

LO QUE DEBEMOS SABER



Fotografía: Claudia Paol Olivato

En los últimos años hemos visto en Chile un limitado debate sobre energía, centrado principalmente en la generación de electricidad, en el que se establecen posiciones y opiniones en relación a cuál es la mejor forma de producir electricidad en el país: hidroelectricidad, termoelectricidad, energías renovables no convencionales (ERNC) e incluso energía nuclear, analizando costos y beneficios de una u otra tecnología con miras a abastecer la demanda eléctrica de Chile durante los próximos años.

Esta discusión pública se ha dado a través de los medios de comunicación, en seminarios y otras actividades, donde las opiniones de autoridades de gobierno, políticos en general y empresarios de diversos sectores -tanto productores como grandes consumidores de energía- aparecen con una presencia relevante y mayor visibilidad. En este contexto, ciudadanos y organizaciones de la sociedad civil resultan poco considerados.

Las opiniones ciudadanas y particularmente los conflictos socioambientales ocasionados por proyectos de generación eléctrica han ido en aumento a partir del año 2006 debido a la crisis de abastecimiento de gas natural proveniente de Argentina, lo que provocó, desde mediados de 2007, recortes superiores al 90% del suministro contratado, situación que mantuvo en jaque la seguridad del suministro eléctrico, y su relación con el aumento en la proyección y construcción de una serie de centrales termoeléctricas a carbón y diesel destinadas a satisfacer la demanda eléctrica de corto plazo.

Esta situación cristalizó sus demandas durante el primer año del gobierno del presidente Sebastián Piñera, cuando la termoelectricidad se posicionó en el centro de la discusión pública en torno a la generación eléctrica, principalmente después de la intervención del Presidente de la República para frenar la construcción de la central termoeléctrica Barrancones, colindante a una reserva marina, hecho que marcó un hito y es una señal clara que las cosas en materia de institucionalidad ambiental y política energética no están bien y que es necesario revisar lo que pasa en nuestro país en materia de política pública.

Además, esta situación adquiere una connotación socioambiental aún mayor cuando se observa que la finalidad de este tipo de proyectos no es otro que dar respuesta a la creciente demanda energética de los sectores industrial y minero, quienes en la actualidad -en conjunto- consumen cerca del 66% de la electricidad total generada en el país (29,3% Industria y 36,4% minería), es decir, el triple del consumo público y residencial, quienes sólo justifican el 18% de la demanda total en este sentido.



Fotografía: Claudia Pool Oviedo

Ante esto, la presente cartilla busca contribuir a que ciudadanas y ciudadanos conozcan y entiendan los conceptos claves del sector termoeléctrico, con la finalidad de facilitar tanto su comprensión, como un posterior análisis de su funcionamiento y regulación en el ámbito nacional, como también la situación de este tipo de generación a nivel internacional. Además, se describen los impactos sociales, ambientales y económicos que produce este sector, así como su contribución al calentamiento global y el cambio climático.

¿Qué es la termoelectricidad?

La termoelectricidad es toda aquella forma de generar electricidad mediante la utilización de calor, el cual es utilizado para generar vapor de agua, cuya presión alimenta el movimiento de una turbina que, conectada a un generador, transforma esta energía mecánica en electricidad.

De esta manera, dependiendo de la manera en que se genere el calor necesario para activar este proceso es posible diferenciar dos tipos de termoelectricidad: la primera corresponde a la termoelectricidad convencional, cuya característica principal es que se estructura sobre la utilización combustibles fósiles, como el carbón, gas y petróleo; mientras que el otro tipo de termoelectricidad corresponde a la termo-nuclear -comúnmente conocida como "energía nuclear"- la que corresponde a la generación de electricidad mediante el aprovechamiento del calor desprendido por distintas reacciones nucleares.

Clasificación de termoeléctricas convencionales

En la actualidad existen diversas formas de generar termoelectricidad, las que se diferencian de acuerdo al tipo de combustible utilizado para generar calor y a la tecnología de combustión empleada. Los principales combustible utilizados son carbón, petróleo, gas (sea este natural o licuado de petróleo), petcoke y biomasa¹. Cada uno de estos combustibles puede tener distintas calidades de combustión y por tanto ser más o menos eficiente en la generación.

En cuanto a las tecnologías existentes para el proceso de combustión, se pueden agrupar en tres grandes tipos: 1) tecnología clásica; 2) tecnología de ciclo combinado y; 3) tecnología dual.

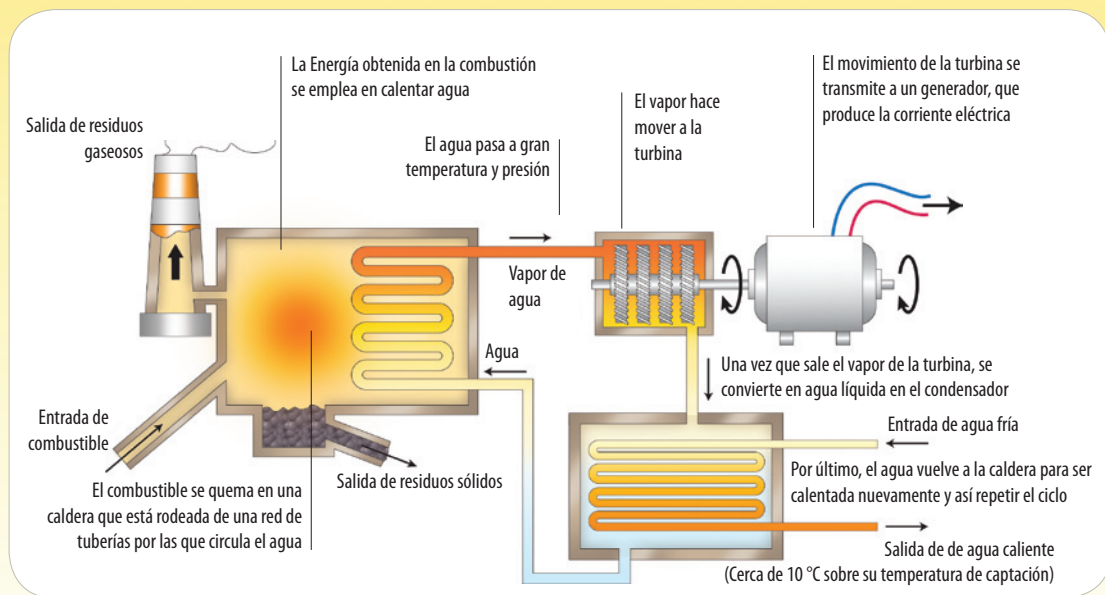
- 1 Centrales clásicas o convencionales:** aquellas cuyo proceso de generación eléctrica se deriva de la utilización de vapor como propulsor del movimiento de turbinas.
- 2 Centrales de ciclo combinado:** la principal característica de este sistema es que su tecnología permite mover dos tipos de turbina, una accionada mediante el calor resultante de la combustión directa del gas; y otra, a través de la reutilización del calor desprendido de la combustión del gas, que es utilizado para producir vapor de agua y así activar un proceso clásico de generación termoeléctrica. Lo particular de esta tecnología es que permite una utilización más eficiente del combustible, es decir, genera la misma electricidad que una central clásica con una menor cantidad de combustible, provocando menos impactos ambientales y mayores grados de eficiencia.

¹ El petcoke es lo que queda después de refinar el petróleo, una forma sólida de carbón. Es poroso, de color negro o gris oscuro, contiene altas cantidades de azufre y metales pesados como níquel y vanadio, además en Chile se utiliza como combustible. La biomasa corresponde a toda materia orgánica no fósil de origen biológico que constituya una fuente de energía explotable.

- 3 Centrales duales:** poseen la particularidad de estar adaptadas para operar mediante la utilización de dos combustibles diferentes, generalmente gas y petróleo, mientras que los procesos de combustión pueden variar entre clásica o de ciclo combinando, dependiendo del combustible utilizado.

Además, existe una práctica de combustión llamada "Co-Firing" o "Co-Combustión" que corresponde, al igual que en la tecnología dual, a la utilización de dos tipos de combustibles, con la diferencia que ésta realiza una combustión conjunta de ambos. Su implementación en Chile ha sido de importancia para el sector privado, principalmente para el forestal, debido al potencial energético que significan los desechos desprendidos de cada uno de sus procesos de producción.

Figura N° 1: Diagrama de una central termoeléctrica clásica



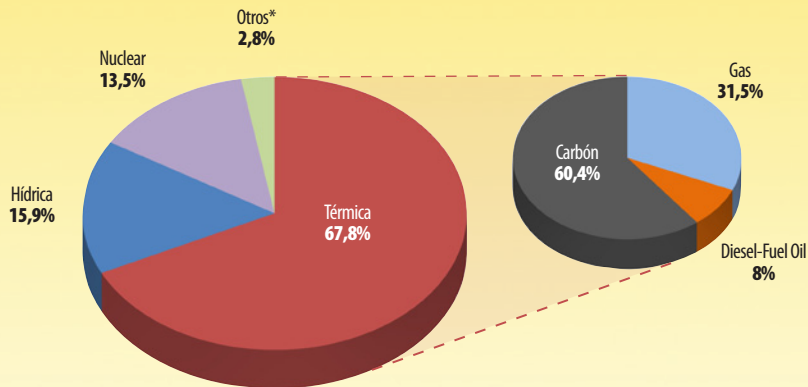
Fuente: *Elaboración propia.*

La termoelectricidad más intensiva en términos de impactos socioambientales negativos es aquella sustentada en el uso de carbón y petcoke, debido a las características propias de estos combustibles, de los que se desprende la emisión de cenizas y residuos de combustión, dióxido de carbono (CO₂), dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), material particulado, hollín y metales pesados como mercurio, níquel, vanadio y cadmio, entre muchos otros contaminantes.

¿Cuál es la importancia de la termoelectricidad en el mundo?

Según la Agencia Internacional de Energía (IEA, por su sigla en inglés)² durante 2008 en el mundo se generó electricidad por un total de 20.181 TWh³, de los cuales cerca del 68% (13.635 TWh) correspondió a termoelectricidad⁴, lo que convierte a este tipo de generación eléctrica en la principal fuente del sector eléctrico mundial.

Figura N°2: Generación eléctrica mundial por tipo de fuente
Cifras en % sobre un total de 20.181 TWh al año 2008



* Incluye geotérmica, solar, eólica, combustibles renovables y residuos.

Fuente: International Energy Agency 2010. "Key World energy Statistics 2010".

¿Cómo se compone el sector termoeléctrico a nivel mundial?

La principal fuente energética a nivel mundial es el carbón, combustible mediante el cual se generó el 60,4% (8.263 TWh) de la termoelectricidad mundial durante el 2008. Los otros combustibles que integran la matriz termoeléctrica convencional son el gas y el petróleo, con participaciones del 31,5% (4.301 TWh) y 8% (1.111 TWh) durante el mismo periodo, respectivamente (ver Figura N° 2).

Estos datos indican la importancia que tiene el sector termoeléctrico a nivel mundial, así como la dependencia energética del sector eléctrico en cuanto a la utilización de combustibles fósiles, particularmente de carbón.

² Agencia Internacional de Energía, IEA (2009), "Key World Energy Statistics 2010", pág. 24.

³ Terawatts hora, equivalente a 1.000 Gigawatts hora (GWh).

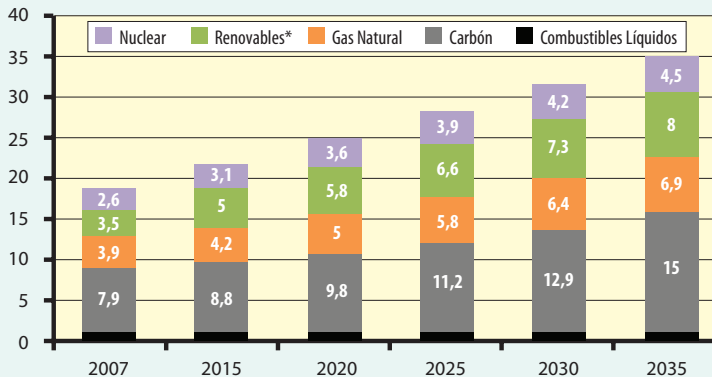
⁴ Las cifras consideradas excluyen la generación de electricidad termo-nuclear y termo-solar.

¿Cuáles son sus proyecciones?

En relación al futuro de la oferta eléctrica, la oficina de Administración de Información de Energía de Estados Unidos (EIA, por sus siglas en inglés), en su reporte Energy Outlook 2010, estimó que al año 2035 la generación eléctrica mundial llegaría a los 35.200 TWh, lo que significaría un aumento cercano al 74% en comparación con los 20.181 TWh de 2008

En cuanto a la termoelectricidad convencional (carbón, gas y petróleo), se proyecta un crecimiento en su generación neta⁵ de 78% respecto del año 2007, sustentada principalmente en el uso de carbón, combustible que aumentaría su participación en un 90%, llegando a representar el 66% de la matriz termoelectrica al año 2035, así como el 43% de la matriz total del sector eléctrico. En tanto, los combustibles líquidos reducirían su participación en 12%, mientras que el gas natural incrementaría en 77%, constituyendo respectivamente el 4% y el 30% de la matriz termoelectrica mundial al 2035.

Figura N° 3. Proyección de la generación neta de electricidad mundial según insumo de producción.
Series en miles de TWh.



Fuente: EIA, "International Energy Outlook-2010".

*Considera renovables convencionales (hidroelectricidad) y no convencionales (eólica, solar, geotérmica, mini hidro, mareomotriz, biomasa, etc.)

La Figura N° 3 refleja la composición de la matriz de generación eléctrica proyectada por la EIA. Esta información es poco alentadora, si se considera que el planeta debe reducir drásticamente sus emisiones de gases de efecto invernadero -principalmente CO₂- relacionadas con la quema de combustibles fósiles, medida principal que contribuye en la disminución de los efectos del calentamiento global y sus respectivas consecuencias en el cambio climático.

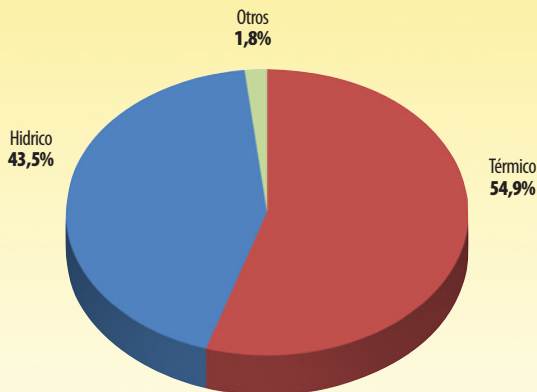
⁵ Corresponde a Producción bruta + Importaciones - Exportaciones - Pérdidas de distribución.

¿Cuál es la situación del sector termoeléctrico en Chile?

A julio de 2010 el sector eléctrico nacional contaba con una capacidad instalada de 15.460 MW de potencia, mientras que la generación de electricidad alcanzó durante el 2009 los 57.320 GWh.⁶

En términos generales, Chile no escapa a la tendencia mundial. La información disponible indica que a julio de 2010 el sector termoeléctrico lideró el segmento de generación, pues representó poco más del 63% de la capacidad instalada total de los cuatro sistemas eléctricos, con cerca de 9.790 MW de potencia, mientras que en términos de generación eléctrica, cerró el año 2009 con una participación del 55% de la oferta eléctrica del país, con un total aproximado de 31.472 GWh⁷.

Figura N° 4. Generación eléctrica en Chile por tipo de fuente
Cifras en % de un total de 57.320 GWh al año 2009



Fuente: Elaboración propia sobre información de la CNE, 2010.

Para comprender la relevancia del sector termoeléctrico nacional, es importante conocer cómo se estructura la generación eléctrica en el país. En Chile ésta se administra a través de cuatro sistemas independientes y distribuidos a lo largo del país: el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING), el Sistema Interconectado Central (SIC), el Sistema Eléctrico de Aysén y el Sistema Eléctrico de Magallanes. Además, existe un subsector de generación eléctrica denominado “autoprodutores”, que reúne al conjunto de generadores independientes que producen energía eléctrica para su propio consumo.

⁶ Fuente: Comisión Nacional de Energía (CNE), 2010. “Balance Nacional de Energía 2009”. Ambas cifras no consideran la participación del sector autoprodutor.

⁷ Idem anterior.

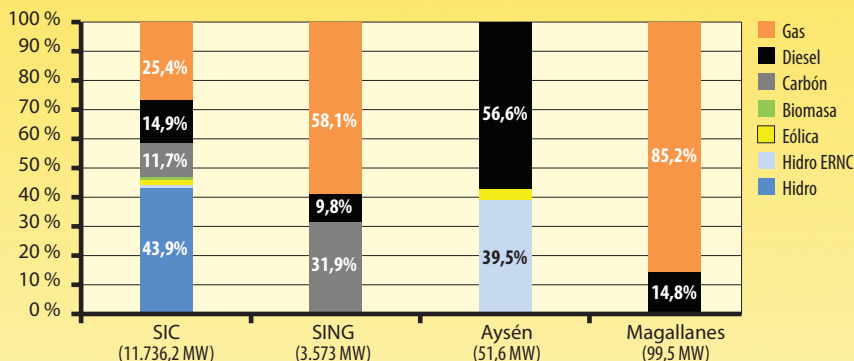
Cada uno de los sistemas eléctricos posee una estructura distinta, acorde a las condiciones geográficas y climáticas de sus zonas de referencia. Ante esto, es necesario conocer algunas de las características más importantes de cada uno de ellos, en términos de su tamaño y la composición de su matriz energética:

- **SING** (*Sistema Interconectado del Norte Grande*): posee una extensión de 800 kilómetros y comprende las regiones de Arica y Parinacota (XV), Tarapacá (I), y Antofagasta (II). Representa el 23% de la capacidad instalada en el país, de los cuales el 99,7% corresponde a termoelectricidad (3.560 MW). La particularidad de este sistema es que está diseñado para abastecer fundamentalmente a la minería. Según la propia CNE, aproximadamente el 90% del consumo eléctrico de este sistema se lo adjudica el sector minero e industrial, mientras que sólo el 10% restante se destina a los sectores comercial, público y residencial.
- **SIC** (*Sistema Interconectado Central*): es el más extenso del país, con aproximadamente 2.200 kilómetros. Cubre la demanda eléctrica del 92% de la población nacional, desde la región de Atacama (III) hasta la región de Los Lagos (X) y representa cerca del 76% de la capacidad instalada del país, compuesta en un 52% por centrales termoeléctricas (6.101 MW). Al contrario del SING, el consumo eléctrico se constituye sobre la demanda comercial, pública y residencial con poco más del 71% de consumo total en el sistema.
- **Sistema Eléctrico de Aysén**: atiende la demanda eléctrica de la región de Aysén (XI) con una potencia instalada de 51,6 MW, equivalentes al 0,3% de la capacidad instalada nacional. El 57% de su potencia corresponde a unidades de generación termoeléctricas, adaptadas en su totalidad para la utilización de diesel y otros derivados de petróleo.
- **Sistema Eléctrico de Magallanes**: ubicado en la Región de Magallanes (XII), se compone de cuatro subsistemas independientes: Punta Arenas, Puerto Natales, Porvenir y Puerto Williams. Agrupa el 0,6% de la capacidad instalada nacional, con 99,5 MW, que corresponden en su totalidad a termoelectricidad.

La composición del sector termoeléctrico es distinta en cada sistema y su estructura depende exclusivamente de las preferencias adoptadas por el sector privado, dispuestas sobre dos factores principales: 1) la factibilidad técnica de operación de las centrales y suministro de combustible; 2) los costos de inversión y operación proyectados. **En otras palabras, el Estado no tiene posibilidad alguna de imponer decisiones sobre el ordenamiento de la matriz de generación eléctrica, ya que su función se limita a la elaboración de un Plan de obras de carácter sólo indicativo.** En la Figura N° 5 se muestra la composición de la capacidad instalada para la generación eléctrica en cada uno de los sistemas antes descritos.

Figura N° 5: Composición de la potencia instalada por sistema

Series en % del total de MW por sistema a julio de 2010



*Fuente: Ministro de Energía, Ricardo Raineri. 01 de septiembre de 2010.
Exposición ante la Comisión de Medio Ambiente de la Cámara de Diputados.*

¿Cómo se compone el consumo energético del sector termoeléctrico chileno?

En este sentido, el sector termoeléctrico en Chile nuevamente sigue la tendencia mundial: el carbón constituye el principal sustento de la generación termoeléctrica, y representó el 2009 cerca del 44% del consumo total del sector.

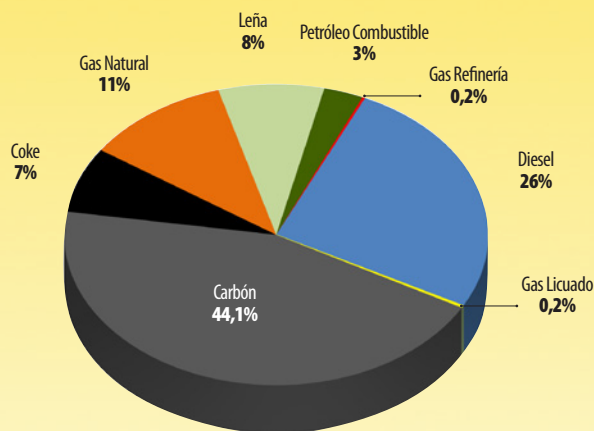
No obstante, se han registrado importantes variaciones en relación a los combustibles utilizados en los últimos años. Entre 1999 y 2004 la utilización de gas natural fue sustituyendo paulatinamente el uso de los demás hidrocarburos (carbón y diesel-fuel oil, principalmente) y llegó en 2004 a representar el 36% de la matriz energética nacional, registrando un aumento de 164% en el mencionado periodo. Mientras, el carbón y el diesel redujeron su participación un 33% y un 95%, respectivamente.

Más tarde, debido a las restricciones en el envío gas natural desde Argentina a partir de 2004, las generadoras debieron retomar el uso de carbón y diesel-fuel oil. Así, entre 2004 y 2008 la generación con gas natural se redujo un 82%, mientras el carbón y diesel-fuel oil aumentaron en 72% y 8.431%, respectivamente.

Así, el diesel se ha consolidado durante los últimos años como el segundo combustible de mayor consumo para la generación termoeléctrica, representando poco más de un cuarto de la demanda del sector. Esto se debe, por un lado, al funcionamiento de centrales duales que adaptaron al máximo su potencial de generación sobre la utilización de combustibles líquidos como el diesel y fuel-oil, así como la instalación y operación forzada de un importante número de generadores eléctricos de respaldo que utilizan estos mismos combustibles. Es importante recalcar que en ambos casos tanto los costos de generación como los impactos socioambientales son mayores.

La Figura N°6 presenta el detalle gráfico de la estructuración de la generación termoeléctrica según tipo de combustible durante el año 2009.

Figura N° 6: Consumo de energéticos para la generación de termoelectricidad al año 2009
Cifras en % sobre un total de 75.993 Tcal



Fuente: CNE, 2010. "Balance Nacional de Energía 2009".

¿Por qué se privilegia el carbón por sobre las demás opciones?

La determinación respecto a la generación de electricidad en Chile obedece a un conjunto de factores. Hoy el país carece de una política de generación eléctrica de mediano y largo plazo que defina la composición de su matriz eléctrica; el Estado carece de instrumentos regulatorios para generar esta política, cuestión de mayor gravedad considerando que la generación, transmisión y distribución eléctrica está en manos de empresas privadas.

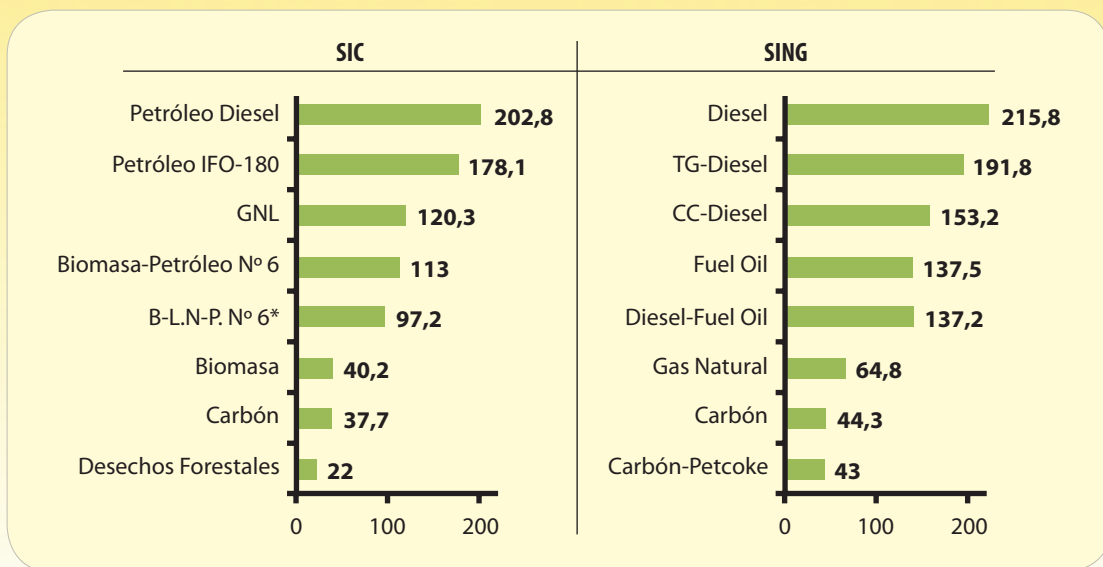
El modelo de libre mercado impuesto para la administración del sector eléctrico en Chile a principios de la década de los ochentas, ha determinado que sea el sector privado quien decida el cómo, cuándo y dónde se instalan los proyectos de generación eléctrica y por tanto, es quien define el tipo de combustibles y tecnología a utilizar, pues no existen instrumentos regulatorios para ordenar al sector.

En este contexto, es evidente que las disposiciones adoptadas por las empresas generadoras tienen como principal variable de decisión la económica, es decir, generar con el más bajo costo posible de manera de obtener la mayor rentabilidad. El Estado, en tanto, sólo puede ejercer funciones de regulación, fiscalización y planificación indicativa de inversiones en generación y transmisión, es decir, únicamente puede hacer recomendaciones, pero no forzar a las empresas a cumplirlas.

Con ello se ha establecido un sistema de generación incentivado exclusivamente por la demanda, el cual ignora la necesidad de ahorro y uso eficiente de la energía, como también los impactos ambientales y sociales generados por el sector, estableciendo así una estrategia de generación basada en un orden creciente de costos, o bien, según "orden de mérito". Es decir, las más baratas primero y a medida que la demanda aumenta, se despacha aquella electricidad proveniente de centrales con costos de generación mayores.

La Figura N° 7 muestra el costo de generación termoeléctrica promedio según el tipo de combustible a abril de 2010, así como el orden de despacho de generación eléctrica establecido por cada Centro de Despacho Económico de Carga (CDEC)⁸.

Figura N° 7: Costos marginales promedio de generación termoeléctrica
Serie en US\$/MWh a abril de 2010



Fuente: Elaboración propia sobre datos de informes de precio de nudo del SING y SIC de abril de 2010.

* Mezcla de Biomasa, Licor negro y Petróleo N°6

De acuerdo a esta lógica, **es el mercado quien avala y potencia el uso de carbón en esta matriz, pues representa la fuente energética que mejor se adapta a los objetivos de las empresas, es decir, desde el punto de vista privado es la más barata.**

⁸ Para mayor información ver Glosario*.

¿Cuáles son las principales deficiencias administrativas del Estado en este sector?

El marco regulatorio que administra el Ministerio de Energía y la Comisión Nacional de Energía (CNE) presenta importantes deficiencias, que podemos resumir en la incapacidad del Estado para realizar una planificación eléctrica real y efectiva de mediano y largo plazo; no contar con regulaciones para la utilización de combustibles sólidos como carbón y petcoke; no contar con un marco regulatorio que establezca exigencias en la tecnología a utilizar y regulaciones sobre el recambio del parque termoeléctrico (determinar cuántos años puede estar en operación una central en función de su tecnología).

Desde la perspectiva ambiental, Chile carece de normativas específicas dirigidas a regular este sector y, hasta ahora, la regulación más bien se ha dado en el marco de la evaluación ambiental de los proyectos de inversión que inició su implementación en 1994 con la promulgación de la Ley 19.300 Bases Generales del Medio Ambiente, plenamente operativo desde 1997 con la dictación del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Esto ha significado que actualmente se encuentren en funcionamiento un número importante de centrales térmicas que nunca fueron evaluadas ambientalmente, por tanto se desconocen sus consecuencias socioambientales. Es necesario tener presente, además, que si bien el proceso de evaluación ambiental considera la participación ciudadana, ésta es sólo informativa y consultiva, por tanto la opinión de las personas, comunidades locales e incluso entes técnicos que apoyan a los ciudadanos, no tiene ninguna relevancia en la toma de decisiones. Aún más, la regulación ambiental permite que la aprobación o rechazo de cualquier proyecto de inversión sea de carácter político, sin considerar los informes técnicos oficiales y sin que los funcionarios que toman las decisiones tengan que responder públicamente por ellas.

A ello se suma que a partir de la crisis de abastecimiento de gas natural argentino, se intensificó el uso de diesel como combustible sustituto y se potenció la inversión en centrales térmicas a carbón, para suplir la demanda de corto y mediano plazo, lo cual explica en buena parte el surgimiento y agudización de conflictos ambientales asociados a la generación eléctrica basada en termoelectricidad.

Esta situación desembocó en que durante el 2009 se retomará la discusión sobre la elaboración de la norma de emisión al aire para termoeléctricas iniciada en 1998, y que para diciembre de 2010, después de 12 años de tramitación, el recién inaugurado Consejo de Ministros para la Sustentabilidad⁹ (Ley 20.417 que reformó la institucionalidad ambiental creando el Ministerio de Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia de Fiscalización) aprobará por Acuerdo N° 5 el proyecto definitivo de norma de emisión para centrales termoeléctricas. Este proyecto -con algunas modificaciones- recibió la firma del Presidente de la República el día 18 de enero de 2011, quedando a la espera de la Toma de Razón por parte de la Contraloría General de la República y su publicación en el Diario Oficial para convertirse en Decreto Oficial del país. Sin embargo, todavía queda pendiente contar con regulaciones adecuadas para las emisiones al agua.

⁹ El Consejo de Ministros para la Sustentabilidad nace de la Ley N° 20.417 y, es presidido por el Ministro del Medio Ambiente e integrado por los Ministros de Agricultura, de Hacienda, de Salud, de Economía, Fomento y Turismo, de Energía, de Obras Públicas, de Vivienda y Urbanismo, de Transportes y Telecomunicaciones, Minería y de Planificación.

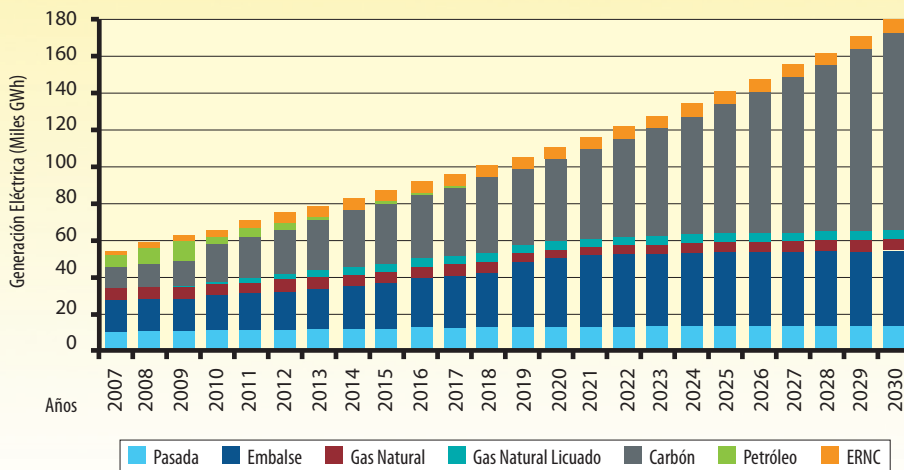
Tomando en cuenta estas consideraciones, podemos concluir que Chile cuenta con un marco regulatorio ambiental y eléctrico que permite la privatización de las ganancias y la socialización de las pérdidas. Esto, porque los impactos económicos locales, así como los impactos ambientales y sociales, son asumidos plenamente por las comunidades afectadas y los ciudadanos en general, y no por las empresas eléctricas, que en cambio reciben los beneficios económicos. Por tanto, el Estado y particularmente el gobierno ha dejado de cumplir su rol como garantizador del bien común.

¿Cómo se prevé el futuro de la termoelectricidad en Chile?

De continuar las actuales condiciones que estructuran el mercado eléctrico nacional, la generación de termoelectricidad podría triplicarse al año 2030, y las preferencias del mercado sobre la utilización de carbón se intensificarían aún más, posicionándolo como el principal insumo del sector, responsable de cerca del 60% de la generación eléctrica total proyectada a ese año¹⁰.

Figura N°8: Proyección de la generación eléctrica en Chile al 2030

Serie en miles de GWh

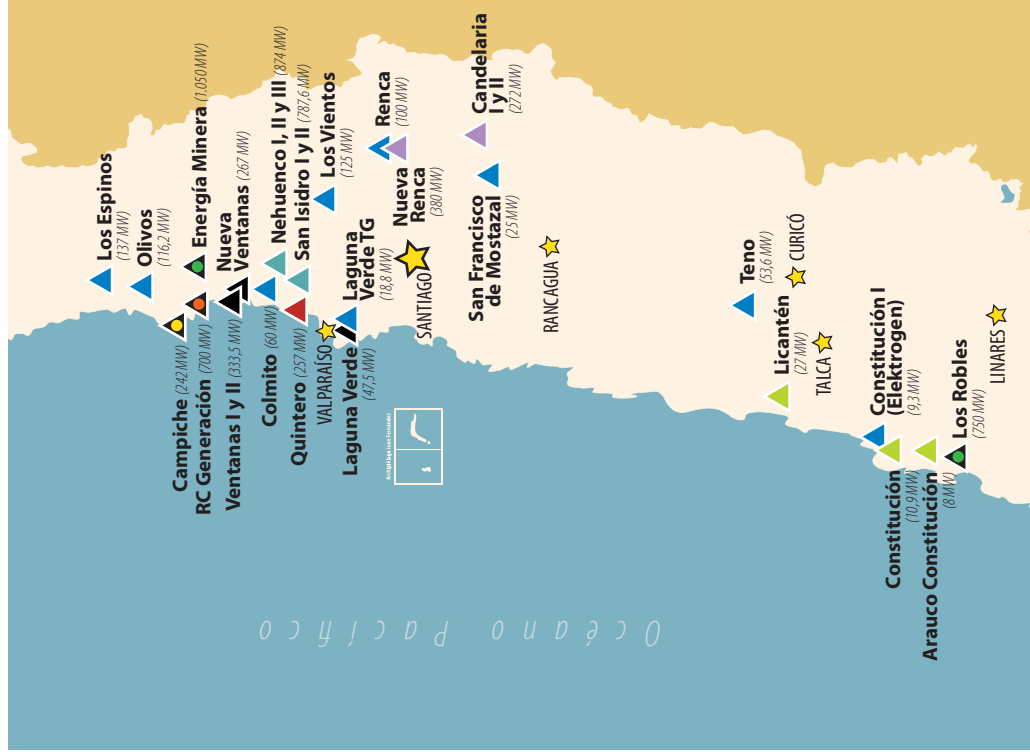


Fuente: PROGEA, Universidad de Chile, 2009. "Consumo de energía y emisiones de gases de efecto invernadero en Chile 2007 – 2030 y opciones de mitigación".

¹⁰ Programa de Gestión y Economía Ambiental, PROGEA, Universidad de Chile (2009). "Consumo de Energía y Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Chile 2007-2030 y Opciones de Mitigación".

Centrales Termoeléctricas

• Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) • Sistema Interconectado Central (SIC)



SING

SIC



República de Argentina



Simbología		Tipo de Combustible
Centrales Termoeléctricas	▲	Biomasa
	▲	Carbón
	▲	Carbón Aprobados Sin Construir
	▲	Carbón En Construcción
	▲	Carbón En Evaluación
	▲	Diesel
	▲	Fuel Oil N° 6
	▲	Gas Natural
	▲	GNL
	▲	Petcoke
	★	Ciudades

¿Existe “estrechez” del suministro eléctrico en Chile?

A juzgar por los antecedentes y cifras expuestas por el entonces Ministro de Energía Ricardo Raineri¹¹, fácilmente se podría cuestionar la teoría de la estrechez del suministro en el corto plazo. Considerando sólo el potencial de generación eléctrica que se sumará al parque actual por la entrada en operación de una serie de proyectos eléctricos en proceso de construcción a julio de 2010, más otros que cuentan con aprobación del SEIA desde el 01 de Enero de 2007 pero que aún no comienzan su construcción, se incorporarán al sistema cerca de 9.985 MW de potencia, lo que equivale al 67% de la capacidad instalada total del país al año 2009 (14.870 MW).

Tabla N° 1: Proyectos en construcción por año de entrada en operación

Tipo/Potencia (MW)	2010	2011	2012	2013	Total
Biomasa	27,7	61,0	0,0	0,0	88,7
Carbón	150,0	1.295,0	242,0	0,0	1.687
Diesel	49,9	18,0	0,0	0,0	67,9
Eólica	0,0	30,0	0,0	0,0	30,0
Hidro Convencional	312,0	106,0	89,3	460,0	967,3
Hidro ERNC (<20 MW)	40,4	0,0	9,0	0,0	49,4
Total	580,0	1.510,0	340,3	460,0	2.890,3

Fuente: Ministerio de Energía, Septiembre de 2010.

Tabla N° 2: Proyectos aprobados por el SEIA desde el año 2007 sin construir

Tipo	Potencia (MW)
Biomasa	41,0
Carbón	3.610,0
Diesel	537,7
Eólica	1.377,5
Gas	591,0
Hidro Convencional	858,8
Hidro ERNC (<20 MW)	69,9
Solar	9,0
Total	7.094,9

Fuente: Ministerio de Energía, Septiembre de 2010.

¹¹ Exposición ante la Comisión de Medio Ambiente de la Cámara de Diputados. Septiembre de 2010.

En consecuencia, si se considerara el argumento empleado por el gobierno y el sector empresarial, en el sentido que para mantener el crecimiento económico del país es necesario aumentar la potencia de generación en cerca de un punto porcentual por sobre el crecimiento anual del PIB, es decir un crecimiento de la potencia instalada del sector cercano al 5% anual (unos 750 MW cada año), sería posible afirmar que, sólo gracias a la entrada en operación de dichas centrales, el país tendría asegurado el suministro eléctrico por lo menos durante los próximos 13 años. Esto, sin contar el aporte de aquellos proyectos aprobados a partir de julio de 2010 -entre ellos los 2.354 MW de la Central termoeléctrica Castilla- más aquellos proyectos que actualmente se encuentran en proceso de evaluación ambiental.

¿Cuáles son los problemas de la termoelectricidad?

Entre los principales problemas asociados a la utilización de este tipo de fuente de generación eléctrica están los impactos producidos por la quema de combustibles fósiles. Esto implica la emisión de distintos gases, partículas y metales pesados, que repercuten de manera directa e indirecta sobre la población y los ecosistemas. Otro gran problema asociado es el requerimiento de grandes volúmenes de agua, tanto para generar vapor como para recondensarlo mediante sistemas de enfriamiento, así como su posterior descarga al mar a elevadas temperaturas, alterando el ecosistema marino.

La magnitud de estos efectos dependerá de una serie de factores, tales como el tipo y calidad de los combustibles; niveles de las emisiones; tecnología y eficiencia de la combustión; calidad y eficiencia de sistemas de abatimiento de emisiones (en caso de que las centrales de generación cuenten con instalaciones de este tipo); prácticas de operación y mantención de unidades generadoras; el tamaño de la central; condiciones climáticas propias de cada zona.

Para una mejor interpretación de los distintos impactos generados por el sector, es posible establecer una clasificación de éstos según la repercusión espacial de sus alcances, definiéndose así impactos de carácter global y local.

- **Impactos Globales:** son aquéllos que inciden en la alteración climática producto del fenómeno del calentamiento global como consecuencia de la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI, principalmente CO₂), producto de la actividad humana y de un modelo económico intensivo en el uso de energía fósil. La generación de electricidad térmica se ha consolidado como una de las principales actividades responsables de la emisión de GEI liberados a la atmósfera, producto de la utilización de combustibles fósiles en sus procesos generadores. Esta liberación de GEI trae como consecuencias el calentamiento global y el cambio climático, por lo que existe el imperativo de reducir emisiones de GEI a nivel planetario, marco en el cual los países deben asumir compromisos de acuerdo a sus responsabilidades históricas, pero también en relación a sus proyecciones futuras de emisiones. Al respecto, Chile muestra algunas particularidades preocupantes: el país es uno de los emisores per cápita más importante de CO₂ en América Latina; es el segundo país a nivel mundial en aumento porcentual de emisiones per cápita de CO₂ durante 2008, sólo superado por China; en términos generales, Chile sólo aporta aproximadamente el 0,2% de las emisiones de CO₂eq a nivel mundial, pero las proyecciones indican un importante aumento de emisiones al año 2030, de alrededor de 390%.

Tabla N° 3: Emisiones de CO₂ per cápita en toneladas

Países	1990	2004
México	5,0	4,2
Chile	2,7	3,9
Argentina	3,4	3,7
Ecuador	1,6	2,2
Brasil	1,4	1,8
Uruguay	1,2	1,6
Costa Rica	1,0	1,5
Colombia	1,6	1,2
Perú	1,0	1,1
Paraguay	0,5	0,7

Fuente: PNUD, 2008. "Informe sobre Desarrollo Humano 2007-2008. La lucha contra el cambio climático: Solidaridad frente a un mundo dividido"

● **Impactos Locales:** son todos aquellos que repercuten de manera directa sobre la población y zonas aledañas al lugar donde funciona una central. Entre éstos destacan:

- **Impactos sobre recursos naturales:** se producen tanto en el proceso de operación como de construcción de las centrales y se vinculan directamente a la degradación y daño a los ecosistemas, pérdida de especies a nivel local como resultado de la emisión de distintos contaminantes y metales pesados vertidos al aire, suelo y agua.
- **Impactos sobre otros sectores productivos:** debido a la nocividad de sus emisiones, así como por la descarga al mar de aguas a elevadas temperaturas y el desmedro del paisaje, la generación de termoelectricidad repercute directamente sobre el normal funcionamiento de otros sectores productivos claves para el desarrollo de las comunidades locales, tales como la pesca artesanal, la agricultura y el turismo.
- **Impactos sobre la salud:** abarcan desde alergias hasta problemas cardiovasculares, así como también el desarrollo de algunos tipos de cáncer. Además, generan una serie de costos económicos en el sector público, asociados al flujo de recursos estatales destinados a la mitigación de estos impactos, los que no son cubiertos por el sector privado encargado de la generación eléctrica.

Tabla N°4: Resumen de los impactos de la termoelectricidad

Contaminante	Características	Efectos
Material Particulado (MP ₁₀ y MP _{2,5})	Partículas sólidas o líquidas conformadas por distintos compuestos, entre ellos: nitratos, sulfatos, metales, polvos y cenizas. Su porción más fina (MP 2,5) es mucho más nociva para la salud, ya que ingresa directamente al torrente sanguíneo a través de los alvéolos pulmonares.	Su nocividad no radica sólo en su tamaño, sino en su composición química, a la cual se asocia su toxicidad. Las partículas más peligrosas son aquella de características ácidas (sulfatos) y el material particulado proveniente del carbón. Los efectos en la salud son la irritación de vías respiratorias; tos y dificultad para respirar; disminución del funcionamiento pulmonar; asma; bronquitis crónica y mortalidad prematura en personas con enfermedades pulmonares y/o cardíacas; aumento de la frecuencia de cáncer pulmonar.
Partículas Totales en Suspensión (PTS)	Corresponden a compuestos de carbón, nitratos, sulfatos y metales como plomo, cobre, hierro y zinc.	
Monóxido de Carbono (CO)	Gas inodoro, incoloro e insipido muy tóxico. Surge de la quema incompleta de combustibles fósiles. Gas de efecto invernadero.	No se percibe su presencia. En bajas concentraciones provoca dolor de cabeza, mareos, confusión, náuseas y fatiga. En altas concentraciones provoca muerte por asfixia. Contribuye al calentamiento global.
Monóxido de Nitrógeno (NO)	Gas emitido por la quema incompleta de hidrocarburos o de sustancias orgánicas a altas temperaturas.	Reacciona con hidrocarburos y luz solar para formar oxidantes fotoquímicos o smog fotoquímico, además es precursor de la lluvia ácida, la cual acidifica la tierra y los cuerpos de agua.
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	Gas tóxico que se origina por la oxidación del monóxido de nitrógeno (NO) por la combustión de hidrocarburos. Es un agente oxidante, soluble en agua, de color café-rojizo. Gas de efecto invernadero.	En los seres humanos provoca daños en vías respiratorias, disminuye la capacidad pulmonar y aumenta la frecuencia de infecciones respiratorias. Precursor de la lluvia ácida. Contribuye al calentamiento global.
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	Gas venenoso e incoloro (gas sulfhídrico), inflamable y característico por su hedor a huevos podridos.	En contacto con piel y ojos puede causar irritación y quemaduras. Al respirarlo provoca dolor de cabezas y náuseas. La intoxicación puede causar pérdida de conciencia, falla respiratoria y/o cardiovascular.
Dióxido de Azufre Anhídrido sulfuroso (SO ₂)	Gas incoloro de olor fuerte, no inflamable. Surge de la quema de combustibles que contienen azufre, como carbón y petróleo.	Irritante de las vías respiratorias y las conjuntivas oculares; broncoconstrictor. Estos efectos empeoran en presencia de partículas de agua y/o alta humedad ambiental. Precursor de ataques de asma. Destruye materiales calcáreos como mármol y cemento. Precursor de lluvia ácida.
Trióxido de Azufre (SO ₃)	Gas generado a partir de la reacción de SO ₂ y oxígeno en la atmósfera.	Produce daños sobre el aparato respiratorio y es precursor de la lluvia ácida.
Dióxido de Carbono (CO ₂)	Gas incoloro y sin sabor. Principal gas de efecto invernadero; se encuentra en la atmósfera tal como se origina.	Forma una capa que absorbe la radiación solar que refleja la Tierra, provocando con esto el fenómeno del calentamiento global. Es dañino para la salud humana; en altas concentraciones provoca asfixia.
Ozono (O ₃) troposférico	Se forman en la atmósfera por la reacción fotoquímica de óxidos de nitrógeno y compuestos volátiles (COVs).	Es altamente oxidante y afecta a los tejidos vivos. En las personas provoca irritación ocular, de nariz y garganta, tos, dificultad y dolor durante la respiración.
Ácido Sulfúrico (H ₂ SO ₄)	Líquido aceitoso, incoloro, transparente y sumamente corrosivo. Una gran parte del ácido sulfúrico en el aire se forma por la liberación de anhídrido sulfuroso cuando se quema/incinera carbón, aceite y/o gasolina.	Provoca quemaduras en la piel y la carne. Al inhalarlo puede producir erosión de los dientes e irritación de la vía respiratoria. Beberlo puede quemar la boca, la garganta y el estómago, pudiendo causar la muerte. La lluvia ácida perjudica los bosques y las plantas, debilitándolos a través de la acción combinada del ácido sulfúrico y nítrico que atrae el agua de las lluvias.
Ácido Nítrico (HNO ₃)	Es líquido y de olor sofocante. Surge de la reacción entre óxido de azufre y de nitrógeno con vapor de agua. No es combustible, pero facilita la combustión de otras sustancias.	Puede ser corrosivo para la piel, ojos, nariz, membranas mucosas, tractos respiratorio y gastrointestinal, o cualquier tejido con el que tenga contacto. Exposiciones más leves pueden causar irritación en ojos, piel, membranas mucosas y tractos respiratorio y digestivo.
Smog	Es una combinación de humo y niebla que cubre la atmósfera. Es extremadamente nocivo para la salud, especialmente en niños, adultos mayores e enfermos asmáticos.	Dependiendo de los contaminantes que estén presentes en el smog, puede producir irritación de ojos y garganta, vómitos, ronquera, anemia, fatiga y enfermedades respiratorias crónicas.
Plomo (Pb)	Es un metal pesado tóxico. Se lo encuentra en la atmósfera como material particulado proveniente de combustión de derivados del petróleo.	Se acumula en el sistema nervioso central y es especialmente dañino para el desarrollo mental de los niños. Provoca anemia, fatiga, daño cerebral y problemas a los riñones. La intoxicación con plomo puede provocar daños permanentes en las personas.
Metales Pesados: Mercurio (Hg), Níquel (Ni) y Vanadio (V)	Elementos químicos metálicos con una alta densidad relativa que pueden ingresar a la cadena trófica y causar daños en seres vivos. Son altamente tóxicos y venenosos, además de bioacumulables.	Mercurio: provoca serios daños en los sistemas nervioso, cardiovascular, inmunológico y reproductor, pudiendo causar la muerte. Níquel: en cantidades elevadas aumenta las probabilidades de desarrollar cáncer de pulmón, nariz, laringe y próstata. Vanadio: puede tener un número importante de efectos sobre la salud humana, como irritación de pulmones, garganta, ojos y cavidades nasales; causar bronquitis y neumonía, así como daño cardíaco y vascular.

* Esta información establece sólo una descripción genérica de los impactos generados sobre la salud, asociados a los contaminantes más importantes. No obstante, la intensidad de estos impactos dependerá en gran medida tanto del tipo como de la calidad del combustible utilizado para la generación de termoelectricidad.
Fuente: Elaboración propia a partir de Mastropiolo, Sachino (2003); "Conceptos de Generación Termoelectrica: Combustibles Utilizados e Impactos Ambientales", Boletín Energético, Año VI, N° 11, Comisión Nacional de Energía Atómica, Argentina. / Ceciare y Kas-Ingeniería (2009): "Análisis General de Impacto Económico y Social de una Norma de Emisión para Termoelectricas", COMAMA, 2009. / Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). / Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA).

¿Cuáles son los impactos de la termoelectricidad sobre el agua?

Como se describió, la generación de termoelectricidad requiere de manera continua enormes cantidades de agua para poder articular sus distintos procesos, las que en promedio, según los distintos estudios de impacto ambiental referentes a centrales termoeléctricas a carbón de tamaño estándar (350 MW) evaluadas en el país, bordean los 50.000 m³ por hora, situación que genera una serie de impactos tanto en el ecosistema como en sectores productivos tan importantes para el desarrollo local como la pesca artesanal.

En términos simples, los impactos que la generación de termoelectricidad provoca sobre el agua y su biodiversidad pueden ser estructurados a través de dos procesos: 1) la succión de grandes cantidades de agua para activar los sistemas de enfriamiento, y; 2) el posterior vertimiento de esta agua al mar, ríos y/o lagos, dependiendo de la ubicación de cada central.

1 Efectos de la succión de agua para los sistemas de enfriamiento

Durante este proceso la biodiversidad presente en las captaciones de agua es sometida a una serie de impactos que generan la mortalidad de su población. Entre ellas se puede señalar:

- Mortalidad por efecto de la succión
- Mortalidad por efecto del sistema de antifouling¹² del circuito
- Mortalidad por incrustación en los sistemas de filtros
- Mortalidad por efecto del sistema de bombas
- Mortalidad por shocks térmicos
- Mortandad por efecto del proceso de desulfurización

2 Efecto del vertimiento de agua caliente

Una vez utilizada el agua para recondensar el vapor que mueve las turbinas de cada central, ésta es devuelta a temperaturas que superan los 10 °C respecto a su temperatura de captación. Entre los principales impactos provocados por este proceso se encuentran:

- Mortalidad en el medio marino al devolver las captaciones de agua a altas temperaturas y con elementos químicos como el antifouling, lo que funciona como vector de amenaza para el desarrollo de mareas rojas.
- Vertimiento de grandes cantidades de azufre que alteran el pH normal del agua en las zonas de descarga, llegando incluso a formar compuestos sulfurosos.



Fotografía: Claudia Pool Oviedo

¹² Producto anti-incrustante que previene la adherencia y el crecimiento de organismos, microorganismos, flora y fauna marina en general, en los cascos de los barcos y otras superficies sujetas a inmersión.

¿Por qué es importante regular este sector en el plano socioambiental y económico?

Variadas entidades internacionales, como la Agencia de Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (ATSDR) de Estados Unidos y la Organización Mundial de la Salud (OMS), han ratificado la relación existente entre termoelectricidad y pérdida de bienestar social, y han descrito además los distintos impactos que este sector genera sobre la salud humana¹³.

No obstante, las políticas gubernamentales que sostienen el modelo de desarrollo basado en el crecimiento económico propuestas e implementadas para el país en los últimos 30 años, se han estructurado -y aparentemente lo seguirán haciendo- sobre la base de la termoelectricidad, lo que refleja un conflicto evidente entre el logro de mayores índices de bienestar social y/o el mejoramiento de la calidad de vida de la población versus la rentabilidad de las generadoras.

De esta manera, queda en evidencia que el mercado por sí sólo no ha sido capaz de establecer relación alguna entre los índices de impacto socioambiental y la asignación de precios. Un reflejo de ello es que la termoelectricidad con mayores índices de nocividad -aquella basada en el uso de carbón y petcoke- tiene los menores costos de generación por cada MWh inyectado al sistema (ver Figura N°7). Las generadoras maximizan sus ganancias, dejando que la sociedad asuma los impactos sociales y ambientales debido a que el Estado no ha cumplido adecuadamente su rol de garantizar el bien público.

Es posible afirmar que el costo de generación por cada unidad de termoelectricidad es mayor para la sociedad que para el mismo sector privado, concluyéndose entonces que la lógica de mercado que estimula la eficiencia del sistema eléctrico no es capaz de prever, ni menos solucionar, los distintos impactos socioambientales y económicos de la termoelectricidad, enviando así señales económicas incompletas, y por tanto equívocas, sobre las ventajas comparativas del sector, razón por la cual resulta necesario regularlo.

¿Cómo se podría regular ambientalmente este sector?

Tanto la teoría como la revisión de políticas socioambientales y económicas aplicadas por algunos países desarrollados en este sentido, plantean -en términos simples- dos clases de instrumentos destinados a la regulación ambiental del sector termoeléctrico, ajustables por lo demás a cualquier otro sector con una importante potencialidad nociva.

¹³ Geoaire y Kas Ingeniería (2009). "Análisis General del Impacto Económico y Social de una Norma de Emisión para Termoeléctricas".

Éstos se dividen en “*Instrumentos de Comando y Control*” e “*Instrumentos Económicos*”, y si bien sus estructuras de formulación, aplicación y alcance difieren entre sí, su objetivo final es compartido: mejorar las desfavorables condiciones socioambientales para la población y el medioambiente.

- **Instrumentos de comando y control:** se basan en la implementación de una serie de normativas, en este caso destinadas a la gestión ambiental, en un esquema en el que es el Estado quien vela por su cumplimiento, aplicando sanciones en caso que no se respeten dichas normas. El ejemplo más claro de este instrumento es la aplicación de normativas de carácter ambiental enfocadas, por ejemplo, a la cantidad de contaminantes permitidos. Estas normas pueden ser de calidad o de emisión.
- **Instrumentos económicos:** la particularidad de estos instrumentos es que buscan el cumplimiento de metas de protección ambiental sobre una estrategia basada en la aplicación de incentivos de carácter económico. En este sentido, los instrumentos más utilizados son los “Impuestos Ambientales” y los “Permisos de Emisión Transables”.

a) Impuestos Ambientales: se sustentan sobre el principio de “quien contamina paga” y su principal objetivo es internalizar en el precio de cada bien o servicio -en este caso, de la generación de termoelectricidad- el costo económico de los impactos provocados en la población y el medioambiente durante las distintas etapas de su ciclo. Esto se logra a través de la aplicación de un impuesto equivalente al costo económico del impacto.

La principal ventaja de este instrumento de gestión ambiental es que genera un doble beneficio socioambiental, ya que por un lado reduce la cantidad de emisiones contaminantes al establecer un cobro sobre ellas y, por otro, recauda ingresos para el fisco. No obstante, su principal desventaja radica en la dificultad y bajo consenso respecto a la valorización económica de dichos impactos.

b) Permisos de Emisión Transables: consiste en la creación de un mercado ficticio, donde se transan y transfieren ciertos documentos de autorización a las empresas incluidas en el sistema para emitir determinados contaminantes en cantidades variables.

De acuerdo a la teoría, la principal ventaja de este instrumento es que al establecer derechos de propiedad privada sobre la cantidad de emisiones, sería posible alcanzar una mejora ambiental con el menor costo económico. Su principal desventaja, en tanto, es la dificultad de fiscalización constante de las emisiones transadas por parte del Estado, así como la asignación espacial de estas transacciones; es decir, entre qué centrales será posible establecer transferencias de estos permisos de emisión, considerando que la concentración local de cada contaminante es diferente para cada una de las zonas donde éstas centrales se ubican¹⁴.

¹⁴ Considerando que existen zonas saturadas y latentes para distintos contaminantes.

¿Cuáles son los límites propuestos por la norma de emisiones para termoeléctricas?

El 18 de enero de 2011, mediante la firma del presidente Sebastián Piñera, se aprobó el proyecto definitivo de la norma para regular las emisiones al aire de las centrales termoeléctricas, que estuvo en proceso de elaboración desde el año 1998. Una vez que entre en vigencia¹⁵, regulará las emisiones de Material Particulado (MP_{2,5}), Dióxido de Azufre (SO₂), Óxidos de Nitrógeno (NO_x) y Mercurio (Hg), y aunque no determina límites para la emisión de CO₂, establece el monitoreo continuo de este gas en cada chimenea. Sin embargo, no establece límites para la emisión de otros contaminante y/o metales pesados altamente nocivos para la población y el medio ambiente, como son el cadmio y el vanadio, responsables de variadas patologías médicas.

La normativa propuesta establece una distinción entre centrales “nuevas” y “existentes”; por existente se considerará cada unidad de generación termoeléctrica que se encuentra operando o declarada en construcción con anterioridad al 31 de Diciembre de 2010, mientras que las centrales nuevas corresponderán a aquellas cuya declaración en construcción sea posterior a dicha fecha.

Dentro de las particularidades de esta norma destacan los distintos plazos establecidos para su cumplimiento, los que indican -a contar de su entrada en vigencia- un plazo de 2 años y seis meses para la reducción de MP, mientras que para los demás contaminantes el plazo se difiere entre los 4 años para aquellas centrales ubicadas en zonas declaradas como latentes o saturadas y de 5 años para aquellas ubicadas en zonas que no se encuentren bajo dicha condición.

Las tablas N°5, 6 y 7 muestran los límites máximos estipulados por la norma de emisión para termoeléctricas para cada uno de los contaminantes antes descritos, dependiendo del tipo de combustible con el que cada central opere.



Fotografía: Claudia Pool Oviedo

¹⁵ La vigencia de esta normativa es partir de su publicación en el Diario Oficial.

Tabla N° 5: Límites de emisión para fuentes emisoras existentes (mg/Nm³)

Combustible	Material Particulado (MP _{2,5})	Dióxido de azufre (SO ₂)	Óxidos de Nitrógeno (NO _x)
Sólido	50	400	500
Líquido	30	30	200
Gas	n.a.	n.a.	50

Fuente: D.S. N° 13 / 2011. Ministerio del Medio Ambiente
n.a.: No aplica.

Tabla N° 6: Límites de emisión para fuentes emisoras nuevas (mg/Nm³)

Combustible	Material Particulado (MP _{2,5})	Dióxido de azufre (SO ₂)	Óxidos de Nitrógeno (NO _x)
Sólido	30	200	200
Líquido	30	10	120
Gas	n.a.	n.a.	50

Fuente: D.S. N° 13 / 2011. Ministerio del Medio Ambiente
n.a.: No aplica.

Tabla N° 7: Límites de emisión para Mercurio (Hg) en fuentes emisoras existentes y nuevas que utilicen carbón, petcoke y/o mezclas (mg/Nm³)

Combustibles	Mercurio (Hg)
Carbón, Petcoke y/o mezclas	0,1

Fuente: D.S. N° 13 / 2011. Ministerio del Medio Ambiente

Una de las principales falencias de esta norma es que no especifica de forma clara cuales serán las sanciones que se aplicarán a aquellas centrales que no cumplan los límites de emisión expuestos. De acuerdo al artículo 16° de esta norma **“... los TITULARES de las fuentes emisoras que no cumplan con los límites de emisión y los plazos establecidos (...) deberán proceder a su retiro...”**. Así, si se aplica de manera estricta la norma, en caso de transgresión serán los titulares de las centrales los que serán sancionados, y no las centrales mismas; en consecuencia, se desprende que las centrales podrían seguir operando en la medida que cambien sus titulares, con lo que no se estaría cumpliendo con el objetivo socioambiental de la norma.

¿Cómo debiera avanzar Chile?

Propuestas desde Fundación Terram

En el ámbito ambiental se debería avanzar en:

- Ordenamiento territorial que defina los lugares en los que se autoriza la instalación de las diversas actividades productivas, incluida la generación de electricidad.
- No permitir la instalación de centrales térmicas en zonas calificadas como latentes o saturadas por uno o más contaminantes.
- Definir una adecuada protección a las áreas silvestres o ecosistemas de alto valor de conservación, restringiendo al máximo la instalación de centrales térmicas en sus cercanías.
- Sólo el 56% de las termoeléctricas en operación han sido evaluadas ambientalmente, por tanto, es necesario modificar la Ley N° 20.417 para regularizar las centrales no evaluadas ambientalmente.
- Implementar mecanismos de apoyo técnico desde el Estado para que las comunidades locales participen en igualdad de condiciones en la evaluación ambiental de proyectos.
- Sancionar la negociación incompatible como forma de compensación o con el propósito de inhibir la participación ciudadana durante el proceso de evaluación ambiental.
- Mejorar la calidad de la participación ciudadana en el proceso de dictación de normas y en la evaluación ambiental de los proyectos de inversión.
- Avanzar en la regulación ambiental del sector, especialmente en relación con los impactos sobre el agua.

En el ámbito energético se debería avanzar en:

- Desarrollo e implementación de una política de generación eléctrica de mediano y largo plazo discutida con todos los sectores y actores.
- Desarrollar un sistema de tarificación más transparente, que internalice los costos socioambientales y económicos generados por el sector.
- Establecer exigencias tecnológicas que optimicen la eficiencia de las centrales.
- Establecer programas de retiro de centrales antiguas y limitar la vida útil de los proyectos evaluados ambientalmente.
- Establecer una normativa para la calidad de combustibles (sólidos, líquidos y gas).
- Internalizar los costos socioeconómicos y ambientales a través de impuestos a la emisión de CO₂.

Glosario

- **Autoproductores:** productores de energía eléctrica para su propio consumo, quienes pueden vender sus excedentes al sistema.
- **Biomasa:** materia orgánica no fósil de origen biológico que constituye una fuente de energía explotable.
- **Caldera:** equipo de una central termoeléctrica cuya finalidad es producir vapor de alta presión y alta temperatura, que será luego utilizado para producir energía eléctrica.
- **Calentamiento Global:** aumento de la temperatura media en la superficie de la Tierra debido al incremento de la concentración de los GEI en la atmósfera, lo que retiene más energía, o dicho de otra forma, dificulta o impide que la energía del Sol y aquella generada por la Tierra, vuelva al espacio.
- **Cambio Climático:** variación del clima atribuida directa o indirectamente a las actividades humanas que alteran/modifican la composición de la atmósfera. Es decir, la variación del clima -cambio en el régimen de lluvias y temperaturas, principalmente- producto de la intervención del ser humano.
- **Capacidad instalada:** potencia nominal o de diseño de una instalación eléctrica de generación o consumo.
- **CDEC:** Centro de Despacho Económico de Carga, encargada de planificar de manera centralizada la operación de las unidades de generación de cada sistema (SING y SIC). Está integrado por representantes de los segmentos de generación y transmisión, así como por grandes clientes. Su función principal es decidir y coordinar la operación de todas las unidades de generación del país, teniendo como principal objetivo minimizar los costos globales de operación a través de un sistema de despacho "por orden de mérito", es decir, de menor a mayor costo de generación, asegurando el cumplimiento de las disposiciones de calidad y seguridad de servicio.
- **Cogeneración:** corresponde a la reutilización del calor generado por las centrales termoeléctricas para otras aplicaciones, tales como el suministro de vapor o de calefacción.
- **Combustible fósil:** materia orgánica combustible producto de procesos de descomposición de plantas y animales en condiciones especiales y que se encuentra bajo la superficie de la tierra o el mar, que se convierte en petróleo crudo, carbón, gas natural o aceites pesados al estar sometidos al calor y presión de la corteza terrestre durante cientos de millones de años.
- **Costo Marginal:** costo de generar una unidad adicional de energía, expresado en US\$/MWh.
- **Dióxido de carbono (CO₂):** es un gas incoloro, denso y poco reactivo. Forma parte de la composición de la tropósfera (capa de la atmósfera más próxima a la Tierra) actualmente en una proporción de 350 ppm (partes por millón). El aumento del contenido de dióxido de carbono que se verifica actualmente es un componente del cambio climático global y se debe principalmente a la quema de combustibles fósiles.
- **Distribución:** líneas, subestaciones y equipos que permiten prestar el servicio de distribuir la electricidad hasta los consumidores finales.
- **Ecosistema:** comunidad de seres vivos cuyos procesos vitales se relacionan entre sí y se desarrollan en función de los factores físicos de un mismo ambiente.

- **Efecto Invernadero:** fenómeno por el cual determinados gases, que son componentes de la atmósfera planetaria, retienen parte de la energía que el suelo emite por haber sido calentado por la radiación solar. El efecto invernadero se está acentuando en la Tierra debido a la emisión de ciertos gases, como el dióxido de carbono y el metano, a causa de la actividad humana, provocando el cambio climático y el calentamiento global.
- **Externalidad:** perjuicio o beneficio experimentado por un individuo o una empresa a causa de acciones ejecutadas por otras personas o entidades.
- **Generador:** máquina apta para transformar energía mecánica en energía eléctrica, mediante la intervención de fenómenos magnéticos.
- **Gigawatt:** unidad de medida potencial de la energía equivalente a 1.000.000.000 de watts.
- **Impacto ambiental:** conjunto de posibles efectos negativos sobre el medio ambiente debido a una modificación del entorno natural como consecuencia de obras u otras actividades humanas.
- **Impacto económico:** nivel de eficiencia económica. Corresponde a la comparación de la totalidad de los costos y beneficios sociales resultantes de una actividad o proyecto.
- **Impacto social:** efectos sobre la comunidad o los seres humanos en general a causa de un proyecto o actividad.
- **Kilowatt:** unidad de medida de energía equivalente a 1.000 watts.
- **Megawatt:** unidad de medida de energía equivalente a 1.000.000 watts.
- **Potencia instalada:** es la potencia eléctrica, expresada normalmente en MW, que el generador eléctrico es capaz de entregar. Para el caso de una central que tiene más de un generador se expresa como la suma de la potencia de todos los generadores.
- **Potencia firme:** corresponde a la potencia que cada central puede entregar al sistema con un elevado nivel de seguridad en las horas de demanda máxima del sistema, por el cual las centrales de generación reciben un pago anual.
- **Precio básico de la energía:** promedio ponderado de los costos marginales por las demandas actualizadas de energía durante el período de cálculo. En el caso del SIC, corresponde al promedio ponderado por la energía trimestral de los próximos 48 meses, y en el caso del SING, de los próximos 24 meses.
- **Sistema Interconectado:** conjunto de equipos generadores y de sistemas de transmisión y distribución que conforman un sistema eléctrico integrado.
- **Transmisión:** traspaso de energía, ondas o información desde un punto de inicio hacia un punto de llegada diferente, pudiendo alterarse o no aquello que es transmitido en el recorrido.
- **Turbina:** dispositivo rotatorio con paletas que permite transformar la energía cinética de un fluido (agua, vapor, gases) en energía mecánica en un eje, generalmente para mover un generador y producir energía eléctrica.
- **Unidades Generadoras:** conjunto de equipos que constituyen un medio para transformar la energía del combustible en electricidad en una central. Una central puede estar compuesta por varias unidades generadoras.



Fotografías: Claudia Pool Oviedo

Fundación Terram | Mayo 2011

D : Av. Bustamante 24, Piso 5, Of. i, Providencia | Santiago, Chile
T : (+56-2) 269 44 99 | CP 7500776
E : comunicaciones@terram.cl
W : www.terram.cl



HEINRICH
BÖLL
STIFTUNG
CONO SUR

