



CHILE

ENERGÍA

**Un actor emergente clave  
para el desarrollo de las  
energías renovables**

---

ESTE CASO DE ESTUDIO ES UN ANÁLISIS REALIZADO  
COMO PARTE DEL BALANCE ANUAL DE ACCIÓN  
CLIMÁTICA POR SECTOR

DESCARGAR EL BALANCE GLOBAL Y OTRO CASOS DE  
ESTUDIO EN [WWW.CLIMATE-CHANCE.ORG](http://WWW.CLIMATE-CHANCE.ORG)



CLIMATE  
CHANCE



## CHILE


# Un actor emergente clave para el desarrollo de las energías renovables


Autor • Dr Germà Bersalli • Investigator, Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS), Potsdam, Alemania


Chile, un país con menos de 18 millones de habitantes, se está transformando en un actor clave para la transición energética mundial, gracias a su Desierto de Atacama en el norte, que contiene una gran riqueza mineral, principalmente cobre y litio, y al enorme potencial del país para la producción de energías renovables (ER). Asimismo, es uno de los primeros países en fomentar exitosamente la producción de electricidad con ER sin tarifas garantizadas u otros subsidios. La meta actual a largo plazo es de al menos 70% de electricidad renovable para el 2050. Esto requiere mantener un ritmo de inversión rápido en energías limpias, mientras se elimina la utilización de carbón, a través de distintas políticas públicas. Sin embargo, si bien dichas políticas son fundamentales, puede que no sean suficientes teniendo en cuenta la complejidad y el ritmo de los cambios requeridos. Esta transformación puede ser posible gracias a una participación activa de las partes interesadas, desde los partidos políticos, universidades y centros de investigación, hasta el sector privado y organizaciones ciudadanas. En conjunto, y a pesar de las contradicciones existentes, dichos actores están impulsando acciones conducentes a la 'descarbonización' del sector energético y están ayudando a implementar nuevas soluciones reales en las distintas regiones del país. En este trabajo discutimos el rol de los principales actores de la transición energética chilena, enfocándonos en el sector eléctrico.




## Conclusiones clave

 Las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector eléctrico chileno han disminuido levemente en los últimos tres años. Sin embargo, dichas emisiones habían aumentado fuertemente en las últimas tres décadas, debido a la producción eléctrica a carbón, que representa un 39,5% del total, impulsadas por el crecimiento económico, por las crecientes actividades mineras y por la reciente anulación de proyectos de represas hidroeléctricas;

 Las políticas para el sector eléctrico se destacan en dos aspectos: las inversiones en proyectos de ER se dispararon sin subsidios públicos directos, sino a través de cuotas, subastas y recientemente un sistema de mediciones netas; asimismo, es el primer país de Sudamérica en introducir un impuesto al carbón en 2017, al sector eléctrico inicialmente, establecido a un nivel muy bajo de 5 dólares por tonelada de CO<sub>2</sub> y que debería aumentar progresivamente;

 El sector minero es a la vez un gran problema (representa 37% del consumo de electricidad en Chile) y paradójicamente parte de la solución. Chile tiene abundantes recursos minerales, incluyendo

las tierras raras, que son esenciales para el desarrollo de las ER a nivel mundial. Las empresas mineras necesitan acelerar su conversión a sistemas fotovoltaicos (PV) y a energía solar concentrada;

 La transformación hacia energías limpias está siendo estimulada en parte por la sociedad civil. Las ONG's apoyan la política a través de la promoción de nuevas leyes y de su experiencia técnica, mientras se oponen a proyectos de grandes represas; las universidades se asocian a actores privados para formar clusters y acelerar la I&D (Investigación y Desarrollo);

 El sistema de gobernanza multinivel en construcción, reconoce el rol clave de los Comités Regionales de Cambio Climático junto a otros organismos de toma de decisiones, para enfrentar los problemas climáticos locales e implementar políticas en todos los niveles. A pesar de los exitosos procesos de co-construcción, la Red Chilena de Municipios ante el Cambio Climático (56 miembros y el 38% del total de la población) aún exigen recursos financieros y técnicos que faciliten la implementación de sus planes;

### RESUMEN

- 1 CURVA DE EMISIONES DEL SECTOR ELÉCTRICO EN CHILE : ¿UN MOMENTO DECISIVO?**
- 2 CAMBIAR LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD HACIA ENERGÍAS RENOVABLES : EL CAMINO CHILENO HACIA LA DESCARBONIZACIÓN EN UNA ECONOMÍA DEPENDIENTE DEL CARBONO**
- 3 EL AUMENTO DE LAS FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES NO CONVENCIONALES Y EL ROL DE ACTORES ECONÓMICOS CLAVE**
- 4 EL SISTEMA DE GOBERNANZA MULTINIVEL FACILITA LA PARTICIPACIÓN DE ACTORES SUB-NACIONALES**
- 5 LA PARTICIPACIÓN DE UNIVERSIDADES, CIUDADANOS Y DE ONG'S INFLUYENTES**

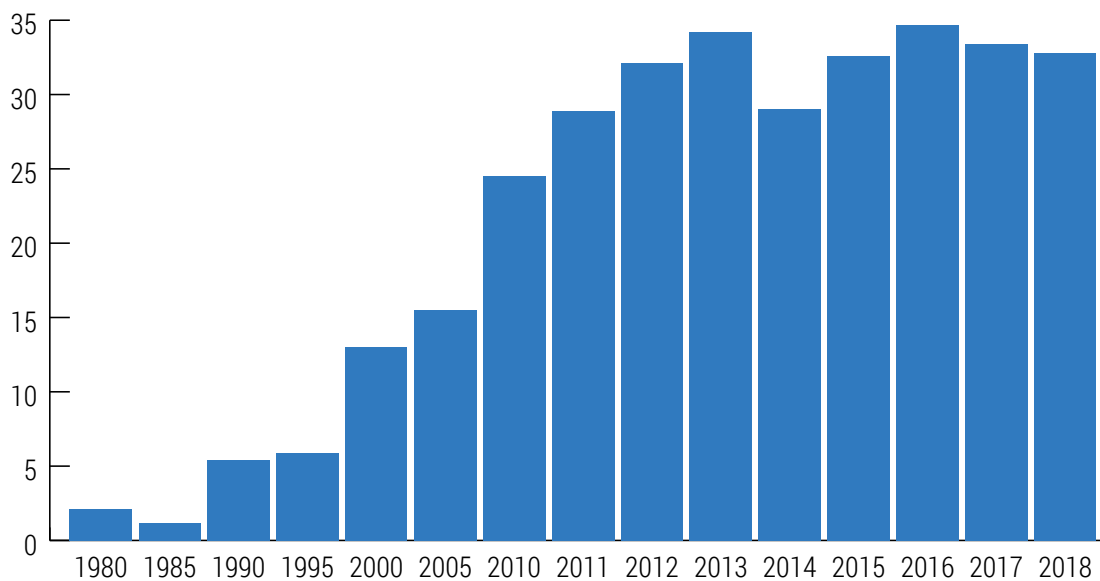
## 1 – Curva de emisiones del sector eléctrico en Chile :

### ¿un momento decisivo?

Luego de tres décadas de aumento estructural de las emisiones de CO<sub>2</sub> de la producción eléctrica en Chile, las mismas están disminuyendo por segundo año consecutivo, pasando de 34,7 en 2016 a 32,4 MtCO<sub>2</sub> en 2018 (fig. 1). Si bien aún es demasiado pronto para decir si esta es una tendencia firme o bien una caída temporal, las decisiones políticas de los últimos años parecen estar a favor de descarbonizar la producción de electricidad : el desarrollo de fuentes de energías renovables, la reestructuración de las redes eléctricas, la introducción sin precedentes en Sudamérica de un impuesto al carbono en 2017... ¿Está el sistema eléctrico en Chile en un punto de inflexión?

FIGURA 1

EMISIONES DE CO<sub>2</sub> DE LA PRODUCCIÓN PÚBLICA DE ELECTRICIDAD Y CALOR – Fuente : *Compilado por el autor utilizando datos de ENERDATA*



Si esta tendencia fuera sostenible, marcaría un verdadero punto de inflexión luego de una larga trayectoria de tres décadas de emisiones en alza. Durante muchos años, Chile basó la generación eléctrica en la hidroelectricidad, sacando provecho de los ríos torrenciales que descienden de los Andes. Pero desde mediados de los 80's hasta hace poco, su fuerte crecimiento económico fue acompañado por un rápido aumento en la generación eléctrica a base de combustibles fósiles, especialmente de carbón, lo que ha provocado una explosión de las emisiones de CO<sub>2</sub>. En 2018 las emisiones de CO<sub>2</sub> de la generación de electricidad fue 2,5 veces más alta que en el 2000 (fig. 1). En primer lugar, la producción de electricidad se duplicó entre el 2000 y el 2018 (acompañando al crecimiento económico) y, en segundo lugar, no hubo mejoras en la intensidad de carbono del mix eléctrico hasta hace poco (fig. 2). **La mayoría de las alzas en emisiones de CO<sub>2</sub> se explican debido a la combustión de carbón importado y, en una menor medida, a la combustión de petróleo y gas natural. De hecho, la generación de electricidad a partir de carbón ha aumentado de 8.444 GWh el 2000 a 29.376 GWh el 2018 (fig. 3). El 2018 el carbón seguía siendo la principal fuente generadora de electricidad, con un 39,5 % del total, seguido por la hidroelectricidad, el gas natural, la energía solar y la eólica.**

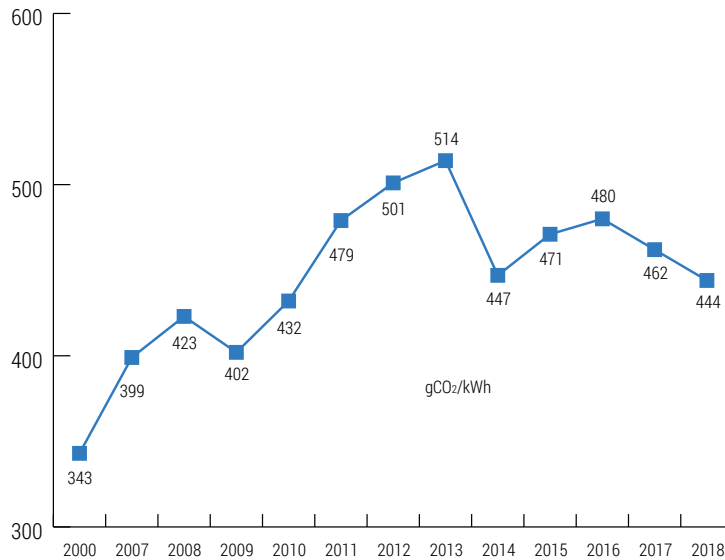
Sin embargo, en los últimos años, el sector eléctrico de Chile ha comenzado una nueva transformación, en línea con el camino definido en la Contribución Nacional Determinada de Chile



(NDC) y la ratificación del acuerdo de París en 2017. Como en muchos otros países, la eficiencia energética y el fomento de las ER se convirtieron en estrategias clave para reducir las emisiones y para alcanzar sus metas energéticas y climáticas.

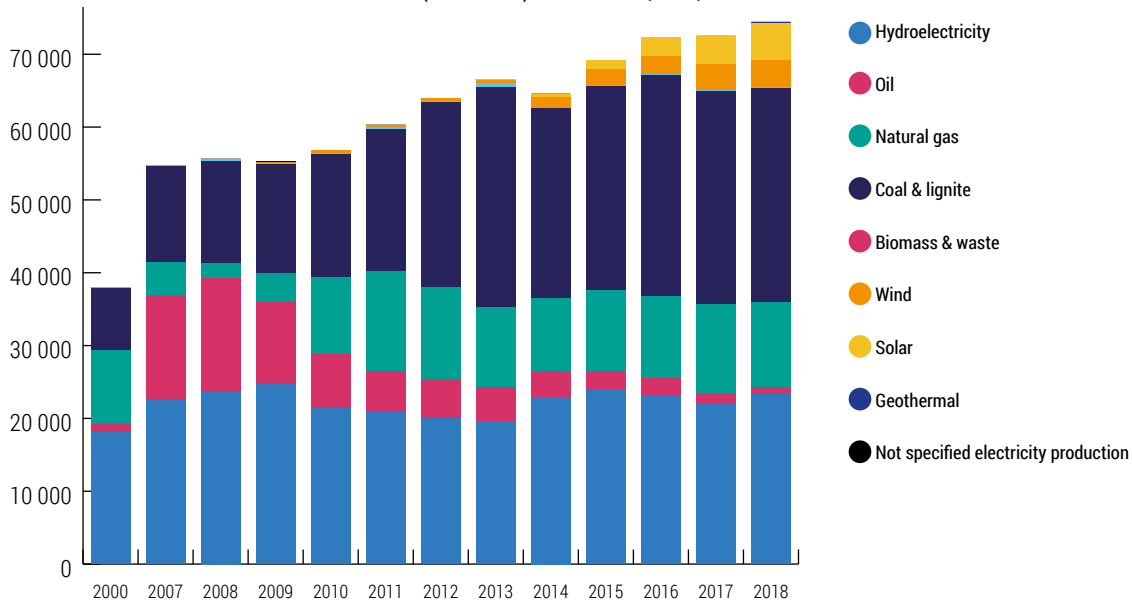
**FIGURA 2**

**INTENSIDAD DE CARBONO DEL MIX ELÉCTRICO** – Fuente: *Compilado por el autor utilizando datos de ENERDATA.*



**FIGURA 3**

**GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD POR FUENTE (GWH/AÑO)** – Fuente: *Compilado por el autor utilizando datos de ENERDATA.*



**Dado que las emisiones relacionadas con la energía representan alrededor del 77% del total de emisiones de GEI (gases de efecto invernadero) de Chile, el sector energía es clave en los esfuerzos de mitigación.** La NDC de Chile tiene dos objetivos relacionados a la energía: un objetivo incondicional para reducir la intensidad de las emisiones de GEI en la economía en 30% por debajo del nivel de 2007, para el año 2030, y un objetivo condicional de una reducción del 35-45% en la intensidad de las emisiones de GEI, sujeto al apoyo financiero internacional. El Ministerio de Energía

está desarrollando políticas y medidas para cumplir con la NDC bajo el “Plan de Mitigación para el Sector Energético”, adoptado en 2017, cuyos objetivos pueden cumplirse de manera tal que pueden reducir costos a mediano plazo, ya que las medidas de eficiencia pueden limitar el crecimiento de la demanda energética, y la electricidad renovable de bajo costo podría reemplazar a la importación de combustibles. Se calcula que las medidas de eficiencia energética en la minería, en el transporte y en la industria pesada, son especialmente rentables (AIE, 2018).

La NDC de Chile estuvo basada en un importante trabajo anterior de planificación en el sector de energía, que comenzó el 2015 por medio de distintas oficinas gubernamentales y por un gran número de partes interesadas, desde organizaciones ciudadanas hasta el sector privado. Se definieron cinco ejes estratégicos y medidas en la Hoja de Ruta 2050 y luego se combinaron en la nueva política energética de Chile “Energía 2050”, anunciada y publicada el 2015.

En ese nuevo reporte, la visión hacia 2050 es la de un sector energético fiable, inclusivo y competitivo. Para lograrlo, se construyeron políticas en cuatro pilares principales (fig. 4) : calidad y seguridad del suministro, energía como un impulsor del desarrollo, energía amigable con el medio ambiente, y eficiencia energética y educación energética.

Los objetivos principales a largo plazo incluidos en Energía 2050 (2015) son :

- Para el 2030, una reducción de al menos 30% de las emisiones de GEI, comparado con el 2007.
- Al menos un 60% de la generación eléctrica con ER para el 2030 y al menos un 70% para el 2050.

**FIGURA 4**

LOS CUATRO PILARES DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA DE CHILE 2050 – Fuente : *Energía 2050. Política Energética de Chile*



**A través de una decisión emblemática, Chile se transformó el 2017 en el primer país de Sudamérica en implementar un impuesto al carbono a plantas eléctricas que usan combustibles fósiles con una capacidad instalada superior a 50 MW. Pagadero desde 2018 en adelante, se estableció inicialmente a un nivel relativamente bajo de cinco dólares (Dólares Estadounidenses) por tonelada de CO<sub>2</sub>.** A modo de comparación, respecto al Precio del Carbono, la Comisión de Alto Nivel, estableció en 2017 que el 2020, sería necesario un precio mínimo de carbono de entre 40 y 80 USD/tCO<sub>2</sub>, para cumplir con las metas del Acuerdo de París. Bajos precios de carbono pueden llevar a un cambio en el uso de combustibles, mejorando la rentabilidad de las tecnologías bajas en carbono más avanzadas, y que ya son competitivas con respecto a las tecnologías tradicionales. Sin embargo, no son suficientes para impulsar inversiones más ambiciosas en tecnologías bajas en carbono, forzar el retiro temprano de activos altos en carbono, o dar señales claras para la electrificación del transporte y de la calefacción. Por tanto, es indispensable monitorear el funcionamiento del impuesto al carbono y ajustar su nivel (AIE, 2018). Asimismo, las inversiones en infraestructura sostenible y en tecnologías específicas necesarias para la transición energética requieren de políticas específicas, complementarias al mero impuesto al carbono.



## 2 – Transformar la generación de electricidad hacia energías renovables : el camino chileno hacia la descarbonización en una economía dependiente del carbono

Luego que Brasil se retirara su candidatura<sup>1</sup>, Chile propuso ser el anfitrión de la Conferencia de las Partes Nro. 25 (COP25) en Diciembre de 2019 en Santiago<sup>2</sup>. Este revés trae a la luz que el cambio climático y los problemas medioambientales son temas de actualidad de la mayoría de los partidos políticos de Chile. Esta posición actual, no fue necesariamente aparente al examinar las políticas públicas medioambientales, de energía y económicas de los últimos treinta años (Paillard, 2019).

Chile tiene un modelo económico basado en las exportaciones, que depende de la explotación de sus recursos minerales naturales, agrícolas y pesqueros, y en el aumento del consumo de combustibles fósiles y de emisiones de CO<sub>2</sub>. El 2017, los combustibles fósiles (principalmente gas importado desde Argentina y carbón desde Colombia y Australia) aún representaban el 79% del consumo de su energía primaria interna bruta (Paillard, 2019).

**Sin embargo, Chile tiene un notable potencial de ER en general y uno de los mejores del mundo en lo que respecta a energía solar en particular.** De acuerdo a un estudio en conjunto con el Ministerio de Energía y la Agencia Alemana de Cooperación Internacional, en 2014, se estimó el potencial Solar Fotovoltaico (FV) en 1.263 GW, el de energía solar concentrada en 548 GW, el de energía eólica en 37 GW (factor de capacidad de al menos 30%), y el potencial para pequeñas represas hidroeléctricas en 12 GW. Además de esto, Chile posee un potencial estimado de 164 GW en energías marinas gracias a su larga costa sobre el Pacífico, 16 GW de fuentes geotérmicas ya que contiene 10% de los volcanes más activos del mundo, y 1,4 GW de fuentes de biomasa (Simsek et al., 2019).

**La actividad minera, presente principalmente en el norte, es una de las mayores consumidoras de energía y podría aprovechar este enorme potencial solar.** Sin embargo, el interés de Chile por el cambio climático y por los problemas de las ER, también se explica por el hecho de que el país, con sus abundantes recursos minerales, podría estar en el centro de la revolución energética del siglo 21. La misma, requiere una amplia utilización de metales como el litio, siendo Chile uno de los líderes mundiales en producción y exportación (Paillard, 2019).

**Además, contrariamente a otros países, Chile ha sido exitoso en el fomento de la producción de electricidad renovable, sin subsidios públicos ni incentivos directos como feed-in tariffs, que han costado millones a consumidores de otros países como Alemania (Simsek et al., 2019).** Sin embargo, varias medidas de fomento fueron implementadas :

- En la Ley Chilena de Energías Renovables (Ley 20.698 ERNC) sancionando en el 2013 (Ministerio de Economía, 2013), se definieron cuotas de ER de un 12% en 2020, 18% en 2024 y 20% en 2025 (excluyendo las hidroeléctricas de mayor envergadura);
- Chile también recurrió a un sistema de subastas que permite a todo tipo de generadores de ER firmar acuerdos de compra de electricidad con las empresas distribuidoras;
- Además, el país utiliza un sistema de mediciones netas, lo que le permite a los consumidores producir su electricidad desde fuentes de ER e inyectar generación adicional a la red; también, la ley actual permite a los generadores de energías renovables con menos de 9MW de capacidad, eximirse de los cargos de acceso a la red;
- Por otra parte, Chile proporciona soporte específicos para algunas tecnologías, especialmente para energías de biomasa, geotérmicas, solar por concentración, techos solares e hídricas de menor envergadura;

• Sin embargo, el único apoyo directo en la forma de subsidios en Chile es entregado para

1 - La retirada por parte de Brasil fue anunciada por el gobierno de Bolsonaro durante la COP24 en Polonia.

2 - Finalmente, a fines de octubre de 2019, el gobierno chileno ha renunciado a la organización de la CO<sub>2</sub>5 debido a la crisis social que vive el país. La misma se desarrollará en la capital española.

calefacción solar, para la reconstrucción de regiones afectadas por desastres tales como Arica, Iquique y Valparaíso (Simsek et al., 2019).

#### PARA UNA MEJOR COMPRENSIÓN

### EL DESIERTO DE ATACAMA, EL CENTRO ESTRATÉGICO DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

El Desierto de Atacama (105.000 km<sup>2</sup>) en el Norte de Chile posee importantes recursos naturales. Contiene las reservas de cobre y de minerales no metálicos más grandes del mundo, las cuales han sustentado a una gran industria minera por casi un siglo. Atacama también tiene una de las reservas de litio más grandes del mundo, esenciales para baterías y distintos componentes. Sin embargo, la industria minera chilena está siendo desafiada por el acceso al agua, por problemas de sustentabilidad y de competitividad. Asimismo, El Desierto de Atacama recibe uno de los más altos niveles de radiación del mundo, lo que lo convierte en muy atractivo para la energía solar. Sin embargo, los cambios drásticos de temperatura del desierto y las condiciones de sequedad, polvo y arena, complican una óptima generación de energía eléctrica PV. Basado en esta abundancia de recursos naturales, Chile está priorizando dos áreas de I&D para tecnología energética: la industria de la energía solar que considera las condiciones específicas del Norte de Chile, y las cadenas de valor para la producción de baterías de litio (IEA, 2018).

Una iniciativa para aprovechar este vasto potencial es la formación de un Cluster Solar en Antofagasta. El mismo involucra acciones sinérgicas que permitan atraer empresas líderes e instituciones de la industria solar de la región, permitiendo el entrenamiento de habilidades y la transferencia tecnológica (Haas et al., 2018). Posteriormente, sucederá la investigación y el desarrollo de soluciones locales, la formación de capital humano, la creación de trabajos y la creación de valor a lo largo de múltiples etapas de la cadena productiva. Esto le permite florecer a las empresas locales e instituciones y efectivamente satisfacer las necesidades de la industria solar en desarrollo. Las líneas de acción resultantes de un cluster solar involucran las siguientes áreas: fortalecer el capital humano; las ciencias, la tecnología y la innovación para competitividad; desarrollo de mercados; permitir un entorno para un desarrollo industrial y un marco institucional para competitividad (Haas et al., 2018).

#### CUADRO 1

La hidroelectricidad ocupa también una posición privilegiada en la industria chilena de energías renovables, debido a la cifra de sitios adecuados para la construcción de represas especialmente en el sur del país. La región del Bío-Bío tiene, por ejemplo las represas de Ralco (764 MW), Pangué (456 MW) y Angostura (320 MW). Sin embargo, en 2013 el desarrollo de las represas hidroeléctricas llegó a una abrupta interrupción con la cancelación del proyecto HidroAysén para preservar el medio ambiente de la Patagonia (ver Texto Cuadro 6).

A corto plazo, esta decisión implica depender de las energías fósiles para seguir asegurando el suministro eléctrico y apoyar el crecimiento económico. La incertidumbre respecto al suministro energético han influido en la decisión de construir una gran terminal de gas natural licuado (GNL) en el área de Mejillones (al Norte de la región de Antofagasta), para proveer de electricidad a la industria minera en el Desierto de Atacama, especialmente a mineras de cobre. Encargado en 2010, este sitio, construido y administrado por la empresa francesa ENGIE, puede almacenar hasta 187.000 metros cúbicos.

Como una consecuencia adicional a mediano plazo, Chile podría aumentar la importación de carbón barato desde Australia y Colombia, ralentizando de hecho su transición energética. Además, la producción local de carbón se reinició en 2013 en la Isla Riesco. El grupo australiano Carbon Energy Ltd., alentado por el gobierno chileno, es uno de los grupos que también están interesados





en revivir la industria carbonífera chilena en el sur del país, especialmente en la región de los Ríos.

**Mientras la importancia del crecimiento de las ER en el balance eléctrico del país es real, - alrededor del 43% del total - esto no debería esconder el hecho de que Chile todavía depende en gran medida de las energías fósiles, debido al peso del sector transporte, a la masificación de dispositivos de consumo intensivo de electricidad (aires acondicionados, automatización en oficinas, teléfonos móviles, etc.), como también el crecimiento en las necesidades de consumo intenso de energía de su industria minera, para cubrir la demanda global por metales.** Chile, por consiguiente, no es aún "el dorado" de las energías renovables, incluso si está por delante del promedio de los países OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos).

A la lucha por independizarse del carbón, pronto se le podría dar un nuevo ímpetu. El 4 de junio de 2019, el gobierno chileno anunció un plan de neutralización de carbono para el 2050, que implica el cierre de ocho plantas eléctricas que operan con carbón para el 2024, y de toda la capacidad instalada para el 2050. Chile trata actualmente de encontrar un equilibrio entre la necesidad de continuar su estrategia de exportación de materias primas, lo que ha sido económicamente exitoso en los últimos treinta años, y en una mayor protección de sus ecosistemas naturales. Esta estrategia involucra, entre otras herramientas, un mayor uso de ER, como también una gestión inteligente de la riqueza mineral.

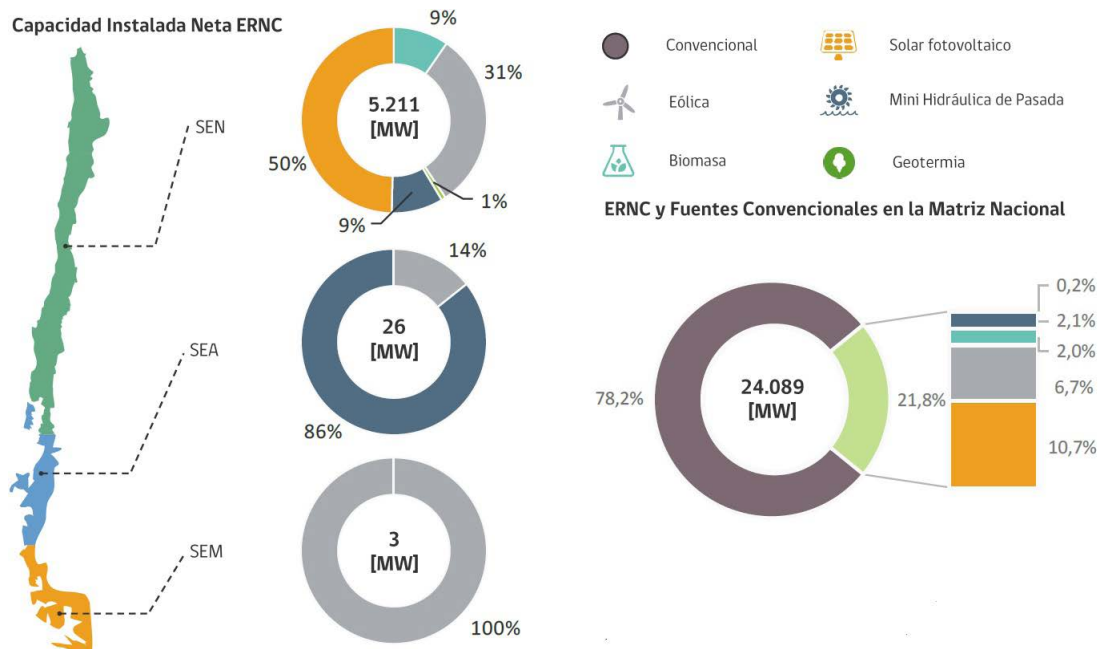
### 3 – El despegue de las energías renovables no convencionales y el rol de actores económicos clave

Chile tiene una geografía particular debido a su larga y angosta forma. Está dividido en quince regiones de Norte a Sur. Hasta el 2017, Chile tenía cuatro redes eléctricas principales. El Sistema Interconectado del Norte Grande (SING), el Sistema Interconectado Central (SIC), Sistema Eléctrico de Aysén (SEA) y el Sistema Eléctrico de Magallanes (SEM). Entre estas cuatro redes, SIC y SING tienen la mayor capacidad compartida con 75,8% (17.081 MW) y 23,5% (5.288 MW) respectivamente ([CNE, 2017](#)). **El 2018, se conectó a SING y SIC y ahora esta nueva red combinada se denomina el Sistema Eléctrico Nacional ("SEN"). El SEN abarca trece regiones y controla el 99% del total del suministro eléctrico de Chile (fig. 5).**

El sector de generación en Chile está compuesto por alrededor de 160 empresas, aunque muchas de ellas son filiales de las cuatro empresas principales ENGIE, ENEL (antes ENDESA), AES Gener y Colbún (ambas son empresas chilenas privadas). El 2016 las cuatro representaron el 74% de la capacidad instalada en el país y el 83% de la generación total. Prácticamente todas las inversiones en generación, la transmisión regulada y los sectores de distribución, son del sector privado, aunque ENAP (Empresa Nacional del Petróleo), la empresa estatal de petróleo y gas, posee participación en algunos activos de generación. Además, algunas empresas municipales satisfacen algunos sistemas pequeños y aislados ([IEA, 2018](#)).

**FIGURA 5**

CAPACIDAD INSTALADA DE ER EN LOS TRES SISTEMAS ELÉCTRICOS – Fuente : : “CNE – Reporte Sector Energético Septiembre 2019”.



Durante la última década, la regulación del sector eléctrico se ha reformado para aumentar la flexibilidad y la diversidad de los proveedores de energía. El suministro eléctrico para clientes regulados se basa en acuerdos de compra de electricidad de un máximo de 20 años, que se firman como resultado de licitaciones abiertas a los generadores. En dichas licitaciones las empresas de generación pueden presentar ofertas basadas en capacidad nueva o existente. Las licitaciones son diseñadas, coordinadas y dirigidas por la Comisión Nacional de Energía y desarrolladas por las empresas de distribución. Se organizan al menos cinco años antes del comienzo del contrato de suministro. **En licitaciones recientes, los precios han disminuido (en un país con precios históricamente altos), y el número de participantes también subió drásticamente.** En la licitación del 2012, sólo hubo un participante, y el precio se elevó hasta los 131,4 dólares por MWh. El 2013 participaron dos generadoras, ofertando nuevamente a altos precios. Desde ese entonces, muchas generadoras nuevas han ingresado a las licitaciones, en el 2014 el número de ofertas se elevó hasta los 18, en 2015 a 38 y el 2016 saltó a 84 (generadoras locales y extranjeras). **Al mismo tiempo, los precios han disminuido en un 75% entre 2012 y 2017.** Las tecnologías solar PV y eólica terrestre han emergido competitivamente en el mercado sin recibir subsidios directos del Estado, contrariamente a otros países (IEA, 2018).

En las subastas de suministro de electricidad, los contratos se expresan en dólares y se ajustan periódicamente en línea con el Índice del Precio al Consumidor de los Estados Unidos. Esto protege a los desarrolladores e inversores tanto de los riesgos tarifarios e inflacionarios en Chile (IEA, 2018). Estos factores, junto a un contexto macroeconómico estable y a un amplio potencial de ER, han contribuido a hacer de Chile, uno de los países más atractivos del mundo para invertir en proyectos de ER (País Circular, 2018). **De acuerdo al estudio “Panorama de los Mercados Emergentes 2018” (BloombergNEF, 2018), Chile se posicionó en el 1er lugar entre los países más atractivo para inversiones de ER, gracias a sólidas políticas gubernamentales, una trayectoria demostrada de inversión en energías limpias y a un compromiso de descarbonización a pesar de las restricciones de la red de transporte y distribución.**



Dichas condiciones han facilitado un aumento significativo de las inversiones en energías renovables no convencionales (ERNC), es decir, todas las tecnologías de energías renovables, a excepción de la biomasa tradicional y de las hidroeléctricas de gran envergadura (más de 20 MW). La capacidad de la red instalada basada en tecnologías de ERNC, ascendió a 4.906 MW en abril de 2019. De este total, 4.877 MW se encuentran en el SEN. El 0,5% restante (26 MW), se encuentra en el Sistema Eléctrico de Aysén y 0,1% (3 MW) en Magallanes (Gráfico 6). La capacidad instalada de ERNC corresponde al 21% del total de la capacidad eléctrica de los sistemas eléctricos nacionales (CNE, 2019).

**CUADRO 1**

PROYECTOS Y CAPACIDAD INSTALADA DE ER (MW). - Fuente : CNE – Reporte Sector Energético Mayo 2019.

Tecnología	Operational	Test period	Under construction	Aprobadas	En evaluación
Biomasa	501	6	6	1 087	12
Viento	1529	220	735	10 774	1 340
Geotérmica	0	40	0	120	50
Hídricas pequeñas	495	42	0	749	61
Solar PV	2382	72	508	16 790	1 989
CSP	0	0	110	2 775	0
<b>Total</b>	<b>4906</b>	<b>380</b>	<b>1358</b>	<b>32 295</b>	<b>3 452</b>

Las ERNC en Chile, están experimentando un auge de inversiones en nuevos proyectos (cuadro 1). Por ejemplo, abril de 2019 finalizó con 51 proyectos de ERNC, declarados en construcción por la Comisión Nacional de Energía. La entrada en operación de estos proyectos se llevará a cabo progresivamente en los meses venideros hasta enero del 2021. Igualmente, durante abril del 2019, el Servicio de Evaluación Medioambiental recibió 16 nuevas iniciativas de proyectos de ERNC, correspondientes a 533 MW, lo que equivale a 577,1 millones de dólares de inversión.

**FIGURE 6**

COMPLIANCE WITH LAWS 20257 AND 20698 – Source : “CNE – Reporte Sector Energético Septiembre 2019”. Graph legend is similar to figure 5 above.



Actualmente Chile está sobre cumpliendo sus metas de utilización de ER. La cuota obligatoria, definida por las leyes 20.257 y 20.698, equivale en julio del 2019 a 523 GWh de generación de electricidad proveniente de fuentes de ERNC. Mientras tanto, la generación real en dicho mes ascendió a 1192 GWh, lo que representa un sobrecumplimiento de 220%. Esto corresponde a 392 GWh de energía solar, 470 GWh de energía eólica, 213 GWh de mini-plan-tas hídricas, 100GWh de biomasa y 17 GWh de energía geotérmica. La Figura 6 muestra el sobrecumplimiento de la cuota de ER durante los tres primeros meses del 2019.

**EL DESAFÍO DE DESCARBONIZAR LA INDUSTRIA MINERA**

La industria minera es por lejos, el mayor sector en cuanto a consumo de electricidad, representando un 37,1 % del total en 2015 (IEA, 2018). Así, la descarbonización del sector minero supondría una contribución significativa a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> en Chile.

Extraer minerales de la tierra requiere enormes cantidades de energía, con minas que operan a menudo las 24 horas del día, los siete días de la semana. La energía puede representar hasta un tercio de los costos operativos de una minera, convirtiéndola en un foco crítico del control de costos de las mismas. La caída en el costo de las ER las ha convertido en una opción cada vez más atractiva ya que, en muchos casos, puede reducir la exposición a la volatilidad de los precios del diésel. En julio del 2018, la minera chilena de cobre Antofagasta PLC logró un acuerdo con la empresa de suministro Colbún, para entregarle 550 GWh de electricidad al año, de fuentes renovables, incluidas la hidroelectricidad y las energías solar y eólica, durante diez años comenzando en julio del 2020. Este acuerdo hará que la mina de cobre Zaldívar, de propiedad conjunta entre Antofagasta y la canadiense Barrick Gold, sea la primera mina de este país Sudamericano, en operar 100 % con ER.

Otras instalaciones solares en minas de cobre en Chile son Pampa Elvira Solar (34 MWt SWH) y la Planta Solar El Tesoro (10 MWt CST). Ellas permiten sustituir entre 80 % y 55 % de la demanda por combustibles fósiles del proceso de electrowinning<sup>3</sup> de las minas Gabriela Mistral y Centinela respectivamente (Hass et al., 2018). El conjunto solar-térmico de Pampa Elvira, construido por Arcon Sunmark y Energía Llama en asociación con Codelco, para su mina Gabriela Mistral, abarca un área de 39.300 m<sup>2</sup> de paneles solares térmicos. El conjunto puede sustituir alrededor de un 80 % los combustibles fósiles utilizados en electrowinning, ahorrando 6.500 toneladas de diésel al año. Al quemar menos diésel, la mina Gabriela Mistral disminuye sus emisiones de CO<sub>2</sub> en casi 15.000 toneladas al año. Además de reducir el consumo directo de diésel, evita la movilización anual de 250 camiones, que serían necesarios para transportar el combustible. El plan garantiza un suministro continuo de energía, gracias a un tanque de almacenamiento de calor, con un volumen de 4.000 m<sup>3</sup> de agua caliente. El tanque de almacenamiento ayuda a nivelar las fluctuaciones diarias de la radiación solar.

**CUADRO 2**

Respecto a la generación distribuida, es decir, unidades de generación conectadas a redes eléctricas al nivel de la distribución (hasta 23 kilovoltios), existen dos modelos principales: facturación neta y Pequeños Medios de Generación Distribuida (PMGD). La Ley 20.571, operativa desde octubre 2014, se aplica a pequeños usuarios finales, con tarifas reguladas con una capacidad instalada máxima de 100 kW, ya sea de ERNC o de instalaciones eficientes de cogeneración. En diciembre de 2017, la facturación neta resultó en más de 12 MW de sistemas solares PV instalados, lo que corresponde a 2.000 generadores distribuidos, principalmente sistemas residenciales. La Ley correspondiente a los PMGD fue aprobada en 2004 y se aplica a instalaciones de generación distribuida con una capacidad de hasta 9 MW, que utilicen cualquier tipo de tecnología de generación, conectadas a una red de distribución. A diferencia de los sistemas de facturación neta, los SDGS deben ser creados como empresas eléctricas, emitiendo facturas y reportando a las autoridades nacionales de regulación. En noviembre de 2017, 152 sistemas, con una capacidad total instalada de 413 MW, operaban bajo este modelo. La potencia correspondía principalmente a mini-centrales hidroeléctricas de pasada, sistemas solares PV, como así también algunos generadores diésel (IEA, 2018).

3

Un medio de extracción de metales, de los minerales a través de la electrolisis.



## 4 – El enfoque de gobernanza multinivel

### facilita la participación de actores sub-nacionales

Frecuentemente posicionado entre los países más vulnerables al cambio climático por la agencia German Watch de acuerdo al Índice de Riesgo al Cambio Climático, Chile está expuesto a una gran variedad de riesgos: la sequía ha sido persistente en la región del Valle Central durante ocho años, las altas temperaturas y las olas de calor alrededor del país han conducido a un aumento de los incendios forestales y lluvias torrenciales han golpeado tanto a las regiones del norte como del sur. Estos intensos y anómalos eventos de precipitación han afectado las cosechas, y las temperaturas en aumento del océano están alterando los ecosistemas marinos. Estos son algunos ejemplos de fenómenos que tienden a agravarse en los próximos años.

Bajo estas condiciones, las medidas de adaptación son igual de importantes que las de mitigación, y requiere de un enfoque de manejo sistémico que incluya los problemas específicos de las distintas regiones del país. **En este contexto, el gobierno chileno está implementando un modelo de gobernanza multinivel, que facilite la coordinación y la colaboración entre todos los niveles públicos (nacional, regional, municipal) y entre todas las partes interesadas. Esto es especialmente desafiante en un país con un sistema político tradicionalmente centralizado.**

En el contexto chileno, se entiende como gobernanza multinivel a la interacción sinérgica *entre las instituciones, niveles de gobierno, sociedad civil y el sector privado, la que determina cómo se definen e implementan las políticas públicas y/o las medidas. Dichos procesos incluyen tanto interacciones verticales como horizontales y pueden tomar muchas formas y ocurrir en diferentes instancias* (LEDS, 2018).

**En un estudio reciente, se identificó a los actores esenciales estatales y no estatales, mediante un ejercicio de mapeo, que condujo a un Reporte de Mapeo Institucional (fig. 7).** Esto se logró al analizar los espacios de toma de decisiones y al caracterizar las interacciones entre los actores estatales y no estatales en distintos grados (LEDS, 2018).

Entre algunos de los actores clave se encuentran:

- **Los Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC) : su creación entre 2017-2018 en cada una de las 16 regiones de Chile ha sido un paso importante.** Funcionan como puntos de convergencia regionales para tomar medidas y tienen el potencial de actuar como un interlocutor clave para territorializar las políticas públicas nacionales respecto al cambio climático, mientras se blindan los esfuerzos de los distintos actores territoriales en un proceso de planeación regional y se facilitan las medidas climáticas a nivel local (LEDS, 2018).
- **Consejo de Ministros para la Sostenibilidad (CMS) :** es un organismo multisectorial a cargo de deliberar y aprobar las políticas públicas y las regulaciones globales relacionadas a los problemas medioambientales. Sin embargo, es el Ministro del Medioambiente (MMA), a través de la Oficina de Cambio Climático (OCC), quien es responsable de proponer y coordinar políticas, planes y programas relacionados al cambio climático.
- **Equipo Técnico Inter-Ministerial para el Cambio Climático :** su principal función es la de apoyar al Ministerio del Medioambiente (MMA), para participar y facilitar la preparación, implementación y el monitoreo de las políticas nacionales y acuerdos internacionales firmados por el país, respecto de los problemas del cambio climático. El desarrollo más reciente es el del "Equipo Técnico de Chile de Monitoreo, Reporte y Verificación" (ETMRV-Chile) en enero de 2018, lo que constituye un nuevo nodo, u ocasión para un trabajo informal y permanente para fortalecer las instituciones, comunicaciones, el intercambio de información y acuerdos

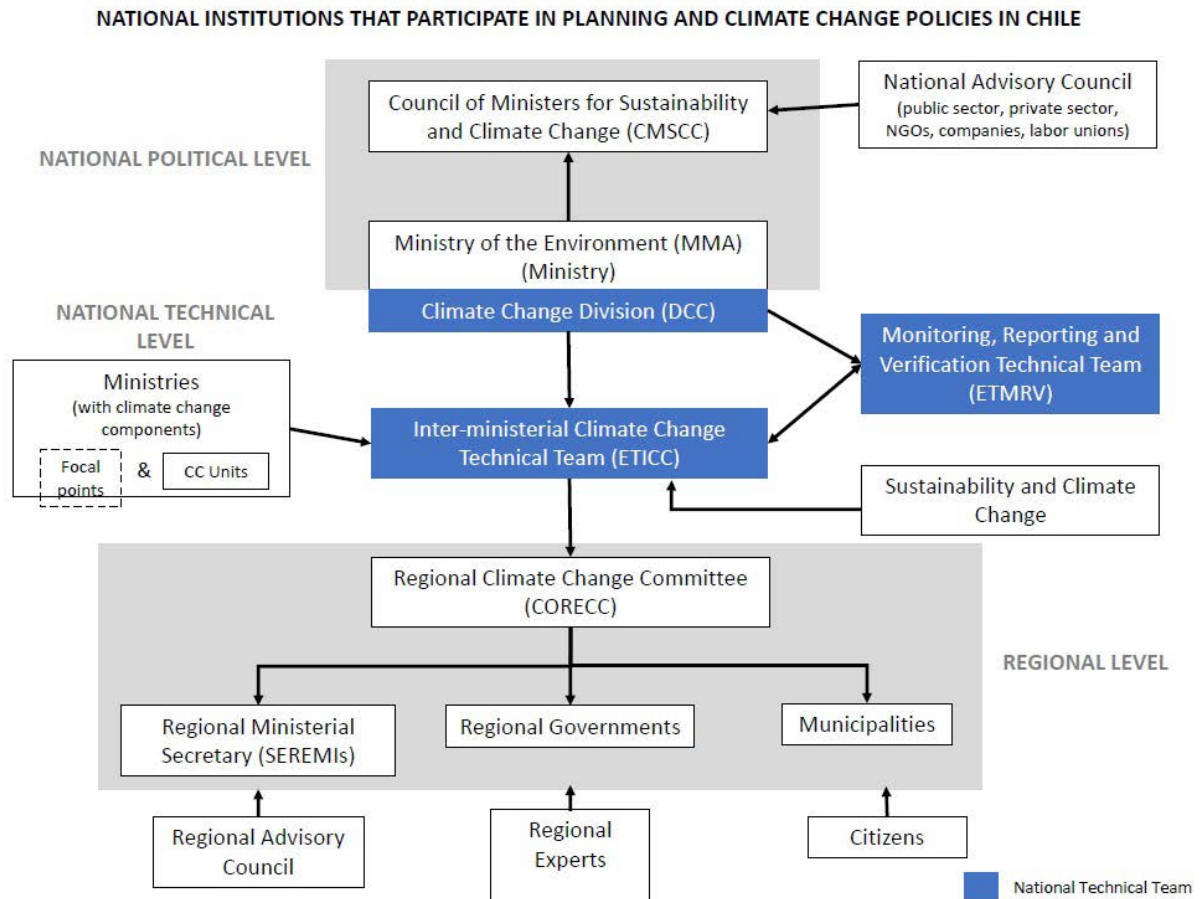
entre los diferentes actores involucrados en el cambio climático (Retamal, 2018).

Por último, también incluye distintos ministerios, la Agencia Chilena para la Sostenibilidad y el Cambio Climático, Municipalidades entre otros.

**FIGURA 7**

PRINCIPALES INSTITUCIONES DE LA GOBERNANZA MULTINIVEL DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN CHILE – Fuente : : *Reporte de Mapeo*

*Institucional, MMA/Adapt Chile*



## RETORNO DE EXPERIENCIA

### PLAN PANCC II COMO EJEMPLO DEL PROCESO DE GOBERNANZA

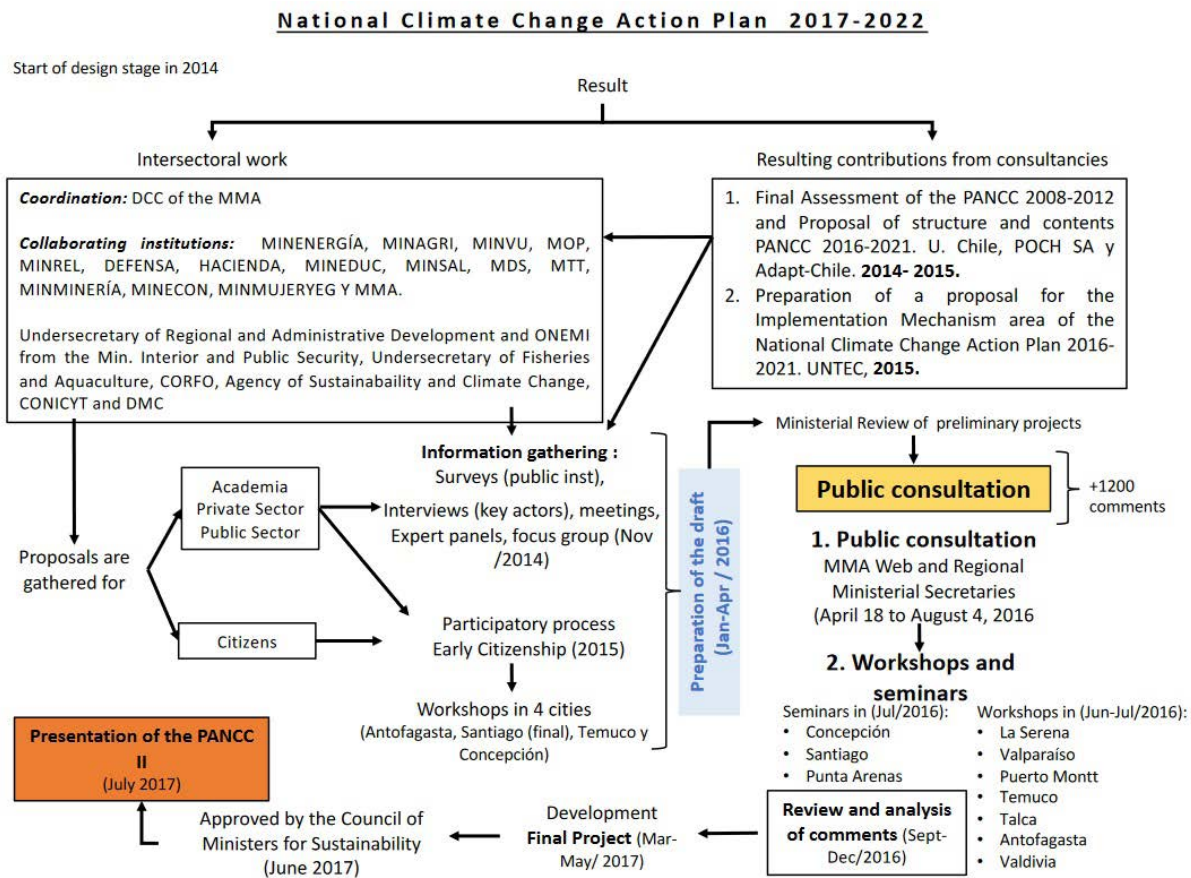
El Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022 es un ejemplo de cómo el nuevo sistema de gobernanza, influencia el proceso de creación, adopción e implementación de nuevas leyes, regulaciones, planes y acuerdos internacionales. Desde la etapa de diseño a la presentación del plan, el proceso duró casi tres años. Es el único instrumento que consideró un proceso participativo temprano con ciudadanos (en 2015), además de la consulta ciudadana del borrador preliminar (en 2016). La recopilación de información incluyó la participación de actores desde múltiples niveles y distintos sectores, y se basa en el aporte de consultas, a través de encuestas, entrevistas, reuniones, paneles de expertos, grupos de foco y talleres de trabajo regionales (fig. 8). El plan fue aprobado por el Consejo de Ministros para la Sostenibilidad (CMS) en junio de 2017 y presentado al público en julio del mismo año.

**CUADRO 3**



**FIGURE 8**

DEVELOPMENT PROCESS OF THE NATIONAL CLIMATE CHANGE ACTION PLAN 2017-2022 – Source : Institutional Mapping Report, MMA/Adapt Chile.



Asimismo, una cifra en aumento de municipalidades están organizadas a través de la [Red Chilena de Municipios ante el Cambio Climático](#). Esta red surgió el 2014, y fue fomentada por la asociación Adapt-Chile, como una instancia de cooperación, entrenamiento e intercambio de experiencias respecto al cambio climático entre las municipalidades de Chile. Para julio de 2019, la red tenía 56 municipalidades miembros (que representan el 38% de la población del país) de las cuales, 13 ya tienen un plan de acción local contra el cambio climático. Durante el cuarto foro anual que tuvo lugar a fines del 2018, los alcaldes pusieron especial énfasis en la necesidad de la Ley Marco del Cambio Climático, que está siendo preparada por el Gobierno del Presidente Sebastián Piñera para poder enfrentar la magnitud del problema y dar el apoyo que necesitan las municipalidades del país para llevar a cabo la adaptación y los objetivos de mitigación a nivel local ([Representación de la UE en Chile](#), 2018). La Declaración final del foro, establece que lo anterior es alcanzable, entre otras cosas, a través de la inclusión de las municipalidades en los planes regionales de cambio climático, el fortalecimiento de la autonomía de los territorios, el establecimiento de metas específicas de adaptación y mitigación a nivel regional, recursos para reforzar las capacidades de los equipos municipales y la implementación de acciones climáticas; apoyar la realización de diagnósticos, planes de cambio climático locales e inventarios de emisiones de GEI locales.

**Muchos proyectos muestran el creciente interés por parte de las municipalidades en la producción de energías renovables locales.** En la municipalidad de Santiago, se está desarrollando el primer proyecto de tipo ESCO (Empresas de Servicios Energéticos), para el sector residencial. Este

modelo le permite a los actores locales o individuos, financiar proyectos renovables sin inversiones iniciales: la empresa reembolsa su inversión a través de los ahorros realizados por los usuarios. En este caso, el contrato de rendimiento involucra a los actores locales del vecindario Beaucheff-Rondizzoni (centro comunitario y asociación vecinal) y la empresa de servicios de energía Ciudad Luz. Esta última está a cargo de la instalación y mantenimiento de 25 sistemas fotovoltaicos (16,8 kWp) y garantiza ahorros anuales de 28,19 tCO<sub>2</sub> y de 7,2 millones de pesos (9.200 euros) ([Comuna Energética](#), 2019). Aún en la metrópolis de Santiago, las municipalidades de Providencia y Colina y la empresa Ciudad Luz, están instalando 110 sistemas fotovoltaicos, 60% de los cuales son financiados por el Ministerio de Energía y de Economía. Las municipalidades y los usuarios también están entrenados en el manejo de la demanda y en el mantenimiento de la instalación.

Otro ejemplo es Temuco, una ciudad de 280.000 habitantes, 600 km al Sur de Santiago, la cual es una de las más de 100 ciudades en el mundo, abastecidas por más de un 70% de energías renovables ([CDP](#), 2018). Este rendimiento es posible debido al mix eléctrico en la región de la Araucanía, de la cual Temuco es su capital. Dependiendo de la época del año, la región genera entre 60% y 70% de su electricidad a través de energía hídrica y eólica, para un total de 95.000 MWh generados en septiembre de 2019 ([Instituto Nacional de Estadísticas](#), 2019). En la actualidad, el territorio sólo proporciona el 60% de su consumo, pero la Araucanía es una región clave en la transición energética del país y en la salida del carbón por parte de Chile, y se espera que más del doble de su capacidad de producción renovable, alcance alrededor de 700 MW para el 2022 (Plan de Impulso de la Araucanía). La producción local, también apunta a reducir la pobreza energética de los habitantes, en la región con la mayor tasa de pobreza del país y con la mayor falta de acceso a los servicios energéticos, - 8% de la población rural del país ([Beneficio para todo](#), 2018).

## RETORNO DE EXPERIENCIA

### EL PROGRAMA COMUNA ENERGÉTICA

Lanzado el 2015, como iniciativa del Ministro de Energía, "el Programa Comuna Energética" (PCE) es un programa de acreditación para apoyar a las ciudades en el desarrollo y en la implementación de una Estrategia de Energía Local (EEL). La acreditación se le da a las ciudades que han cumplido con el monitoreo y con la evaluación de estos tres pasos:

- la realización de un diagnóstico de la situación de energía municipal y de su potencial futuro en términos de oferta y demanda de energía eléctrica y térmica, energía renovable y eficiencia energética;
- la formulación de distintos objetivos tanto para corto, mediano y largo plazo;
- la implementación de un plan de acción para lograr estos objetivos.

En su plataforma en línea, el PCE destaca varias iniciativas realizadas por municipalidades acreditadas, las que son destacables para sus beneficios socio-económicos y por su potencial de reducción de emisiones. Por ejemplo, la municipalidad de Recoleta, al norte de Santiago, está implementando un proyecto para proporcionarle a seis escuelas con un alto índice de vulnerabilidad, un sistema fotovoltaico, manejado por una "cooperativa energética educacional". Será capaz de redistribuir la producción de energía a las áreas vulnerables de la municipalidad y organizará programas de entrenamiento técnico y de educación gratuitos, respecto a las energías renovables. Se espera una reducción de las emisiones de 39,73 tCO<sub>2</sub>/año, como también ahorros en energía de alrededor de 18.000.000 pesos chilenos por año (o €22.685).

Fuente: [Comuna Energética \(30/05/2019\)](#)

CUADRO 4





No obstante, esta reciente estructuración de plataformas y programas de cooperación multinivel, Chile tiene un sistema económico liberal, donde el sector privado juega un rol preponderante en los grandes servicios urbanos. Parte importante de los esfuerzos para reducir la demanda, mejorar la eficiencia energética y desarrollar energías renovables, por consiguiente, recae en ellos. A modo de ejemplo, la Empresa Metro de Santiago, que opera las cinco líneas de metro de la capital, ahora obtiene el 70% de su suministro eléctrico de energías renovables, gracias a los contratos firmados con grandes operadores solares (Latin American Power y Sunpower) y de parques eólicos (San Juan Aceituno, en la región de Atacama) ([La Tercera, 2017](#) ; [Electromov.cl, 2019](#)).

## 5 – La participación ciudadana y el rol de universidades y de ONG

La preocupación pública respecto de las consecuencias medioambientales de la producción de energía ha crecido en los últimos años. La oposición a algunas centrales eléctricas de combustibles fósiles y especialmente hacia las grandes represas creció en paralelo al surgimiento o a la consolidación de organizaciones de la sociedad civil.

### RETORNO DE EXPERIENCIA

#### CÓMO LA CAMPAÑA “PATAGONIA SIN REPRESAS” PUSO FIN AL PROYECTO “HIDROAYSÉN”

*“In an age of democratization and heightened awareness of citizen rights in Latin America, the expansion of extractive industries frequently involves conflict. In those conflicts marginalized, rural, poor, ethnic and racial subaltern social groups, and their allies often stand in the front lines of resistance”* ([Silva, 2016](#)).

La campaña Patagonia Sin Represas (PSR), fue una historia épica de David vs. Goliat, que enfrentó a poderosos conglomerados nacionales e internacionales (principalmente, la española Endesa y la chilena Colbún S.A.) con el apoyo del gobierno, contra ambientalistas subestimados y “gente local”, que vivía lejos de los centros del poder político. La epopeya de ocho años de duración de la campaña Patagonia Sin represas, comenzó en el 2006 contra la construcción de una serie de mega obras hidroeléctricas en la región Austral de Aysén, en la Patagonia chilena. Estas centrales eléctricas estaban destinadas a proveer a las industrias mineras del Norte de Chile ([Silva, 2016](#)).

El proyecto HidroAysén, para construir cinco represas hidroeléctricas en los ríos Baker y Pascua, tendría una capacidad total estimada de 2,75 GW. Este proyecto faraónico, aprobado el 2011 por el Presidente Piñera Echeñique, habría afectado la existencia de once reservas naturales y seis parques nacionales, y 4.000 habitantes tendrían que haber sido reubicados. Entre 6.000 y 10.000 hectáreas serían sumergidas bajo el agua, y la transmisión de electricidad por parte de estas represas hacia la región de Santiago, a 2.200 kilómetros de distancia hacia el norte, hubiera requerido de la instalación de al menos 1.500 torres de alta tensión para construir las líneas de alto voltaje necesarias ([Paillard, 2019](#)).

La plataforma que organizó la campaña, el Consejo por la Defensa de la Patagonia, estaba compuesto por más de 70 asociaciones civiles, incluyendo 25 internacionales de seis países y personas famosas, incluyendo al fallecido ambientalista estadounidense Douglas Tompkins. *“In the case of Hidroaysén, despite a strong initial support, the Piñera government decided to postpone its approval until the next presidential period due to the large political consequences its approval could have. In fact, the Patagonia Without Dams campaign’s strong communicational strategy and massive protests influenced public opinion, making three out of four Chileans reject the dam’s construction. In this context, the decision to withhold the project’s construction was strongly damaging presidential approval rates”* ([Madariaga & Allain 2018](#)). En noviembre

de 2017, luego de muchos 'ires y venires', las dos empresas involucradas tomaron la decisión conjunta de detener el proyecto de una vez por todas (Paillard, 2019).

#### CUADRO 5

Un artículo científico reciente (Madariaga & Allain, 2018), construido de acuerdo a un estudio de los procesos legislativos y de entrevistas semiestructuradas, muestra la forma en que las organizaciones civiles han influenciado el auge de las energías renovables en Chile. Los autores identificaron cuatro categorías de actores interrelacionados: (i) organizaciones medioambientales (OM) y movimientos locales, (ii) actores del sector privado que promueven las energías renovables, (iii) asesores políticos y expertos en energía, y (iv) políticos y parlamentarios. El artículo destaca que : emergieron en paralelo dos maneras de afectar las estrategias de las políticas energéticas : la primera vino de organizaciones populares locales con diversos vínculos a OM nacionales, que lideraron la oposición a las grandes centrales hidroeléctricas y térmicas en sus territorios; la segunda vino de OM profesionales, en su mayoría a nivel nacional, compuestas por experimentados activistas y expertos, especializados en campos medioambientales específicos. Mientras que las primeras mantuvieron la presión social sobre proyectos específicos y elevaron la importancia de los conflictos medioambientales, relacionados a la energía, en toda la nación, las segundas desplegaron acciones para ejercer presión (lobby) y su experiencia técnica apuntó a influenciar directamente la agenda y el diseño de las políticas públicas.

La influencia de estas organizaciones fue decisiva en dos momentos clave. Primero, durante la sanción de las primeras leyes que contenían elementos de fomento de las ER : Ley Corta I y Ley Corta II, en 2004 y 2005. Segundo, durante el proceso de elaboración del plan Energía 2050 (2010-2015), que culminó con la elaboración de la política energética más importante de los últimos 50 años, conteniendo cuotas para la introducción de ER. De hecho, el proceso de la Agenda Energía 2050, impulsado por el gobierno de Michelle Bachelet, marcó una participación sin precedentes de empresas privadas, expertos y ONG's y terminó con un plan de política energética que establece que el país debería apuntar a que un 70% de su matriz energética provenga de ER para el 2050. De acuerdo a (Madariaga & Allain, 2018), un aumento en las movilizaciones, jugó un importante rol para influenciar el proceso de políticas que llevó a Energía 2050, al perturbar la agenda de las políticas a través de la oposición a los grandes proyectos energéticos (centrales hidroeléctricas grandes y de combustibles fósiles) y al elaborar un plan de política alternativa basado en energías renovables.

#### RETORNO DE EXPERIENCIA

### INFLUYENTES ONG'S MEDIOAMBIENTALES EN CHILE

El país disfruta de una densa red de ONG's nacionales e internacionales que participan en diversas áreas políticas.

Un ejemplo en esta área es la "[Aвина Foundation](#)", una ONG establecida en Chile en 1994, que trabaja para generar las condiciones para implementar las metas definidas por los países en el acuerdo de París, facilitando el cumplimiento de las Metas de Desarrollo Sostenibles en Latinoamérica. Promueve la acción climática de todas las partes participantes, a través del apoyo a la innovación y a la implementación de las políticas y compromisos climáticos. La Fundación Avina, es la primera organización de la sociedad civil en Latinoamérica en ser acreditada en 2016 como una entidad regional del Fondo Verde para el Clima.

Otra organización activa en Chile es 350.org. La misma utiliza campañas, promueve organizaciones populares y acciones públicas masivas, para oponerse a nuevos proyectos de carbón, petróleo y gas; colecta fondos de empresas que contribuyen al calentamiento global y construye soluciones de energía 100 % limpias y gratuitas a beneficio de todos.



El Programa Chile Sustentable es un interesante ejemplo de participación ciudadana en cooperación con estudiantes universitarios que tienen una gran influencia en el Parlamento Nacional. En el área energía, el programa ha participado activamente en la reformulación de las leyes del sector energético, especialmente la Ley Corta 1 (2004), Ley Corta 2 (2005) y la creación y formulación del "Programa País de Eficiencia Energética". También participó en la formulación de la Ley de Promoción de Energías Renovables No Convencionales en el 2008. Actualmente se encuentra en campaña para la eliminación gradual de centrales de carbón ([Chile Sustentable, 2019](#)).

**BOX 6**

Otra notable característica del área climática en Chile es el dinamismo de un número creciente de centros de investigación, que trabajan en distintos temas relacionados tanto a la adaptación como a la mitigación. El 2018, había al menos 27 centros académicos públicos o privados, que trabajan en el CC, incluyendo las ciencias sociales y naturales (biodiversidad, agronomía, planeación urbana, leyes, economía y manejo de riesgo en desastres, entre otros) ([LEDS, 2018](#)). La Universidad de Chile, la Pontificia Universidad Católica de Chile y la Universidad de Valparaíso, entre otros, juegan un rol destacado.

A fines de 1950, las Universidades Católica del Norte y Santa María, inauguraron sus centros de investigación solar, abriendo camino al primer instituto nacional de investigación solar ([Haas et al., 2018](#)). El año 2012 terminó con la inauguración de un nuevo centro de excelencia en investigación en energía solar: SERC-Chile. Además, en junio de 2014, el presidente chileno creó la Comisión Nacional del Litio, para desarrollar una propuesta política para el futuro de este recurso estratégico. La Comisión incluyó al Ministerio de Energía y a los representantes del público y del sector privado, habitantes de las regiones donde se encuentran las reservas de litio como así también a representantes de los trabajadores. Al mismo tiempo, el Programa de Energía Solar 2016-25 apunta a desarrollar una industria de energía solar nacional, orientada a la exportación ([IEA, 2018](#)).

Por último, la multiplicación de los movimientos sociales desde 2010 y la promulgación de la Generación Distribuida, han inspirado a muchos grupos sociales para producir y distribuir su propia energía a través de la creación de cooperativas. Sin embargo, la ley no le permite a dichos proyectos asociativos vender energía, ya que las empresas concesionarias poseen el monopolio de la distribución y de la comercialización de la red que ellos mantienen. Así, las pocas cooperativas existentes (entre 6 y 8, dependiendo de su función, inscritas a fines del 2019) se conforman como grupos de ahorro para la instalación de unidades de producción para clientes, distintos a los miembros de la cooperativa: Ener Coquimbo, Ener Quinta, Ener Metropolitana, Nehuén, Lanalhue, Ener Pucón y EnerCoop Aysén ([Un beneficio para todos, 2018](#)).

**Conclusion**

En este trabajo se ha analizado el rol de los principales actores no estatales en el proceso de descarbonización del sector eléctrico chileno, presentando en cada caso ejemplos concretos. Desde 1980, Chile ha experimentado un aumento dramático en las emisiones de CO<sub>2</sub> en el sector eléctrico, debido a un crecimiento constante de la actividad económica, lo que impulsó la construcción de centrales eléctricas de carbón y de gas natural. Recientemente, gracias en parte a un fuerte impulso de la sociedad civil y de centros de investigación, la política energética ha iniciado un importante cambio a favor de energías más limpias. Al mismo tiempo, el sector minero, uno de los principales consumidores de energía, está empezando a sacar provecho de los excelentes recursos de energía solar en el norte del país. Está por verse si el ritmo de inversiones en energías renovables se mantiene y si es suficiente para satisfacer una demanda que sigue creciendo. De lo contrario, el país podría seguir construyendo centrales de combustibles fósiles y así aumentar sus emisiones.

## REFERENCIAS

### BASES DE DATOS :

- Enerdata (2019). Global Energy and CO<sub>2</sub> Data.
- BloombergNEF (2019). [Climatescope 2018 Chile](#)
- Comuna Energética (2019). [Proyectos Destacados](#) [web page]. Retrieved from : <http://www.minenergia.cl>
- [Red Chilena de Municipios ante el Cambio Climático](#) (2019).

### INFORMES INTERNACIONALES :

- IEA (Janvier 2018). [Energy Policies Beyond IEA Countries. Chile 2018](#)
- Bloomberg New Energy Finance (2018). Emerging Markets Outlook 2018
- Eckstein, D., Hutfils, M-L., Wings, M. (2019). GLOBAL CLIMATE RISK INDEX 2019 Who Suffers Most From Extreme Weather Events? Weather-related Loss Events in 2017 and 1998 to 2017. GermanWatch

### LITERATURA ACADÉMICA :

- Haas, J. et al. (2018). [Sunset or sunrise? Understanding the barriers and options for the massive deployment of solar technologies in Chile.](#) Energy Policy. 112. 399-414. 10.1016/j.enpol.2017.10.001.
- Mardones, C. & Flores, B. (2017). [Evaluation of a CO<sub>2</sub> Tax in Chile : Emissions Reduction or Design Problems?](#) Latin American Research Review 52(3), pp. 334–343
- Mardones, C. & al. (2018). [Economic and environmental effects of a CO<sub>2</sub> tax in Latin American countries](#), Energy Policy 114, pp. 262-273.
- Madariaga, A. & Allain, M. (2018). [Contingent Coalitions in Environmental Policymaking : How Civil Society Organizations Influenced the Chilean Renewable Energy Boom](#), Policy Studies Journal.
- Madariaga, A. (2018). [From 'Green Laggard' to Regional Leader : Explaining the Recent Development of Environmental Policy in Chile](#), Bulletin of Latin American Research.
- Paillard, C. (2019). [Le Chili, nouvel émergent de la transition énergétique ?](#) Revue internationale et stratégique, 113(1), 167-176. doi :10.3917/ris.113.0167
- Silva, E. (2016). [Patagonia, without Dams! Lessons of a David vs. Goliath campaign.](#) The Extractive Industries and Society. 3. 10.1016/j.exis.2016.10.004.
- Simsek, Y. & al. (2019). [Review and assessment of energy policy developments in Chile](#), Energy Policy 127, pp. 87-101.

### TEXTOS LEGISLATIVOS :

- [Law 20.780 tax reform implementing a green tax](#) (2014)
- [Law No. 20571 regulating the payment of electricity tariffs of residential generators](#) (2012)
- [Law No. 20.365 on Tax Exemption for Solar Thermal Systems](#) (2010)
- [Law No. 20.257 on Non-Conventional Renewable Energies](#) (2008)
- [Law No. 19.940 modifying the General Electrical Services Law \(LGSE\) of 1982](#) (2004)
- Ministerio de Energía (2016). [Energy 2050. Chile's Energy Policy](#)

### LITERATURA GRIS :

- CNE, Nacional de Energía (2019) [Reporte Sector Energético Mayo 2019](#).
- Harris J., Muller S. A. & Woods T. (2019) [Climate action in Chile : Towards multi-level governance](#), Low Emissions Development Strategies Global Partnership (LEDS)
- LEDS (2018) [LEDS Technical Assistance Opportunity. Multi-Level Governance and Climate Actions. Institutional Mapping of Chile](#)
- Retamal, C. (2018). Documento de trabajo. Estado del arte de esquemas de monitoreo, reporte y verificación de GEI en Chile. The Pacific Alliance, Gobierno de Canadá y el Ministerio de Medio Ambiente de Chile. Pacific Alliance MRV Working Group.

### PRENSA Y COMUNICACIÓN :

- Lombrana, Milla L. & Stillings B. (07/08/2018). [These Massive Renewable Energy Projects Are Powering Chilean Mines](#). Bloomberg Business Week
- Castilhos, Ryppl N. (12/12/2018). [Chile's new coal fleet challenged by renewables and air pollution](#), powerpastcoal.org
- Pais Circular (26/11/2018). [Chile se sitúa como el mercado emergente más atractivo para invertir en energías limpias a nivel global](#).
- EU Representation in Chile (22/11/2018) [Alcaldes de Chile reafirman su preocupación por el desempeño del país frente al cambio climático](#).
- Sauer, N. (04/06/2019). [Coal-dependent Chile vows to eradicate fuel by 2040](#) [online article]. Climate Home News. Retrieved from : [climatichangenews.com](http://climatichangenews.com)