACION DEL SISTEMA EN LOS TERMINOS A QUE SE REFIERE EL ARTICULO 137° DE LA LEY , 18–24.

Ministerio de Energía. (2011b). Potencial Energías Renovables en Chile.

Ministerio de Energía. (2014). Agenda de Energia - Un desafío país, progreso para todos.

Ministerio de Minería. D.F.L 1 - APRUEBA MODIFICACIONES AL D.F.L. N°4, DE 1959, LEY GENERAL DE SERVICIOS ELECTRICOS, EN MATERIA DE ENERGIA ELECTRICA (1982).

Ministerio del Medio Ambiente. Decreto 13 - ESTABLECE NORMA DE EMISIÓN PARA CENTRALES TERMOELÉCTRICAS (2011).

Ministerio del Medio Ambiente Gobierno de Chile. (2014). *Planes de Descontaminación Atmosférica - Estrategia 2014 - 2018.*

Ministerio Secretaria General de la Presidencia. LEY 19300 - APRUEBA LEY SOBRE BASES GENERALES DEL MEDIO AMBIENTE (1994).

Ministerio Secretaría General de la Presidencia. (2010). Ley 20.417 - CREA EL MINISTERIO, EL SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL Y LA SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE.

Moreno, J. (2014). Mesa Termoelectricidad- Hacia Un Desarrollo Termoeléctrico más Sostenible. Presentación de Mesa de Termoelectricidad - Energía 2050. Retrieved from <http://www.energia2050.cl/documentos>

Paustenbach, D. J. (2000). The practice of exposure assessment: a state-of-the-art review. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part B: Critical Reviews*, 3(3), 179–291.

Plataforma Escenarios Energeticos - Chile 2030. (2009). *Matriz Energética 2010-2030 “Construyendo escenarios, innovando y rompiendo paradigmas: Discusiones hacia una visión energética-eléctrica para Chile” Escenarios Eléctricos y.*

Universidad de Chile, & Universidad Técnica Federico Santa María. (2008). *Aporte potencial de:  
Energías Renovables No Convencionales y Eficiencia Energética a la Matriz Eléctrica, 2008-  
2025* (p. 22).

World Economic Forum. (2013). *The Global Energy Architecture Performance Index Report 2014*  
(p. 104).

## 12. Anexos

### 12.1 Anexo 1: Metodología para las Mesas de Trabajo

Se realizaron 2 jornadas de trabajo, en las cuales se complementaron exposiciones con sesiones de trabajo. A continuación se presenta el detalle de las actividades realizadas.

#### 12.1.1 Mesa 1: Caracterización y Gestión de los impactos de la Termoelectricidad

**Fecha: Lunes 20 de Octubre**

##### **Equipo**

**Moderador General:** Ximena Abogabir

**Secretario General:** Macarena Larraín

**Presentador Experto 1:** Luis Abdón Cifuentes Lira

**Presentador Experto 2:** Jorge Moreno

##### 12.1.1.1 Método para la 1ª Mesa de Termoelectricidad

Los Participantes se subdividen en 5 sub-mesas de 6-8 participantes cada una. Se cuida que haya un balance en los participantes: público, privado, ONG y academia. Cada sub-mesa contará con un Moderador (quién guiará el trabajo) y un Secretario (quién grabará y tomará nota de la discusión de la sub-mesa).

Existen 3 tipos de espacios en la actividad: Presentaciones expositivas, Sesiones de Trabajo y Plenarios. A continuación se presentan mayores detalles con respecto a las actividades:

##### **Presentaciones**

Las presentaciones cuentan con un expositor a cargo y la orientación del Moderador General, la actividad contiene los siguientes elementos:

1. El Moderador General presenta al expositor.
2. El expositor realiza su presentaciones
3. Se abre un espacio para aclaraciones puntuales de los asistentes

##### **Sesiones de trabajo**

En cada sub-mesa se generan diálogos, las temáticas a tratar son indicadas por el Moderador General y por el moderador de cada una de las mesas. En cada sub-mesa, se siguen los siguientes pasos:

1. Cada participante tendrá 5 minutos para responder de manera personal.

2. El(La) Moderador(a) guía la discusión y se acuerdan, por consenso, la posición de la mesa a las preguntas o temas. Si no hay consenso, se deja constancia y se presentan las posiciones no concordadas.
3. Los secretarios recogen las respuestas personales de los participantes de cada sub-mesa.
4. El(La) Moderador(a) de la mesa designa o se elige a un participante que presentará los resultados de la mesa en el plenario.
5. En determinadas rondas de trabajo puede seguirse una metodología de “café del mundo”, donde los participantes rotarán por distintas mesas habiendo una pregunta/temática distinta en cada una de ellas. Se utilizarán papelógrafos y tarjetones para que los grupos vayan dejando constancia de lo discutido, y los nuevos grupos puedan comentar sobre esas ideas, asimismo el moderador de cada mesa introducirá el tema y lo discutido en los grupos anteriores.

## **Plenarios**

Tras las Mesas de Trabajo, se generará un espacio general para socializar los avances de cada sub-mesa, los elementos de esta actividad son los siguientes:

1. El Moderador General da cierre a la Sesión de Trabajo e invita a cada sub-mesa a dar su posición, frente a cada pregunta.
2. El representante de cada sub-mesa presenta en 2 minutos la posición de la mesa.
3. La Secretaria General va tomando nota de los principales puntos presentados en un papelógrafo.
4. El Moderador General pregunta si alguien de la mesa, quiere agregar algo más.
5. El moderador general guía una discusión general, en base a los apuntes tomados por la Secretaria General, sobre los resultados presentados por cada sub-mesa tratando de identificar aquellos puntos en que hay mayor consenso.

**Tabla 12-1: Programa 1ª Mesa**

Hora	Ítem	Objetivos del Bloque
8:30	Registro de participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asignar sub-mesa de trabajo a los participantes</li> </ul>
8:45	Bienvenida. Presentación inicial del proceso de Política Energética.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presentar Energía 2050, explicar etapas del proceso, metodología y resultados esperados de la Mesa de Termoelectricidad</li> <li>Explicar formato de facilitación y reglas de reunión.</li> </ul>
9:15	1a Sesión de Trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presentación de los participantes en las sub-mesas.</li> <li>Levantar expectativas de los participantes sobre la Política</li> <li>Levantar postura sobre el rol que debiera jugar la termoelectricidad para alcanzar un desarrollo energético sustentable</li> </ul>
10:05	Plenario	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compartir de manera resumida lo discutido en las sub-mesas.</li> </ul>
10:20	Energía termoeléctrica e impactos ambientales locales y globales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presentar antecedentes sobre las regulaciones y situación actual de la termoelectricidad en Chile</li> <li>Presentar una introducción sobre los Impactos de la termoelectricidad en Chile</li> </ul>
11:00	Un desarrollo termoeléctrico más sustentable en Chile	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presentar estado de la termoelectricidad en Chile.</li> <li>Necesidad asociada al uso de termoelectricidad.</li> <li>Presentar las tipologías de generación termoeléctricas.</li> <li>Presentar tecnologías de abatimiento existentes que se podrían implementar en Chile</li> </ul>
11:40	<i>Coffee Break</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Descansar y generar espacio de distensión y relaciones bilaterales</li> </ul>
12:00	2° Sesión de Trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Discutir sobre los impactos actuales de la termoelectricidad en los que resulta prioritario mejorar el estandar actual.</li> <li>¿Estamos de acuerdo que en una primera etapa, la termoelectricidad juega un rol?</li> <li>¿Cómo se distribuyen los impactos? ¿Cómo se puede mejorar la situación actual?</li> <li>¿Qué buenas prácticas conocen que valga la pena replicar?</li> <li>¿Cuáles debieran ser los estándares mínimos de operación a requerir? ¿Cómo se debe gestionar la calidad de las centrales existentes?</li> <li>¿Qué se le debe exigir a las centrales futuras?</li> </ul>
14:00	Cierre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compartir de manera resumida lo discutido en las sub-mesas.</li> <li>Hacer un cierre de lo discutido en el día.</li> </ul>
14:20	Almuerzo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generar un espacio de distensión y conversación libre entre los participantes</li> </ul>

## **12.1.2 Mesa 2: Rol de la energía termoeléctrica en la matriz energética + Generación termoeléctrica y Gestión del territorio**

**Fecha: Martes 29 de Octubre**

### **Equipo**

**Moderador General:** Pablo Valenzuela

**Secretaria General:** Macarena Larraín

**Presentador Experto 1:** Enzo Sauma Santis

**Presentador Experto 2:** Pablo Osses McIntyre

### **12.1.2.1 Método para la 2ª Mesa de Termoelectricidad**

Los Participantes se subdividen en 6 sub-mesas de 6-8 participantes cada una. Se cuida que haya un balance en los participantes de cada sub-mesa: público, privado, ONG, academia. Cada sub-mesa cuenta con un Moderador (quién guiará el trabajo) y un Secretario (quién grabará y tomará nota de la discusión de la sub-mesa).

Existen 3 tipos de espacios en la actividad: Presentaciones expositivas, Sesiones de Trabajo y Plenarios. A continuación se presentan las actividades a realizar:

#### **Presentaciones**

Las presentaciones cuentan con un expositor a cargo y la orientación del Moderador General, la actividad contiene los siguientes elementos:

1. El Moderador General presenta al expositor.
2. El expositor realiza su presentaciones
3. Se abre un espacio para aclaraciones puntuales de los asistentes

#### **Sesiones de trabajo**

En cada sub-mesa se generan diálogos, las temáticas a tratar son indicadas por el Moderador General y por el moderador de cada una de las sub-mesas. En cada sub-mesa, se siguen los siguientes pasos:

1. Cada participante tendrá 5 minutos para responder de manera personal.
2. El(La) Moderador(a) guía la discusión y se acuerdan, por consenso, la posición de la mesa a las preguntas o temas. Si no hay consenso, se deja constancia y se presentan las posiciones no concordadas.

3. Los secretarios recogen las respuestas personales de los participantes de cada sub-mesa.
4. El(La) Moderador(a) de la mesa designa o se elige a un participante que presentará los resultados de la mesa en el plenario.
5. En determinadas rondas de trabajo puede seguirse una metodología de “café del mundo”, donde los participantes rotarán por distintas mesas habiendo una pregunta/temática distinta en cada una de ellas. Se utilizarán papelógrafos y tarjetones para que los grupos vayan dejando constancia de lo discutido, y los nuevos grupos puedan comentar sobre esas ideas, asimismo el moderador de cada mesa introducirá el tema y lo discutido en los grupos anteriores.

## Plenarios

Tras las Mesas de Trabajo, se generará un espacio general para socializar los avances de cada sub-mesa, los elementos de esta actividad son los siguientes:

1. El Moderador General da cierre a la Sesión de Trabajo e invita a cada sub-mesa a dar su posición, frente a cada pregunta.
2. El representante de cada sub-mesa presenta en 2 minutos la posición de la mesa.
3. La Secretaria General va tomando nota de los principales puntos presentados en un papelógrafo.
4. El Moderador General pregunta si alguien de la mesa, quiere agregar algo más.
5. El moderador general guía una discusión general, en base a los apuntes tomados por la Secretaria General, sobre los resultados presentados por cada sub-mesa, tratando de identificar aquellos puntos en que hay mayor consenso

**Tabla 12-2: Programa 2ª Mesa**

Hora Inicio	Ítem	Objetivo
8:30	Registro de participantes y Café de Bienvenida	Asignar sub-mesa de trabajo a los participantes
8:35	Bienvenida y presentación Carolina Gómez <i>Energía 2050</i>	Presentación de Energía 2050
8:45	Presentación, reglas y resumen de la jornada anterior	Explicación de la actividad: objetivos, formatos y reglas Breve Resumen de la 1ª Mesa de Termoelectricidad
8:55	Presentación Enzo Sauma: <i>Rol de la termoelectricidad: ventajas y desventajas</i>	Antecedentes de generación termoeléctrica en Chile Ventajas y desventajas de generación termoeléctrica Experiencias internacionales
9:30	1ª Sesión de trabajo en Grupos: <i>Ventajas y desventajas de la termoelectricidad</i>	Presentación de los integrantes de la sub-mesa Designar secretario/representante de cada mesa <b>Preguntas:</b> A raíz de la presentación de ventajas y desventajas de generación termoeléctrica entrar en más detalles en la discusión, si se está de acuerdo o no con lo planteado, por ejemplo: ¿Existe una complementariedad con las ERNC? ¿Qué Tecnologías pueden cumplir este rol? ¿Es sustituible la Termoelectricidad? ¿Qué atributos de la Termoelectricidad son fundamentales para el desarrollo energético al 2025, 2035 y 2050? En este Contexto ¿Que tecnologías proveen estos atributos? ¿Es sustituible este rol?
10:20	Plenario	Resumen de lo discutido en cada una de las sub-mesas
10:40	Coffee Break	Descansar y generar espacio de distensión y relaciones bilaterales
11:10	Presentación Ministerio de Energía <i>Avances en Mesas de Ordenamiento Territorial</i>	Presentar Avances de las Mesas de Ordenamiento Territorial
11:25	Presentación Pablo Osses <i>Generación Termoeléctrica y Gestión del Territorio</i>	Antecedentes nacionales sobre ordenamiento territorial Antecedentes relevantes a considerar en el diseño de un ordenamiento territorial Presentar Desafíos del Ordenamiento Territorial
12:00	2ª Sesión de trabajo en Grupos: <i>Gestión del territorio y termoelectricidad</i>	<b>Preguntas:</b> Proponer condicionantes y capacidad de carga del territorio, el cual puede ser un insumo de discusión para la mesa temática de ordenamiento territorial. Definición de mecanismo para el ordenamiento territorial con el objetivo del emplazamiento de proyectos termoeléctricos. ¿Deben ser Vinculantes? Rol del Estado: Institucionalidad e instrumentos. ¿Cuál es el rol del mecanismo de licitación de terrenos fiscales a futuro? ¿Cuáles son criterios para la selección de sitios? ¿Cuáles son condicionantes mínimos?

Hora Inicio	Ítem	Objetivo
		Asociatividad: ¿Qué tipo de Participación Ciudadana? ¿Cómo se comparten los beneficios? ¿Mecanismos para compensar/mitigar los impactos?
13:30	Plenario	Resumen de lo discutido en cada una de las sub-mesas
14:00	Cierre	Hacer un cierre de lo discutido durante la jornada

### **12.1.3 Trabajo post Jornadas**

No más allá de 5 días hábiles posteriores a la jornada, el equipo de trabajo envió las minutas para cada sub-mesa de trabajo, además de una minuta general que consolide cada jornada de trabajo.

Las minutas se socializan entre los asistentes (junto con las presentaciones finales realizadas), estas podrán ser comentadas por ellos, dentro de un plazo de 5 días hábiles.

El equipo de trabajo consolidará las observaciones realizadas y generará una versión final de las minutas, junto a un documento de respuesta a estas observaciones. Los cuáles serán socializados entre los asistentes y serán el insumo a utilizar en el desarrollo del Informe Final.

## 12.2 Anexo 2: Minutas generales de jornada de trabajo

### 12.2.1 1ª Mesa de Termoelectricidad (20 de Octubre)

Minuta Resumen

#### 12.2.1.1 Primer Modulo

El primer módulo de trabajo se llama: "**Presentación, Expectativas y Primeras Impresiones**", y las preguntas abiertas son: "**¿Cuáles son mis expectativas para el desarrollo de la mesa de termoelectricidad?, ¿Cuáles debieran ser los alcances de la presente mesa temática? y ...En el contexto chileno, ¿Cuál debiera ser el rol que juegue al 2025 y al 2050? ¿Existen diferencias entre los tipos de termoelectricidad?**"

Los diferentes participantes de la jornada de trabajo fueron asignados a una de las 5 mesas de trabajo, buscando mantener representatividad de los distintos actores representados en cada una de las mesas. En cada una de las mesas se asignó un vocero que actuó como representante de la mesa y expuso en las instancias de plenario los puntos en que se logró consenso y en los que no se alcanzó.

Cabe destacar que se aclaró antes de los módulos de trabajo que por termoelectricidad sólo se referiría a aquella que funciona a base de combustibles fósiles, mientras que otras (biomasa, geotermia, etc.) se discutirían en otras mesas temáticas.

Lo expuesto a continuación se basa tanto en lo expuesto en plenario como en el registro de los procesos en cada una de las mesas de trabajo.

#### **Expectativas**

Existen variadas expectativas respecto a la mesa de termoelectricidad, sin embargo, gran parte de los participantes concuerdan en que es una oportunidad para que los diferentes actores compartan visiones y se busquen acuerdos o ideas que permitan plantear las directrices para el desarrollo de la termoelectricidad en el futuro. En general hay acuerdo que la participación de los distintos actores es algo positivo.

Hubo consenso con el hecho de que es necesario un ordenamiento territorial eficiente, que reconozca los potenciales, necesidades y singularidades de cada zona, y que también entregue certezas a las empresas.

Los participantes esperaban poder entregar sus visiones respecto a cómo alcanzar un desarrollo sustentable, pero diferían en su definición y en cómo alcanzarlo.

En las mesas también se discutió (con diferentes niveles de profundidad) la necesidad de desarrollar normas claras, con estándares ambientales y sociales actualizados, internalizando las distintas externalidades que surgen de la operación de las termoeléctricas.

Existe acuerdo general en que existen impactos ambientales y globales (cambio climático), los cuales debieran ser tratados.

## **Rol de la Termoelectricidad**

La mayor parte de los participantes son de la idea que la termoelectricidad seguirá vigente en los próximos años (al menos hasta el 2050), y luego cabe definir un rol para ella. Existe un disenso entre quienes consideran que su rol será similar al actual, entregando estabilidad y energía base al sistema, mientras que otro le otorga un rol más flexible y como un complemento a la intermitencia de las ERNC. También existen quienes creen que la termoelectricidad no debiera tener ningún rol relevante en la generación eléctrica futura.

Hubo un amplio disenso respecto al nivel ideal que representaría la termoelectricidad en la generación de energía futura. El rango se extendió desde quienes eran partícipes de una generación en proporciones similares a la actual hasta quienes apuntaban a una matriz de generación libre de termoeléctricas.

Dentro de los criterios discutidos para el rol de la termoelectricidad en el futuro se destacan los impactos sociales y ambientales, los costos, la dependencia de importaciones de combustibles fósiles, su aporte a la competitividad del país, y el rol del Estado en su regulación.

A modo grueso, los participantes demostraron su inquietud respecto a los impactos que tiene la termoelectricidad, y la necesidad que existe de internalizar en los costos las externalidades negativas. Respecto a este punto hay quienes plantean matices destacando que las normas también debieran aplicarse a otros sectores con impactos y otros apuntan a que no se debe perder de vista la competitividad del país, especialmente en comparación con los países de Latinoamérica que cuentan con energía de menor costo.

Varias de las discusiones giraron en torno a que el rol ideal de la termoelectricidad debe definirse considerando *trade-offs* como entre las ventajas (como las mencionadas: costo de abastecimiento, beneficios económicos, seguridad de suministro y seguridad del sistema) y las desventajas (como las mencionadas: impactos medioambientales locales y globales, falta de sustentabilidad e impactos sociales).

### 12.2.1.2 Segundo Modulo

En el segundo modulo los participantes de las mesas de trabajo rotaron por cada una de las 5 mesas, dónde en cada una había una pregunta diferente. Cada grupo se mantenía en la mesa durante 20 minutos, dónde los participantes discutían respecto de la pregunta, tomando como insumos sus propias ideas y los tarjetones dejados por los grupos anteriores.

A continuación se presentan algunas de las ideas más discutidas en cada una de las mesas, buscando destacar los consensos a los que se pudo haber llegado.

#### **¿Cuáles son los impactos que más nos preocupan? ¿Por qué? ¿Cómo se distribuyen? ¿Cómo se pueden mejorar?**

Hubo un consenso general en que los impactos sociales y medioambientales son los más preocupantes, esta preocupación se centra principalmente en los impactos que tienen las centrales en las zonas aledañas.

Por otra parte, también se reconoce que tiene impactos económicos los que se dan a nivel país, dando seguridad de suministro y calidad de servicio, principalmente cuando se compara con la operación de ERNC. Sin embargo, hay quienes plantean que esto funciona como una barrera para impedir la entrada de otros tipos de energía a la generación.

Una tercera línea de impactos que también fue mencionada es la vulnerabilidad del país, pues Chile es una economía con un uso intensivo de energía que depende de combustibles fósiles que el país no tiene y debe importar. En este sentido sería deseable mayor independencia energética. Hay un consenso general de los participantes en la distribución desigual de los impactos: mientras los impactos socio-ambientales se dan a nivel local, los impactos económicos se dan a nivel nacional.

Donde existe mayor dispersión es en el tema de las mejoras, aún así la mayoría optó por cambios normativos, ya sea mejorando las normativas existentes o creando las faltantes, que apunten a reducir, mitigar y compensar. También se destacaron patentes/impuestos que se queden en las zonas donde se causan los impactos negativos, internalización de las externalidades en los costos, aumento en de las capacidades del Gobierno y gestión territorial.

#### **¿Cuáles son los estándares mínimos que la termoelectricidad debiera cumplir al 2025? ¿Cuáles arreglos institucionales habría que hacer? ¿Y al 2050?**

El trabajo de los grupos se enfocó en establecer los criterios de forma amplia sobre los que debieran existir estándares en lugar de discutir los niveles de los estándares. Se estableció que lo mínimo es cumplir con los estándares fijados actualmente y se debiera trabajar en una gestión territorial eficiente.

Existe un consenso general en la necesidad de reglas claras para la industria. En este sentido muchos abogaron por estándares crecientes, con tiempos de implementación suficientes y orientados a llevar la matriz termoeléctrica hacia un futuro más sustentable.

En temas sociales varios presentaron el concepto de licencia social, y si bien no se estableció mayor detalle al funcionamiento o alcance de esta, hubo un amplio consenso en que debiera existir de alguna forma. Se reconoce que es un tema especialmente complejo, pero sería necesario para el desarrollo de una termoelectricidad sustentable.

Otros temas tocados incluyen el cierre de las centrales obsoletas (vida útil definida y limitada según el cumplimiento de los estándares establecidos), un filtro de entrada a los proyectos presentados, el *trade-off* entre mejores estándares y los mayores costos (pensando en la competitividad del país), el establecimiento de un objetivo de emisiones, las ventajas del GNL frente al carbón en términos de emisiones de GEI, revisiones técnicas frecuentes de las centrales y buscar una forma de que las comunidades afectadas reciban parte de los beneficios generados por las plantas de termoelectricidad.

### **¿Puede la termoelectricidad brindar energía confiable y a precios razonables? ¿Cómo? ¿Bajo qué condiciones? ¿Qué condiciones lo restringen?**

Si bien el concepto "confiable" no estaba predefinido fue entendido por los participantes como la capacidad de las centrales de entregar suministro cuando sea requerido. Bajo este concepto la mayor parte de los participantes acuerda que la termoelectricidad es confiable, aunque varios dejaron esta afirmación condicionada a la dependencia del mercado externo de combustibles, así como de la relación con las comunidades y el medio ambiente.

Respecto a los precios razonables, si bien la mayoría afirma que si los entregaría, hay quienes cuestionaron que los precios no serían razonables pues no reflejan los costos reales (externalidades) de la termoelectricidad, los nuevos impuestos verdes son un avance en este sentido.

Las condiciones para que la termoelectricidad entregue energía confiable ya precios razonables se relacionan con combustibles económicos, una situación geopolítica favorable, tecnologías adecuadas y certeza regulatoria. En la medida que cuente con las condiciones anteriores se podría soslayar la diferencia existente entre las comunidades y las empresas.

Otros temas tocados, incluyen la necesidad de centrales más eficientes, la vulnerabilidad del sistema al depender de las importaciones de combustibles, la inestabilidad en el desarrollo de los proyectos, y la relación entre confiabilidad y los impactos socio-ambientales.

### **¿Cómo y bajo qué condiciones la termoelectricidad es sustentable? ¿Qué factores la restringen?**

Existe acuerdo respecto a que la sustentabilidad se compone por tres aspectos: económico, social y ambiental. En todos estos aspectos, la termoelectricidad podría mejorar y ser más sustentable, por lo que la regulación y los objetivos buscados son clave. Resulta fundamental definir el periodo con que se evaluara la sustentabilidad.

Dentro del punto de vista económico, el incentivo a la inversión debe estar presente, lo que actualmente es la principal limitante, debido a la procesos judiciales que presentan varios proyectos , ha generado un clima de incertidumbre. Las reglas claras y procesos ágiles deben ser pertinentes para los cambios que se le quieran pedir al sector termoeléctrico.

Respecto a lo ambiental, debe haber avances tecnológicos para el uso más eficiente de los recursos y evitar las fallas técnicas que resulten en daños al medioambiente. Se abordaron temas como mejor uso del agua, perfeccionar el control de emisiones y reducción de los impactos locales mediante el ordenamiento territorial. Es necesario asumir todas las externalidades negativas producidas. La integración de proyectos termoeléctricos con otras industrias aprovecha productos que se pierden en el proceso como el calor. Es necesaria una modernización del SEIA y una mejor fiscalización del cumplimiento de las normas vigentes.

Dentro de lo social, para que sea sustentable debe existir aceptación de todos los agentes reconocidos involucrados, es decir formar parte activa en la evaluación del proyecto. Lo restringe la falta de información de la sociedad respecto a su impacto y las diferentes tecnologías existentes. La compensación no puede quedar a voluntad de la empresa, tiene que ser normada y quedar en la comunidad afectada. Hace falta una normativa de las termoeléctricas y su relación con la sociedad. Para esto es fundamental la relación municipio-empresa-comunidad.

Durante la discusión surgieron dos posturas contrapuestas. La primera, que la termoelectricidad puede y debe ser sustentable según los criterios antes mencionados. La segunda, que no puede ser sustentable ya que los recursos involucrados son limitados en el largo plazo.

También fue un consenso que la política pública debe enfocarse en dos aspectos: el primero es involucrar constantemente nuevas ideas que hagan más eficiente la industria de las termoeléctricas mediante nuevas tecnologías o involucrándose con otras industrias. El segundo, centrarse en regular los acuerdos sociales entre todos los agentes reconocidos involucrados. Existe un historial de malas prácticas como pasivo histórico de las termoeléctricas que se debe asumir y varias localidades que llevan años asumiendo esos costos que deberían ser compensados.

## **¿Puede la termoelectricidad brindar energía que sea inclusiva? ¿Cómo y bajo qué condiciones? ¿Qué factores lo restringen?**

Se concuerda que cualquiera sea el proyecto de generación, debe lograr un beneficio continuo, tangible y sostenible por la gente, gobierno comunal, regional y central. Hay acuerdo en que existe una gran desconfianza entre la empresa, el ciudadano y el municipio, que se debe soslayar.

La termoelectricidad no es inclusiva pues los impactos se distribuyen de manera desigual. La energía económica no llega a las comunidades afectadas, solo las externalidades. En términos de costos, se pide un rol más activo del Estado en la búsqueda de energía más barata, pero que internalice las externalidades negativas. En términos participativos, se debe avanzar en el dialogo temprano entre los actores, es necesario avanzar también en educación ambiental sobre los impactos.

Se menciona la necesidad de establecer reglas claras para el inversionista y sobre el ordenamiento territorial. Se debe fortalecer el SEIA, por ejemplo levantamiento de la información de línea base para conocer las problemáticas de la comunidad y para que las empresas inversionistas conozcan las realidades de cada una de las potenciales comunidades afectadas. La compensación a los actores locales afectados en su justa medida. Asimismo fue mencionado la necesidad de la inclusión laboral de las comunidades aledañas y el desarrollo del capital humano de las mismas comunidades.

## 12.2.2 2ª Mesa de Termoelectricidad (29 de Octubre)

Minuta Resumen

### 12.2.2.1 Primer Modulo

El primer módulo se centra en identificar las **ventajas y desventajas** de la termoelectricidad, y a partir de ellas buscar definir el rol de la termoelectricidad. A los asistentes se les presentó el siguiente listado, y a continuación se presentan las siguientes preguntas libres: **¿Qué tanto concuerda con el listado? ¿Falta destacar alguna ventaja o desventaja?, Considerando estas ventajas y desventajas, ¿Qué tan compatible es la termoelectricidad con otras alternativas de generación (ERNC)?, ¿Qué atributos de la termoelectricidad son fundamentales para el desarrollo energético al 2025, 2035 y 2050? ¿Hay otras tecnologías que puedan reemplazarlas en estos atributos?**

Ventajas	Desventajas
Bajo costo de inversión y generación, al menos en Carbón y Gas Natural	Dependencia de la importación de los combustibles
Localización de las plantas	Impactos socio-ambientales locales
Alta disponibilidad de las plantas	Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (CO <sub>2eq</sub> )
Potencia firme: entrega mayor seguridad al sistema, sin intermitencias	Distribución desigual de los impactos
Algunas tecnologías permiten respuestas rápidas	Costo de operación mayor que alternativas

Los diferentes participantes de la jornada de trabajo fueron asignados a uno de los 6 grupos de trabajo, buscando mantener representatividad de los distintos actores representados en cada una de las mesas. En cada una de las mesas se asignó un vocero que actuó como representante de la mesa y expuso en las instancias de plenario los puntos en que se logró consenso y en los que no se alcanzó.

Cabe destacar que se aclaró antes de los módulos de trabajo que por termoelectricidad sólo se referiría a aquella que funciona a base de combustibles fósiles, mientras que otras (biomasa, geotermia, etc.) se discutirían en otras mesas temáticas.

Lo expuesto a continuación se basa tanto en lo expuesto en plenario como en el registro de los procesos en cada una de las mesas de trabajo.

En general, hubo un amplio consenso en torno a las ventajas y desventajas presentadas en el listado, aun así la discusión revisó alguna de los puntos presentados.

### Ventajas

Respecto a las ventajas de listado se destacaron los bajos costos de la tecnología, sin embargo en varias mesas se levantó el punto de que este costo no sería bajo, pues no incluía los costos sociales producidos por la generación térmica. También se rescató la alta disponibilidad y potencia firme, que permiten entregar respaldo a las ERNC, especialmente a las intermitentes, se aclaró sin embargo que por cuestiones técnicas el rol de respaldo será cumplido principalmente por GNL y Diésel.

Por otra parte, mientras en alguna mesa se rescató como una ventaja relevante la facilidad para localizar las plantas de generación, en otros se acotó que esta ventaja ya no es tal, especialmente por las restricciones surgidas del rechazo social.

Dentro de otras ventajas relevantes en la mayoría de las mesas se mencionó que la tecnología ya es madura y probada ampliamente a nivel internacional. Por lo demás, existe un mercado internacional de combustibles fósiles lo que entregaría seguridad de suministro a nivel de combustibles, esta opinión es matizada por otros quienes aseguran que la dependencia de importaciones produce incertidumbre y que la seguridad no es tal, pues se depende del cumplimiento de contratos con terceros.

En una mesa se agregó el punto sobre los cortos plazo en instalación y puesta en marcha, lo que en el corto y mediano plazo resulta relevante para permitir la satisfacción de la demanda. Sin embargo, se discutió que si bien los tiempos son técnicamente cortos, en la realidad dependen de la aceptación social que puede poner trabas a la ejecución de los proyectos.

Por último se destacan oportunidades de co-generación, que aún están poco expandidas en el país, pero que tendrían un potencial importante, especialmente con desalinizadoras y calefacción.

## **Desventajas**

Respecto a las desventajas no hubo grandes discusiones en torno a las que se encontraban listadas. Si se hizo hincapié en que los costos operacionales, que muchas veces son calificados como bajos, no lo son puesto que los precios no reflejan el verdadero costo social. En este sentido varios abogaron por la internalización de las externalidades para poder determinar si el costo era realmente bajo.

En todas las mesas se refirieron al rechazo social como una de las principales desventajas de la termoelectricidad. Las causas de este rechazo se basaron en la insatisfacción social por la falta de participación temprana de la ciudadanía, así como que el SEA no captura las preocupaciones ciudadanas. Se planteó que la polarización de las opiniones ha impedido un correcto desarrollo y que este se debería a la desinformación y falta de educación en temas energéticos. En algunas mesas se planteó que los pasivos ambientales existentes han creado desconfianza de la población y han contribuido al rechazo social.

También se discutieron que además del daño al aire, el cual se reconoce esta normado con estándares de nivel internacional, las termoeléctricas serían responsables de daño en otros medios como agua y suelo, además de afectar la biodiversidad y el paisaje. Por lo demás, esto tendría efecto sobre una variedad de actividades económicas desarrolladas en las zonas donde operan las centrales. Se dejó constancia de que las generadoras no son las únicas con importantes impactos locales, y es más bien un tema a nivel de industria.

Por último, la dependencia de importaciones aumentaría la incertidumbre de los precios futuros, puesto que los costos de combustibles están sujetos a la volatilidad del mercado internacional. También hay quienes destacaron que depender de otros para abastecer las plantas de combustible es un riesgo para la industria.

### **Compatibilidad con ERNC**

No se alcanzó a discutir el tema en todos los grupos de trabajo, sin embargo en aquellos que se discutió hubo consenso en que son compatibles. Incluso hay quienes plantearon que la termoelectricidad tiene un rol indispensable en el mediano plazo para el desarrollo de las ERNC, aunque quizás a más largo plazo pudiera ser reemplazada en su rol de apoyo por otras tecnologías como biomasa, geotermia e hidrogenación.

En todos los grupos en que se discutió se planteó que es necesario incentivos para que las centrales operen como respaldo pues los costos son mayores que en la operación como generación.

### **Atributos deseables**

No se alcanzó a discutir en todos los grupos de trabajo, sin embargo se mencionaron como atributos deseables la potencia firme para entregar seguridad al sistema, así como bajos costos de inversión y operación, pero manteniendo una alta disponibilidad (factor de planta) que permita asegurar la satisfacción de la demanda.

### 12.2.2.2 Segundo Modulo

En el segundo módulo los participantes de las mesas de trabajo rotaron por 3 mesas, dónde en cada una había una pregunta diferente. Cada grupo se mantenía en la mesa durante 25 minutos, dónde los participantes discutían respecto de la pregunta, tomando como insumos sus propias ideas y los tarjetones dejados por los grupos anteriores.

A continuación se presentan algunas de las ideas más discutidas en cada una de las mesas, buscando destacar los consensos a los que se pudo haber llegado.

¿Qué **proceso** se debería seguir para decidir donde instalar la central? ¿Cuáles serían los aspectos para tomar en cuenta para decidir el sitio? ¿Qué actores (comuna, región, nacional) deberían participar en el proceso? ¿Cual debiera ser el rol del estado en este proceso? ¿Cual debiera ser el rol de la ciudadanía en este proceso? ¿Cuál debiera ser el rol de las empresas en este proceso?

Se consideró fundamental la realización de un proceso multi-actor antes de la decisión de localizar una central, siendo fundamental el rol del Estado como agente coordinador. Es importante que exista una organización de la discusión que considere un Ordenamiento Territorial a nivel Nacional, Regional y Comunal.

Los actores que debieran participar, parten por el Estado como planificador y validador del proceso, este debe estudiar las necesidades y requisitos para la instalación de un nuevo proyecto termoeléctrico, debe validar el proceso con la comunidad afectada y la ciudadanía, pudiendo participar ONGs. Se planteó la posibilidad de que la Academia cumpla un rol de evaluador imparcial del proceso. Finalmente el Estado licita sitios para la construcción de centrales termoeléctricas, que cuentan con permisos ambientales y licencia social de operación, debiendo el privado postular, adjudicándose el proyecto, quien presente la mejor oferta técnico-económica-socio ambiental.

¿Cuáles serían las **condicionantes** para que pudiera decidir instalar una central termoeléctrica? ¿Qué hace que en otros países sí se instalen centrales termoeléctricas? ¿Qué hace que estas centrales sean más o menos aceptadas?

Las condicionantes que se identificaron como fundamentales para facilitar la instalación de centrales termoeléctricas y que hoy no se cumplen en Chile son:

- Ordenamiento Territorial, que minimice el impacto social y ambiental de los proyectos termoeléctricos, el mercado no funciona, cuando hay externalidades de por medio. Se hace necesario abordar el ordenamiento territorial desde un enfoque de condiciones exigibles de satisfacer en vez de zonificación, debido a que cada zona y cada proyecto tienen condiciones particulares, por tanto en lugar de señalar aquí se puede o no se puede

instalar infraestructura, señalar que condiciones se deben cumplir en esa zona para que pueda establecerse un proyecto de manera vinculante.

- Participación temprana de las comunidades, antes de la decisión del sitio.
- Generación de beneficios locales reales, acorde con lo que es afectado y perceptibles por la comunidad afectada.
- Mejorar la educación ambiental, desde edad temprana como parte del currículo escolar, para que la ciudadanía conozca los avances que ha tenido el sector en términos regulatorios.
- Se debe romper con las asimetrías de información, entregando asesoramiento técnica a la ciudadanía para que puedan entender las implicaciones de la instalación de una central en su territorio
- Falta de credibilidad actual por parte de la ciudadanía con respecto al rol del Estado y de los privados, es fundamental reconstruir confianzas.

Respecto a los **instrumentos** para el ordenamiento territorial, ¿Se requieren modificaciones a los instrumentos de OT actuales? ¿Se requieren otros instrumentos de ordenamiento?

Existió un amplio consenso en que la prioridad debiera ser la correcta implementación y supervisión de los Instrumentos de Planificación Territorial (IPT) existentes, antes de pensar en la necesidad de crear IPT nuevos. Se argumentó que existe descoordinación y falta de coherencia a nivel de estado y luego los IPT no estarían cumpliendo su función.

En este sentido los IPT deben responder a una política de Estado, que debe definir las necesidades a nivel país, además de las características, necesidades, vocaciones y potencialidades de cada zona para buscar generar IPT eficientes. Se planteó la necesidad de un ente supra-ministerial dedicado a la coordinación de estos instrumentos, y quién tome las decisiones que se relacionen con este tema.

Por otra parte, si bien se quieren instrumentos claros y vinculantes, también es deseable que sean flexibles. En este sentido una postura que tomó fuerza es la de establecer zonas donde no se restringen determinadas actividades, en lugar de establecer zonas para determinadas actividades.

Otra alternativa que se discutió era la posibilidad de realizar una centralización de las decisiones y generar permisos territoriales predefinidos, los cuales podrían incluso ser licitados. Esto tendría la ventaja de hacer más expedito el proceso, sin embargo tiene importantes dificultades a la hora de implementación pudiendo ser poco eficiente.

Otro punto relevante, es la participación ciudadana en el diseño de los IPT tanto para la caracterización del territorio como para el diseño final de estos. Sólo con la participación es

posible dar legitimidad a los procesos de diseño y los resultados finales. Esto en conjunto con la comunicación constante y transparente permitiría alcanzar IPT eficientes y validados a nivel social.

Por último se destaca la necesidad de la integración de la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) con los IPT, pues la coordinación entre los IPT y los EAE generan sinergias relevantes.

### 12.3 Anexo 3: Respuesta a observaciones al informe final borrador

Tras la elaboración del informe final borrador y su respectiva aprobación por la División de Desarrollo Sustentable del Ministerio de Energía, el consultor difundió el día 9 de enero de 2015 el informe final borrador entre más de 160 representantes de los sectores: Público, Privado, ONGs, Academia y Consultores; estableciendo un plazo hasta el 21 de enero de 2015 para enviar observaciones.

Durante el proceso de observaciones se recibieron comentarios de representantes de los sectores Público, ONGs, Academia y Consultores; lamentablemente no se recibieron comentarios provenientes del sector privado. En particular se recibieron un total de 52 observaciones, tanto de carácter general como específicas.

En lo que respecta a observaciones generales, se recibieron 2 comentarios referidos al proceso y 8 referidas al documento elaborado. En la siguiente tabla se presentan los comentarios y las respuestas a estas.

**Tabla 12-3 Respuestas a observaciones generales**

Tipo de Observación	Observación	Respuesta
<b>Al Proceso</b>	Válido como “brain storming”. Requiere más profundidad analítica, de todos modos	Se traspasará la apreciación a la Iniciativa Energía 2050, para las etapas futuras
<b>Al Documento</b>	Muy extenso. Hay repeticiones de apreciaciones, o párrafos mal ubicados.	Acogida parcialmente, hay un resumen ejecutivo, pero se buscan entregar antecedentes fundamentados, no solo transcribir el proceso
<b>Al Documento</b>	Una jerarquización de problemas y soluciones sería recomendable: qué es primero, si lo político, lo mercantil, lo social, etc.	No acogida, la jerarquización de los problemas es subjetiva y transversal a todas las Mesas del proceso. Sin embargo, se traspasará el comentario a Energía 2050, para que se evalúe esto en el futuro.
<b>Al Proceso</b>	Idoneidad del lugar donde se realizó (poco espacio).	Se traspasará la apreciación a la Iniciativa Energía 2050, para las etapas futuras
<b>Al Documento</b>	Mucho error ortográfico y de redacción.	Acogido y corregido
<b>Al Documento</b>	Como observación general tanto al documento de la mesa de Termoelectricidad como a la Agenda energética, destaco que falta realzar la urgencia de tomar acciones ambiciosas en materia de cambio	Se traspasará la apreciación a la Iniciativa Energía 2050, para las etapas futuras

	climático. En el informe se toca el tema pero en la Agenda no, y es justamente en el sector energía que se pueden lograr mayores reducciones de GEI en nuestro país.	
<b>Al Documento</b>	RECIEN EN LA PAGINA 108 aparece la definición de GEI!!!!!!!!!!	Acogido y corregido
<b>Al Documento</b>	Se sugiere revisar y mejorar la redacción, lenguaje y conectividad del texto. Se distingue una mejor redacción a partir de la página 46.	Acogido y corregido
<b>Al Documento</b>	En general, se sugiere mejorar la redacción del mismo y enfocarse más claramente los resultados en vez de en todas las etapas del proceso (más enfoque en la breve descripción inicial del mismo y en la información contenida en los últimos párrafos)	Acogido parcialmente, se revisó la redacción, pero no se estima adecuado ir directo a los resultados, dado que el equipo consultor considera fundamental dar cuenta del proceso.
<b>Al Documento</b>	Las tablas 6-1, 6-2 y 6-3 no son claras al identificar los rangos entre los que se encuentra la composición del parque generador para cada escenario. Por ejemplo, si se escogen como combinación todos los mínimos por tecnología, suman un 80%, mientras que los máximos un 120%. En este sentido, creo es necesario dejar explicitado que alguna tecnología (probablemente la hidro) corresponde a la diferencia sobre 100% del resto para asegurar escenarios completos y comparables en términos de penetración termoeléctrica en los casos extremos y e intermedios.	Se utilizaron rangos, dado que "casarse" con un % es imposible, dada las oscilaciones propias de las contingencias de cada año (ej: estrechez hídrica, entre otros). Por ello se proponen rangos de generación y no un valor fijo, por esto no suman un 100%, por esto la suma del máximo de cada opción supera el 100% y la suma del mínimo está por debajo.

Fuente: Elaboración Propia

En lo que respecta a observaciones específicas, se recibió un total de 42 comentarios, en la siguiente tabla se presenta el detalle de estos y el tratamiento que se les dio.

**Tabla 12-4 Respuestas a observaciones específicas**

Sección del Informe	Página	Párrafo	Observación	Respuesta
<b>1. Resumen Ejecutivo</b>	4		Muy largo y los textos muy comprimidos. En el resumen deberían estar presentadas en forma ordenada y clara las conclusiones esenciales o envolventes de acuerdo con el desglose en detalle que se hace en los capítulos respectivos, y lo que serían las propuestas concretas que pudo haberse alcanzado o configurado para el futuro energético en termoelectricidad al 2050	No acogida, el resumen ejecutivo tiene menos de 5 planas y no se busca la mera comunicación de resultados finales. Dado que el informe es parte de un proceso, es fundamental dar cuenta de esto y explicar el enfoque que se utilizó, dado que no es una mera recomendación de expertos, de hecho no da cuenta de las preferencias de estos necesariamente.
<b>1. Resumen Ejecutivo</b>	4	2da. Línea del pár.2	Cambiar "...debiera incorporar..." , por ... <u>debería</u> incorporar...Idem en línea 7ª., et al. en el documento	Observación no acogida. Se considera que la propuesta desarrollada en el documento sugiere lineamientos para la política energética. La decisión final de acogerlos depende del Comité Consultivo de Energía 2050. En este sentido la utilización del pretérito imperfecto del subjuntivo ("debiera") es más correcto que la utilización del condicional simple del indicativo ("debería").

<p><b>1. Resumen Ejecutivo</b></p>	<p>4</p>	<p>Pár. 3</p>	<p>La exclusión de la opción nuclear fue observada en ambas sesiones. Aprecio que la decisión no ha sido acertada cuando el país se plantea realizar una mirada a largo plazo, teniendo en cuenta que una exclusión a priori sin que hayan existido los análisis que se requieren dejan al país sin la posibilidad mínima de evaluar con suficiente profundidad dicha opción. Y dado que posee méritos, debería ser parte del mix a analizar ahora para el futuro.</p> <p>Por otra parte, conceptualmente la núcleo-electricidad es una tecnología termo-eléctrica, y escapa a esto también su exclusión. Parece antojadizo, más que analizado esto. Y estimo que debe haber amplitud en el análisis. Mi participación en la Mesa Termoelectricidad proviene desde el Colegio de Ingenieros, el que en su Comisión Energía observa y analiza todas las opciones y situaciones energéticas posibles para el país, las en uso y las de innovación. Por eso, incluye, lógicamente, la núcleo-electricidad, con sus méritos y deméritos., y se plantea como tarea colaborar para su examen y debate con la mayor profundidad posibles por la sociedad chilena. Por ello, nos llama la atención la omisión antes dicha.</p>	<p>Efectivamente dentro del alcance del documento, la termoelectricidad sólo considera generación de electricidad a partir de combustibles fósiles. Es decir, no se considera la opción nuclear (esto se explicita en el Capítulo 4). Sin perjuicio de lo anterior, se incluyó una nota al pie que explicita la preocupación respecto a la ausencia de la evaluación de la opción nuclear.</p> <p><i>"La decisión de sólo considerar la generación en base a combustibles fósiles dentro del concepto "termoelectricidad" fue cuestionada por asistentes a las jornadas. La exclusión de la "núcleo-electricidad" fue especialmente cuestionada, pues la opción no sería considerada en ninguna de las otras mesas temáticas."</i></p>
------------------------------------	----------	---------------	--	--

<p><b>1. Resumen Ejecutivo</b></p>	<p>4</p>	<p>Pár.4</p>	<p>Es como el punto de partida o “reason why” del problema a abordar. Su descripción debería ser más exhaustiva, estimo, no tan circunscrita a hechos puntuales, sino a situar el problema en el contexto e implicancias de las situaciones mencionadas: “sin energía no habrá crecimiento” (¿) ¿es una cuña? , o ¿es una afirmación política predictiva?, o ¿deviene de un análisis y cuál, y es compartido?; el crecimiento de las ER en menor medida, ¿respecto de qué?; ¿incertidumbre de los inversionistas? Si el problema es de país, y esa incertidumbre es la que debería pesar primero; las “aristas” de carácter global (¿) y las presiones ¿de quiénes? Y ¿cuáles serían sus efectos políticos, diplomáticos, económicos, tecnológicos y desarrollo social, etc?, etc</p>	<p>Se revisó el párrafo precisando las afirmaciones. No se realiza una descripción exhaustiva, pues esta se hace en el desarrollo del documento, especialmente en el capítulo "4. Contexto: La Termoelectricidad en Chile".</p>
<p><b>1. Resumen Ejecutivo</b></p>	<p>4</p>	<p>1</p>	<p>Falta un espacio en la última línea del primer párrafo cuando se refieren a Casa de la Paz.</p>	<p>Acogida.</p>
<p><b>1. Resumen Ejecutivo</b></p>	<p>5</p>		<p>La tabla 1.1 no suma (163), sino (162).</p>	<p>Acogida.</p>
<p><b>1. Resumen Ejecutivo</b></p>	<p>6</p>	<p>Últ. Pár.</p>	<p>Difiero del “consenso” en cuanto a la conveniencia de la interconexión energética con otros países. Se mencionó, pero son tantos los condicionales que hacen ver lejana sus conveniencia. Se mencionó sólo referente al gas natural desde Perú y Bolivia. Eso, no está para nada claro que sea factible dados los consumos ya comprometidos por esos países, respecto de sus reservas., y a las dificultades políticas permanentes</p>	<p>Se actualizó el documento: <i>"Hay consenso en que la interconexión energética con los países vecinos podría resultar beneficiosa, sin embargo, se reconoce que ésta posibilidad depende de múltiples condicionantes, entre ellos la situación geopolítica del país."</i></p>

<b>1. Resumen Ejecutivo</b>	7	4	Debería ser proyectos en vez de proyecten.	Acogida.
<b>1. Resumen Ejecutivo</b>	8	Pár. 1	Respecto de emplear las centrales termoeléctricas como respaldo de las ERNC, se mencionó como una opción, haciendo énfasis en la necesidad del mínimo técnico operacional de estas plantas, lo cual tiene un alto costo unitario.	Esta idea es ampliamente desarrollada en la sección 6.2, cuando se introducen los mercados de servicios complementarios.
<b>5. Desarrollo de las jornadas</b>	18		Ídem tabla 1.1: no suma (163), sino (162).	Acogida.
<b>6. Escenarios y rol de la...</b>	24	1	Falta una explicación de cómo se construyen los porcentajes citados. Al parecer corresponde a una suma entre centrales carbón, petróleo, gas natural y algún porcentaje ERNC.	Anteriormente se explicita que: <i>"Estos rangos fueron elaborados por el equipo, buscando representar las visiones expuestas en las jornadas, sin representar necesariamente la visión del equipo ni de los expertos."</i>
<b>7.1 Diagnóstico</b>	30	4	La figura 7-1 no corresponde a un esquemático del ciclo una central termoeléctrica, sino se refiere a la termoelectricidad (así es resaltado en el título de la figura a la que hace referencia el párrafo). Revisaría el uso del concepto de ciclo de vida, puesto a que la termoelectricidad como proceso no es cíclico, buscando cambiarla por algún equivalente a proceso.	Acogida. Se precisó el término en el documento refiriéndose a las distintas "etapas" de la termoelectricidad.
<b>7. Temática Ambiental</b>	33	3	Ortografía, dice "pesé", debe decir "pese" (sin acento).	Acogida.
<b>7. Temática Ambiental</b>	33	3	Ortografía, dice "dado a", debe decir "debido a".	Acogida.

<p><b>7. Temática Ambiental</b></p>	<p>32</p>	<p>1</p>	<p>En el párrafo se señala: "Por lo demás, el país ha adquirido un compromiso voluntario de reducción de GEI el cual ha sostenido en las distintas conferencias de las partes<sup>13</sup>, desde el COP15-Copenhague: <i>"...Chile tomará medidas de mitigación apropiadas para lograr una desviación del 20% por debajo de la línea base de emisiones "Business as Usual" para el año 2020 según las proyecciones del año 2007. Para lograr este objetivo Chile necesitará un nivel relevante del apoyo internacional"</i> Sin embargo no queda claro a un lector no introducido en el tema lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Que es GEI? NO SE DEFINE EN NINGUNA PARTE</li> <li>· cuales son las implicancias del compromiso voluntario</li> <li>· cuál es la importancia de la COP</li> <li>· el contexto de negociaciones internacionales</li> <li>· la necesidad de tomar medidas de mitigación ambiciosas</li> <li>· Los beneficios económicos de mitigación (Según MAPS chile, el PIB crecería un 4% y el empleo del orden del 3% con escenarios medios y altos de mitigación)</li> </ul>	<p>Se incorporan definiciones introductorias al tema. Se incluyó el significado de GEI en la primera mención de ellos (capítulo 4). Se complementó la definición de COP, resaltando su importancia</p>
<p><b>7. Temática Ambiental</b></p>	<p>34</p>	<p>Nota al pie.</p>	<p>Cuidado, porque el fallo del Tribunal Ambiental se impugnó ante la Corte Suprema (el proceso aún no termina).</p>	<p>Acogida. Se incluyó el antecedente en la nota al pie</p>

<b>7. Temática Ambiental</b>	34	Tabla.	Los Decretos Supremos (DS) deben indicar el Ministerio del cual emanan, sino no tienen sentido.	Acogida. También se incorporó en la tabla de la sección 8.4
<b>7.2 Expectativas</b>	39	1	Tercera línea, falta palabra sobre “la que hay consenso”.	Acogida. Se refería a la aspiración por un desarrollo sustentable
<b>7. Temática Ambiental</b>	40	4	Redacción, sobra palabra: “espacio para mejores sistemas de sistemas de abatimiento...”	Acogida.
<b>7. Temática Ambiental</b>	40	5	Ortografía, dice “manteamientos”, debe decir “mantenimientos”.	Acogida.
<b>7.2 Expectativas</b>	40	4	Se repite la palabra sistema en la primera línea.	Acogida.
<b>7.2 Expectativas</b>	41	1	Segunda línea, ¿dado qué?	Acogida. Sobraba palabra "dado".
<b>7. Temática Ambiental</b>	42	1	Quedo la frase inconclusa: "Como se puede ver en la Tabla 7-8, existen impactos que no cuentan con regulaciones ambientales específicas, sin embargo esto no implica siempre que sea necesaria una norma dado."	Acogida. Sobraba palabra "dado".
<b>8. Temática Regulatoria</b>	51	1	Error, el Servicio de Evaluación Ambiental se crea en el año 2010 y no en el año 1994 como indica el documento.	Acogida.
<b>8. Temática Regulatoria</b>	52	Cuadro	No se incorporó la idea mencionada por esta organización en orden a que dentro del SEIA las comunidades están en una posición de desequilibrio en las capacidades técnicas para afrontar el proceso de participación en un contexto de Estudios de Impacto ambiental complejos y con gran cantidad de información. Se propone por tanto destinar recursos para capacitar a las comunidades tanto en los aspectos técnicos como en cuestiones legales.	El documento recoge la idea en la sección "10.2 Generación de Confianza". Esto bajo la lógica de que la asimetría de capacidades e información son temas sociales y que tienen efectos directos sobre la desconfianza en el sistema.

<p><b>8.5 Mercado Eléctrico -Escenario rol de energía base</b></p>	<p>58</p>	<p>Pár 2</p>	<p>Lo sucedido hasta ahora y con los episodios mencionados, que se reumen en “desconfianza social en el sistema”, también merecería un examen más profundo en cuanto a qué debe hacerse como estrategia país al 2050. Las certezas regulatorias al inversionista ¿qué serían?, así como “Estado serio”, no parece sean afirmaciones consistentes.</p> <p>Un Estado con institucionalidad moderna, competente, con capacidades profesionales del mejor nivel , junto con normas que rijan objetivamente el desarrollo del país, parece serían por ejemplo, conceptos más adecuados para plantearse como tareas al futuro.</p> <p>En el fondo, tal como se mencionó en las mesas, se esperaría un papel del Estado inclusivo para todos los actores, con una visión de política energética que comprometa a todos y con reglas del juego (mercado eléctrico) que hoy son inadecuadas., a la vista de los problemas que se conocen. No se mencionó como de “mediador” el papel del Estado, sino de un actor relevante más “conductor”, si se quiere.</p>	<p>El examen más profundo de la "desconfianza social en el sistema" se realiza en la sección "10.2 Generación de Confianza".</p> <p>Se revisó el documento para evitar afirmaciones poco consistentes como las mencionadas.</p>
<p><b>8.5 Mercado Eléctrico</b></p>	<p>58</p>	<p>1</p>	<p>Párrafo repetido con 8.1, párrafo 1.</p>	<p>El mercado eléctrico y el rol del Estado son temáticas muy relacionadas. Los párrafos introductorios buscan contextualizar al lector, entregando información similar, pero con énfasis.</p>

<p><b>8.5 Mercado eléctrico</b></p>	<p>58</p>	<p>Pár. 3 y 4</p>	<p>Si bien las referencias citadas de CCTP y CADE, son referencias importantes, no fueron parte en el trabajo de las mesas. Ni tampoco la conclusión “está claro que es necesario incentivar la inversión...” Estimo que el examen da para mucho más que eso. Y eso es algo que estuvo en el ambiente de las mesas, dado el exceso de capacidades de generación mostrados en una de las exposiciones tanto en SIC como en el SING. El diagnóstico sobre el mercado eléctrico chileno debería profundizarse. ¿no podría reflejarse ésta, justamente, como una conclusión de alta relevancia</p>	<p>Las referencias son incluidas como una forma de complementar las ideas desarrolladas en las jornadas de trabajo. Se revisó la redacción para atenerse a lo discutido en las jornadas de trabajo. Se resaltó la necesidad de un análisis profundo en las conclusiones</p>
<p><b>6.2 Escenario rol de respaldo ERNC</b></p>	<p>59</p>		<p>Interesante el examen que se aporta; aparte de las medidas que uds. Proponen, sugiero dejar como conclusión que es una opción que merece valuaciones más cuantitativas, a lo menos.</p>	<p>Se resaltó el análisis cuantitativo en las conclusiones del documento.</p>
<p><b>9.1 Ventajas técnico-económicas</b></p>	<p>63</p>	<p>Pár. 1</p>	<p>¿Es efectivo que el factor de planta en Chile es 90% para las centrales termoeléctricas? Es lo mismo que factor de carga, se entiende. O sea, cantidad de energía real entregada, MWh, respecto del total nominal a plena potencia, para un período.</p>	<p>Sí, es efectivo. Un indicador expost de la disponibilidad son los factores de plantas calculados como (energía generada en un período)/(potencia nominal por duración del período)</p>
<p><b>6.2 Escenario termoelectricidad como respaldo</b></p>	<p>66</p>	<p>Pár. 2</p>	<p>“Chile es un ...” parece ser muy coyuntural y poco prospectivo con suficiente profundidad. Sugiero revisar las conclusiones enmarcadas, que no provienen del examen de las mesas, ya que esto no se alcanzó, obviamente, a evaluar.</p>	<p>Se precisó que "<i>En la actualidad, Chile es un importador neto</i>" Dentro de las jornadas, en algunos grupos de trabajo se alcanzaron a levantar los puntos enmarcados, aunque no fueron profundizados. Se consideró relevante incluir aquellos puntos dentro del documento.</p>

<b>6.3 Escenario transición a un sistema sin termoelectricidad</b>	66		En las mesas se expresó esto como una opción deseable, por algunos, pero requiere mucho más análisis, obviamente. Sugiero sea esa la conclusión, por ahora.	Todas las alternativas futuras requieren un análisis cuantitativo y cualitativo profundo, respecto de las implicancias a nivel social, técnico-económico, político y ambiental. Así fue indicado en las conclusiones.
<b>9.2 Tema país</b>	67	Pár. 1	Me parece que en este aspecto, la relevancia no está sólo en la competitividad en los mercados.	En tema país se considera la competitividad del país en los mercados, seguridad del suministro, la volatilidad de los precios, dependencia energética, interconexión con países vecinos, entre otros temas levantados en las jornadas de trabajo. Por ser un tema recurrente en las mesas se dio énfasis a la competitividad.
<b>9.3 Futuro del sector termoeléctrico</b>	73	Pár. 1	Interesante el aporte temático.	Los temas presentados fueron levantados por los participantes de las jornadas, el equipo busco complementar los temas con antecedentes atingentes.
<b>9.3 Futuro del sector termoeléctrico</b>	73	Pár. 1	El tema energético en global es un asunto de Estado, y por tanto es una materia de definiciones políticas; como en todo el mundo, por lo demás. En que los actores privados y del estado-gobierno, deben estar armónicamente integrados.	Acogida.
<b>6.1 Escenario TE como energía base</b>	74	Ultimo pár.	¿qué sería "señal del Estado" ...?	Hay una amplia gama de señales que el Estado podría dar para no ser neutral frente a las tecnologías de generación. Se incluyeron algunos ejemplos en el documento.
<b>10. Temática Social</b>	78	Último	Redacción, dice "de los daño en salud", debe decir "daños".	Acogida.
<b>10. Temática Social</b>	78	Cuadro	No se consideró la observación realizada en orden a entregar a las comunidades no solo beneficios económicos o laborales para lograr la aceptación, sino otorgarles capacitación para abordar la evaluación del	Esto se realiza en la sección siguiente: "10.2 Generación de Confianza"

			proyecto, entenderlo y posibilitar el ejercicio de sus derechos en el SEIA.	
<b>10.1 Inclusión y compensación de impactos</b>	78	Pár. 3 y 4	<p>Mi sugerencia fue, que en el fondo, se podría caracterizar lo descrito, como la necesidad de explicitar y balancear la sumatoria (o integral) de relaciones de costo/beneficio para cada uno de los distintos grupos de interés, en cada opción de instalación de plantas generadoras, ya que son distintos.</p> <p>Por otra parte, debería compatibilizarse que cada solución no sólo tiene que ver con el interés local (su propia relación costo/beneficio) (¿cómo se representa genuinamente éste?), que a su vez debería ser integrado positivamente con el interés nacional (otra relación costo/beneficio)</p>	Acogida. Se dejó explícito en el documento.
<b>10.2 Generación de confianza</b>	81	2	Validas debe ser corregido por válidas.	Acogida
<b>10.3 Temas macros</b>	83	2	Párrafo repetido con página 72, párrafo 2.	Efectivamente se considera que el desarrollo sustentable es un tema país y un tema macros. Previendo que algunos lectores podrían remitirse a secciones específicas de documento, se optó por repetir el párrafo en ambas secciones.
<b>11. Conclusiones</b>	85 y 86	Todos	Todos los pár de esta pág y el 1ro. de la pág 86 son más bien introductorios, nó conclusiones	Los párrafos citados corresponden a conclusiones de los primero objetivos específicos.

Fuente: Elaboración Propia