

LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN CHILE

“El sector energético ha transitado por diferentes etapas en los últimos veinte años.

En el pasado tuvimos que enfrentar crisis de abastecimiento por escasez hídrica, reducciones de suministro de gas natural desde Argentina, precios de electricidad al alza, así como conflictos sociales y medioambientales derivados de proyectos de generación eléctrica. Hoy, sin embargo, el panorama ha cambiado. En los últimos años, Chile vive una revolución energética sin precedentes que nos muestra tres grandes resultados:

- Salto en la participación de energías renovables no convencionales (ERNC);
 - Elevados niveles de inversión en el sector;
- Reducción significativa de precios, los que convergen a niveles competitivos”.

ANDRÉS REBOLLEDO, ex ministro de Energía entre 2016 y 2018.

En “Revolución energética en Chile”, 2019. (fragmento adaptado). En: <https://mirada.fen.uchile.cl>



Planta de concentración solar Cerro Dominador. Inaugurada en 2021, es la primera planta termosolar de América Latina, capaz de generar energía las 24 horas del día los 7 días a la semana. Se ubica en la comuna de María Elena, Región de ANTOFAGASTA. Cuenta con 10.600 espejos o heliostatos que concentran la radiación solar reflejada en un receptor ubicado en lo alto de la torre de 250 m. Fuente: Revista Ventanal n° 192.

Esta Cápsula Científica fue posible gracias a la asesoría y revisión de Álvaro Videla, director del Centro de Energía de la Universidad Católica de Chile.



LOS TEMIBLES GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)

“Los Gases de Efecto Invernadero siempre han estado en la atmósfera, pero en concentraciones menores a las actuales (ejemplo, para el CO₂ menores que 300 partes por millón o ppm en volumen), permitiendo que el planeta mantenga una temperatura adecuada para la vida (promedio de 15° C). A lo largo de la historia, la concentración media de CO₂ antes de la Revolución Industrial (1750) era de unas 280 ppm. En 1958 (después de la Segunda Guerra Mundial) se elevó a 315 ppm y en la actualidad sobrepasa las 382 ppm. Así, se estima un incremento de aproximadamente 0,5% anual. ¡La concentración del CO₂ en la atmósfera, en los pasados 400.000 años, nunca sobrepasó las 300 ppm! Hoy, la única manera de manejar/controlar el clima en la Tierra es a través de la estabilización de la concentración de GEI en la atmósfera, responsables del calentamiento global”.

JUAN CARLOS CASTILLA, Premio Nacional de Ciencias Aplicadas y Tecnologías 2010 .
“Cambio climático global: un problema ético”. Revista Mensaje, marzo-abril 2008. (fragmento adaptado).



POLÍTICA GLOBAL DE NEUTRALIDAD DE CARBONO

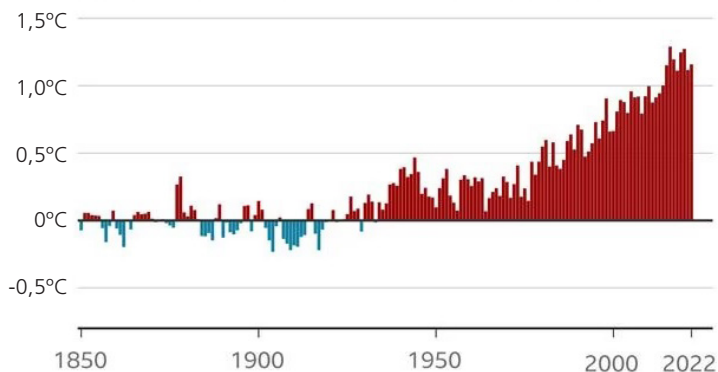
La crisis climática actual ha llevado a establecer compromisos globales para limitar el calentamiento global a no más de 1,5° para el año 2050, lo cual significa reducir las emisiones de GEI y avanzar hacia la neutralidad de carbono en la segunda mitad del siglo XXI para mitigar los efectos del cambio climático. Este objetivo fue acordado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático COP21 (Conferencia de las Partes) a través de la firma del ACUERDO DE PARÍS en 2015.

La NEUTRALIDAD DE CARBONO significa emitir la misma cantidad de dióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera de la que se retira por distintas vías, lo que deja un balance cero, o HUELLA CERO DE CARBONO. Para lograrlo es necesario acelerar la reducción, compensación y/o remoción de las emisiones generadas en el planeta.

PRINCIPALES GEI

- Dióxido de Carbono CO₂
- Metano CH₄
- Óxido Nitroso N₂O
- Vapor de agua H₂O
- Ozono O₃

EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA GLOBAL 1850-2022



Fuente: Servicio Meteorológico Nacional de Reino Unido.

CHILE: HACIA UNA POLÍTICA ENERGÉTICA

Basado en la antigua CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente), en 2010 se crea por Ley de la República (20.417), el Ministerio del Medio Ambiente. Este ente -encargado de conducir la política medioambiental de Chile-incluye el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente.

Para contrarrestar el efecto invernadero y alcanzar la carbono neutralidad, el Ministerio de Medio Ambiente ha establecido una política de cambio climático cuyos instrumentos clave son:

- 2012: La ESTRATEGIA NACIONAL DE ENERGÍA 2012 - 2030.
- 2020: La ACTUALIZACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN NACIONAL DETERMINADA, que corresponde a los compromisos del país para reducir la emisión de gases efecto invernadero (GEI) y adaptarse al cambio climático, adquiridos en el Acuerdo de París.
- 2021: La ESTRATEGIA CLIMÁTICA DE LARGO PLAZO a más tardar al 2050.
- 2022: La promulgación de la LEY MARCO DE CAMBIO CLIMÁTICO, que además de confirmar las metas globales, busca reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia a los efectos adversos del cambio climático.

SEGÚN EL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, ESTO ESTÁ PASANDO CON EL GEI EN CHILE

EMISIONES TOTALES POR TIPO DE GEI EN 2020

• Gases Fluorados	4,0%
• Óxido Nitroso	8,0%
• Metano	14,0%
• Dióxido de Carbono	76,0%

Fuente de todos los cuadros:
Ministerio de Medio Ambiente, 2022.

EMISIONES DE GEI POR SECTOR EN 2020

• IPPU*	6,6%
• Residuos	7,3%
• Agricultura	10,6%
• Energía	75,5%

*Procesos Industriales y Uso
de Productos.



INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (INGEI)

Presentado a fines de 2022 ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático en Egipto (COP27), el informe abarca las emisiones y absorciones de dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, y hexafluoruro de azufre en todo el territorio nacional a lo largo de un año. Se observa una leve disminución atribuida a la caída de la movilidad por transporte terrestre y aéreo durante la PANDEMIA COVID 19, al aumento de la generación eléctrica a través de energías renovables y a la disminución de la generación asociada a carbón.



COP 25: ¡NO PUDO SER EN CHILE!

Planificada para realizarse en Chile -lo cual nos permitiría estar al centro de los desafíos mundiales en relación al cambio climático- no pudo ser realidad.

El clima de violencia e inseguridad generado por el estallido social del 18/10, obligó a suspender el evento en Santiago. Finalmente, este se llevó a cabo en España. Es por ello que el logo- aunque la COP25 fue en Madrid- conserva el nombre y el mapa de Chile.

TOTAL EMISIONES GEI DEL 2016 a 2020

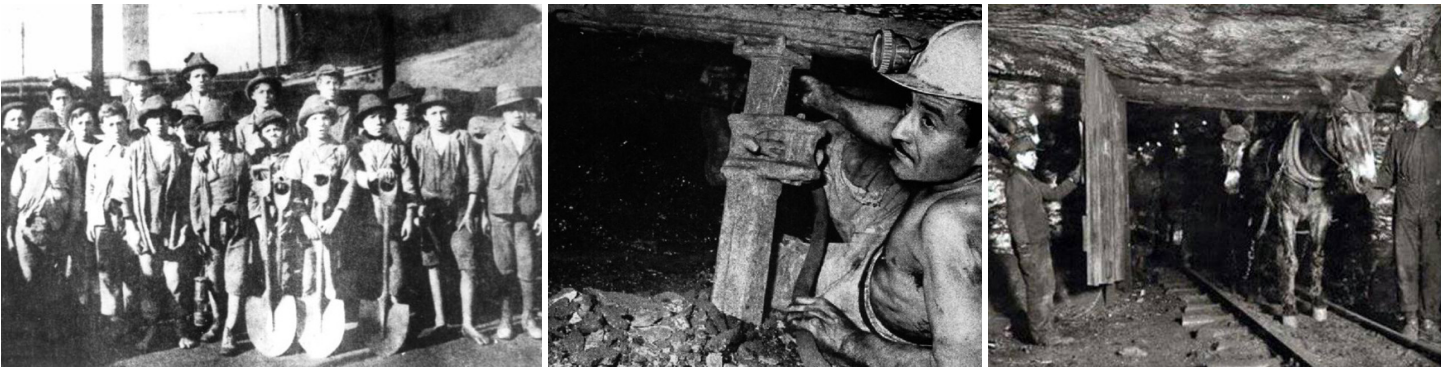
Año	KT CO ₂ eq*
• 2016	107.546
• 2017	108.025
• 2018	109.461
• 2019	111.027
• 2020	105.552

*Dióxido de Carbono Equivalente (CO₂ eq): unidad en la que diferentes GEI pueden medirse en términos de la cantidad de CO₂ que tendrían el mismo potencial de calentamiento global.

CARBÓN EN EL GOLFO DE ARAUCO

Chile ha explotado yacimientos de carbón desde el siglo XIX en la costa del golfo de Arauco para abastecer primero la demanda de barcos a vapor que cruzaban el Cabo de Hornos, y más tarde la demanda interna del mineral para la generación de electricidad en centrales termoeléctricas. En 1852 el empresario Matías Cousiño creó la Compañía Carbonífera e Industrial de Lota, que partió con 125 operarios y una producción de 7.815 toneladas anuales. Después de cien años, trabajaban diez mil obreros y se extraían 1.000.000 de toneladas anuales.

El auge del carbón se mantuvo hasta mediados del siglo XX, cuando el petróleo y la energía eléctrica se imponen en la industria y los ferrocarriles, llevando a una crisis a la minería del carbón y provocando finalmente que la Empresa Nacional de Carbón, ENACAR, cerrara todas las minas en 1997.



Imágenes de las minas de Lota y Coronel hasta mediados del siglo XX. Fuente: Memoria Chilena.



"SUBTERRA"

Las ciudades de Lota y Coronel (ubicadas en la región del Biobío) surgidas de la actividad minera, desarrollaron una marcada identidad relacionada con las duras condiciones de vida, y que ha sido reflejada en la obra del escritor chileno Baldomero Lillo (1867-1923).

“El recuerdo de su vida, de esos cuarenta años de trabajos y sufrimientos se presentó de repente a su imaginación, y con honda congoja comprobó que de aquella labor inmensa sólo le restaba un cuerpo exhausto que tal vez muy pronto arrojarían de la mina como un estorbo, y al pensar que idéntico destino aguardaba a la triste criatura, le acometió de improviso un deseo imperioso de disputar su presa a ese monstruo insaciable, que arrancaba del regazo de las madres los hijos apenas crecidos para convertirlos en esos parias, cuyas espaldas reciben con el mismo estoicismo el golpe brutal del amo y las caricias de la roca en las inclinadas galerías”.

BALDOMERO LILLO, cuento "la Compuerta número 12", del libro "Subterra". 1904. (fragmento).

HACIA EL PLAN DE DESCARBONIZACIÓN

La industria energética en Chile es el sector que más aporta a las emisiones de GEI, con un 75,5% del total. Esta categoría considera consumo domiciliario, industrial, transporte aéreo y terrestre, manufacturas, construcción, además de la generación de electricidad con combustibles fósiles.

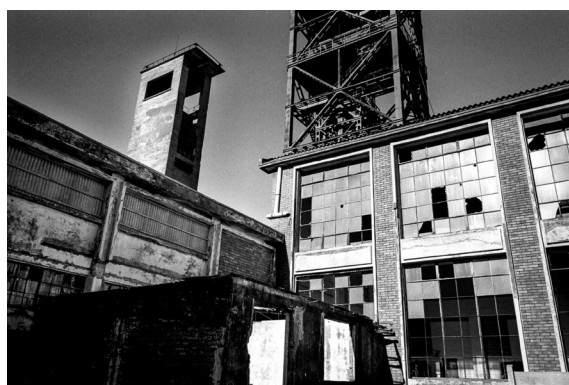
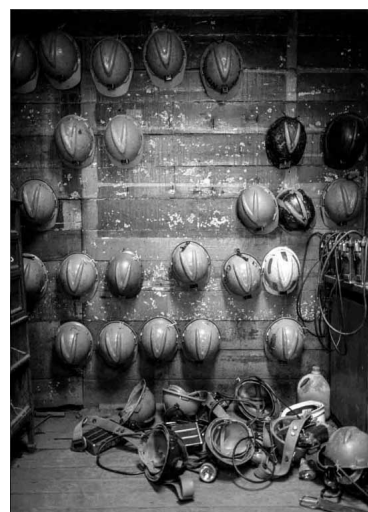
Una de las medidas para alcanzar la metas de carbono neutralidad en el sector energético, es el PLAN DE DESCARBONIZACIÓN, lo que significará la reducción de un 76% de las emisiones GEI para el período 2020-2050.

El plan contempla el cierre o la reconversión de las centrales termoeléctricas al 2040. De un total de 28 centrales o unidades a carbón, las principales empresas (Engie, Enel, AES Andes, Colbún y Guacolda Energía) han comprometido un 69% de cierre a 2025, el resto tiene como plazo límite el año 2040.



“ESTADO DE RESERVA ESTRATÉGICA, ERE”

La ERE se definió como un mecanismo de capacidad que remunera a las centrales a carbón que se acojan al plan de retiro del Sistema Eléctrico Nacional. Estas centrales deben cumplir con todos los requisitos técnicos para ser aprobadas por el Coordinador Eléctrico Nacional, que les permita estar disponibles -hasta por cinco años después de su cierre- en casos de que se necesite reactivarlas para la seguridad del suministro eléctrico.



Fotografías del libro “Lota” de Lorenzo Moscia, 2009.



LOS "PENDIENTES" EN LAS ERNC

A pesar de los avances en materia de ERNC, es necesario resolver las cuestiones derivadas del desplazamiento del gas natural y el carbón. Esto significa:

- Expandir la infraestructura de transmisión y de almacenamiento para mitigar el impacto de la intermitencia de los parques eólicos y solares.
- Evitar vertidos de energía en períodos valle.
- Asegurar la disponibilidad eléctrica cuando no hay radiación solar en las noches o cuando no hay viento.

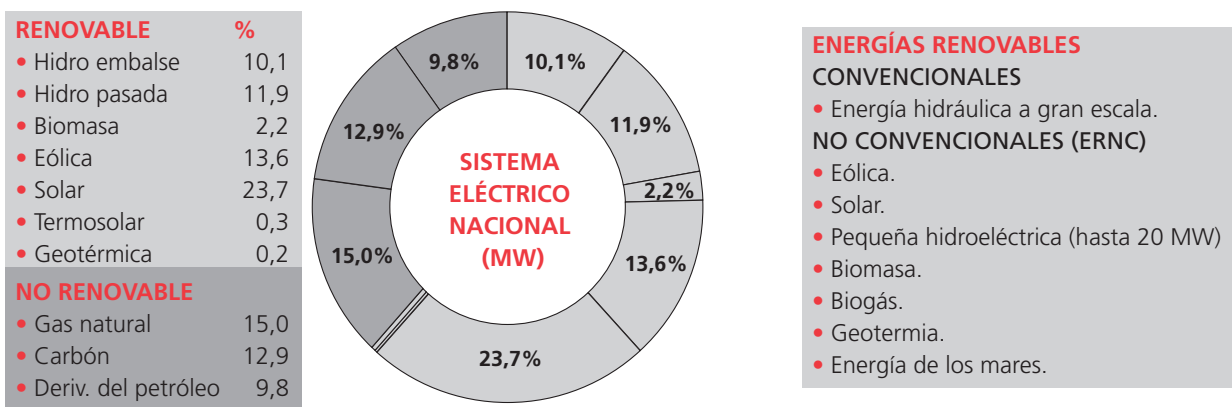
CONSUMO DE LOS ARTEFACTOS ELÉCTRICOS MÁS UTILIZADOS

Artefacto	Potencia	Tiempo de uso	Kwh mensuales
• Horno microondas	800	15 minutos diarios	6,0
• Lavadora (6,5 k)	330	12 horas al mes	4,0
• Refrigerador (250 l)	27	30 días al mes	19,6
• Hervidor de agua	1800	10 minutos diarios	9,0
• 4 ampolletas 20 watts	80	5 horas diarias	12,0
• Computador c/monitor	160	8 horas diarias	34,4
• Panel calefactor	1000	5 horas diarias	120,0
• Aire acondicionado	766,5	4 horas diarias	92,0

Fuente: Enel 2020. En 2016 Enel, una empresa multinacional energética italiana con presencia en 32 países, compró las empresas Enersis, Endesa y Chilectra para formar Enel Chile, Enel Generación Chile y Enel Distribución Chile, respectivamente. Kwh es la cantidad de energía consumida en un periodo de tiempo.

LA RECONVERSIÓN DE LA MATRIZ ENERGÉTICA EN CHILE

A enero de 2023, el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) tiene una potencia instalada de generación de 33.489 MW (el Megavatio o MW, es una unidad de potencia equivalente a un millón de vatios o a mil kilovatios), los que corresponden a más del 99% de la capacidad instalada nacional (sistemas medianos como Aysén y Magallanes y sistemas aislados son menos del 1%). Del total de capacidad instalada, el 62,3% corresponde a tecnología de generación en base a recursos renovables (proviene de fuentes limpias, no producen GEI y son inagotables) y el 37,7% corresponde a centrales termoeléctricas a gas natural, carbón o derivados del petróleo. Estas cifras dan cuenta de un crecimiento explosivo de las energías renovables en los últimos 15 años, especialmente solar y eólica, aprovechando las ventajas de la alta radiación solar y los fuertes vientos a lo largo del país.



Fuente: Coordinador Eléctrico Nacional, enero 2023.

ENERGÍA SOLAR Y EÓLICA: ALTERNATIVAS PARA EL SIGLO XXI

- En los SISTEMAS TERMOSOLARES o de CONCENTRACIÓN SOLAR, el calor recogido en los colectores solares o concentradores puede destinarse, por ejemplo, a la obtención de agua caliente para consumo doméstico o industrial, o bien para fines de calefacción, aplicaciones agrícolas y la producción de electricidad a través de un proceso termoeléctrico. Los sistemas de PANELES o CELDAS FOTOVOLTAICAS, que constan de un conjunto de celdas solares, se utilizan para la producción de electricidad en forma directa, o almacenada en baterías para utilizarla durante la noche.



Programa Techos Solares Públicos - Ministerio de Energía. Aeropuerto de Copiapó.

- La ENERGÍA EÓLICA es la energía cinética que se encuentra disponible en una masa de aire en movimiento (viento), y ha sido utilizada durante milenios. Actualmente se produce a través de aerogeneradores que transforman la energía cinética del viento en energía eléctrica. Consisten en una turbina de tres palas montadas sobre una torre que es acoplada mecánicamente a un generador eléctrico. La cantidad de energía proporcionada por un aerogenerador dependerá de la velocidad del viento, de la altura de la torre y del largo de sus palas.



ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

La energía eléctrica producida a partir de la energía potencial contenida en un volumen de agua ubicado a una cierta altura se denomina ENERGÍA HIDROELÉCTRICA. En Chile, se utilizan generalmente dos tipos de centrales, de embalse y de pasada, y su disponibilidad depende principalmente de los ciclos hidrológicos, los que se han visto afectados por la crisis climática, especialmente en las zonas central y norte del país.

Las CENTRALES DE EMBALSE interrumpen el curso normal de un río mediante la construcción de una represa con el propósito de controlar la acumulación o liberación del agua almacenada, lo que permite gestionar la cantidad de energía producida.

Las CENTRALES DE PASADA desvían momentáneamente una parte del caudal de un curso de agua, para dejarla caer sobre una turbina que produce la electricidad.

Una vez terminado el proceso, el agua es devuelta al cauce natural.



En la década de 1990, las hermanas Nicolasa y Berta Quintremán -habitantes de las comunidades pehuenches donde se construyó la represa- encabezaron un movimiento de oposición que no logró su objetivo. Finalmente las comunidades fueron relocalizadas y la Central Ralco está operando desde 2004.

Central Hidroeléctrica Ralco ubicada en la Región de BIOBÍO, considerada energía renovable a gran escala. Propiedad de ENEL Chile.



"PATAGONIA ¡SIN REPRESAS!"



A fines de 2017 y después de 10 años de tramitación, el proyecto Hidroaysén perteneciente a las empresas Colbún y Enel (que pretendía construir dos centrales hidroeléctricas en el río Baker y tres en el río Pascua en la Patagonia) llegó a su fin. Este hecho es un ejemplo donde las comunidades locales, grupos ambientalistas apoyados por organizaciones internacionales como Greenpeace, y un gran porcentaje de la ciudadanía chilena se organizó en un movimiento, cuyo emblema fue "Patagonia ¡sin represas!", para manifestar su rechazo ante esta iniciativa.

ENERGÍA GEOTÉRMICA

La energía GEOTÉRMICA está presente en toda la corteza terrestre y se asocia al calor y a la actividad volcánica del planeta. En superficie, se manifiesta en aguas termales, fumarolas, mud pots (erupciones de gases y barro), géiseres, etc. Chile se encuentra en un margen convergente de placas y pertenece al "anillo de fuego del Pacífico", por lo que se considera un ambiente geológico favorable para el empleo de energía geotérmica. La primera planta del país y de Sudamérica es Cerro Pabellón, ubicada en la comuna de Ollagüe, Antofagasta, a 4.500 metros sobre el nivel del mar. Fue inaugurada en 2017.



BIOENERGÍA

BIOENERGÍA es la energía contenida en la biomasa, es decir, materia orgánica disponible de manera renovable, como residuos de animales, plantas, cultivos o desechos orgánicos. Dependiendo de la BIOMASA que se utilice, la bioenergía puede ser utilizada como energía térmica a partir de la quema directa, o bien a partir de un proceso de transformación en un combustible gaseoso (BIOGÁS) o en un combustible líquido (BIOCOMBUSTIBLE).

En Chile, existen plantas de energía a partir de residuos forestales, cosechas de la industria y otras materias primas orgánicas, concentradas entre las regiones de O'Higgins y Los Ríos.



Fuente: Centro de Excelencia en Geotermia de Los Andes (CEGA), Universidad de Chile.

Los géiseres de El Tatio, en la Región de ANTOFAGASTA, son una manifestación de la energía geotérmica en Chile.

LITIO: EL BOOM DEL ORO BLANCO

El auge de la electromovilidad y el aumento de la generación de energías renovables ha impulsado la demanda mundial por la producción de baterías de ion de litio, elemento que posee un elevado potencial electroquímico y puede acumular grandes cantidades de energía por unidad de masa, lo que lo hace atractivo como fuente de energía para vehículos móviles.

Chile tiene más de 60 salares, de los cuales el de Atacama es considerado el principal yacimiento del mundo. Las industrias que producen litio en el salar son SQM (65%) y la estadounidense Albemarle (35%).



Acopio de litio en el salar de Atacama.



SOQUIMICH, UNA HISTORIA COMPLEJA

La Sociedad Química y Minera de Chile (SQM) fue creada en 1968 con capitales norteamericanos y estatales, con el propósito de explorar, explotar y producir salitre, yodo y otros subproductos, además de comercializarlos. Desde sus inicios afrontó deficiencias técnicas, altos costos de producción y huelgas internas que hacían difícil la competencia con el salitre sintético. Durante el gobierno de la Unidad Popular la empresa fue nacionalizada (1971), y privatizada entre los años 1983 y 1988, en un proceso cuestionado por algunos. Posteriormente, comenzó a producir nitrato de potasio, cloruro de potasio, y litio a partir de 1996.

¿CÓMO SE EXTRAE EL LITIO?

Se perforan agujeros en los salares para bombear salmuera a la superficie, que se deja evaporar en piscinas hasta que forman una mezcla de sales de potasio, magnesio, bórax y litio. Esta se filtra y se deja evaporar nuevamente hasta completar el proceso para extraer el carbonato de litio. Después el litio es transportado en camiones a las plantas industriales. Las sales de descarte durante de precipitación (NaCl, KCl, Bishcofita, Carnalita) son almacenadas en superficie o tratadas para posteriores usos fuera del salar.

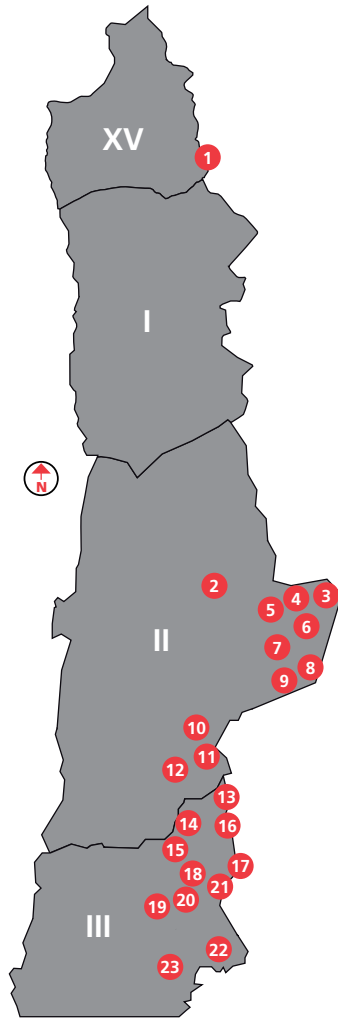
A pesar de ser un proceso relativamente económico y eficaz, requiere de mucha agua, lo que genera un alto impacto en los salares y acuíferos, y seca las lagunas y canales cercanos.

SALARES ANDINOS CON LITIO EN CHILE

El norte de Chile se caracteriza por una sucesión de cordilleras de orientación norte-sur que delimitan cuencas ocupadas por salares andinos y preandinos. De los 60 salares conocidos, en el mapa aparecen parte de los que están siendo estudiados porque contienen recursos significativos de litio.

ENERGÍAS RENOVABLES

- 1. Salar de Surire.
- 2. Salar de Atacama.
- 3. Salar de Tara.
- 4. Salar de Aguas Calientes 1.
- 5. Salar de Pujsa.
- 6. Salar de Loyoques/Quisquiro.
- 7. Salar de Aguas Calientes 2.
- 8. Salar del Laco.
- 9. Salar de Aguas Calientes 3.
- 10. Salar de Punta Negra.
- 11. Salar de Aguas Calientes 4.
- 12. Salar de Pajonales.
- 13. Salar de Gorbea.
- 14. Salar de Agua Amarga.
- 15. Salar de Aguilar.
- 16. Salar de La Isla.
- 17. Salar de Las Parinas.
- 18. Salar Grande.
- 19. Salar de Pedernales.
- 20. Salar de Piedra Parada.
- 21. Lagunas Bravas.
- 22. Laguna Verde.
- 23. Salar de Maricunga.



ESTRATEGIA NACIONAL DEL LITIO

Presentada en abril de 2023, propone la venta del litio el con valor agregado, que el Estado (a través de Codelco) participe mayoritariamente en todo el ciclo productivo en una colaboración público-privada, que los proyectos tengan una mayor participación ciudadana y un bajo impacto ambiental.

La Estrategia incorpora además la creación de una red de salares protegidos, una empresa nacional de litio y un instituto de investigación público de litio y salares.



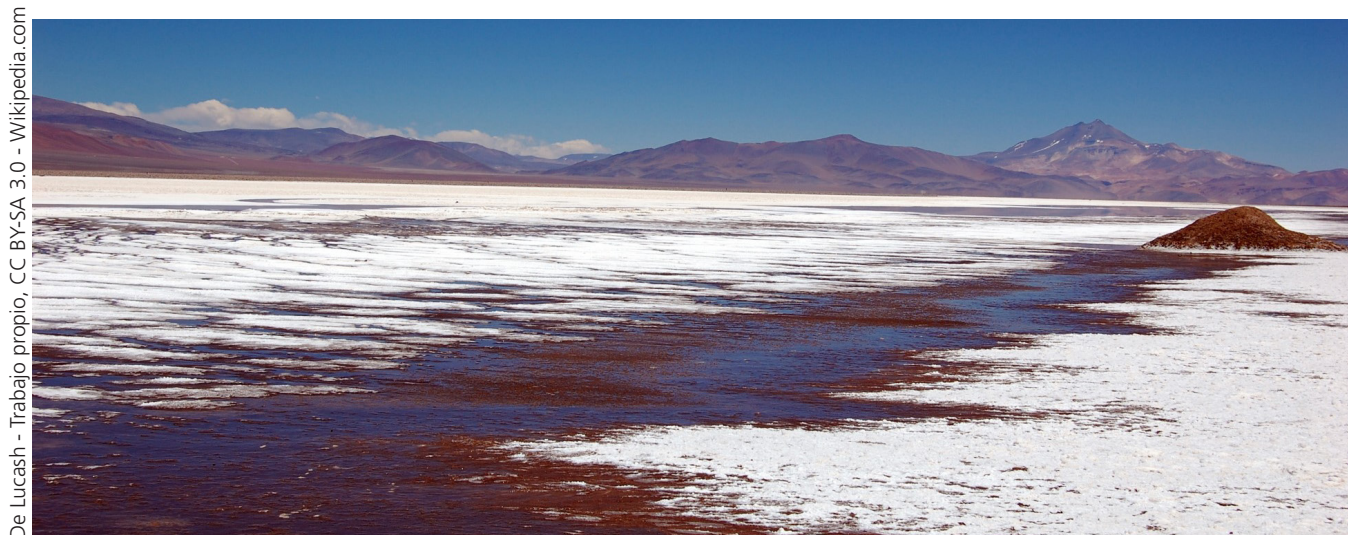
VOCES DISIDENTES

Si bien es una “noticia en desarrollo”, han surgido críticas relacionadas principalmente con el papel del Estado y Codelco en el negocio del litio, y el papel que jugarán SQM, que tiene contratos que vencen en 2030, y con Albemarle, (una empresa norteamericana de importancia mundial en el área del litio) cuyos contratos vencen en 2043. Otro aspecto se relaciona con la red de salares protegidos, que en la práctica no es congruente con los daños medioambientales provocados en los ecosistemas del salar de Atacama y prontamente con el de Maricunga.

PISCINAS DE SALMUERA EN EL DESIERTO DE ATACAMA, CHILE.



Cada tonelada de litio requiere la evaporación de 2 millones de litros de agua. Recientes investigaciones de la Universidad de Antofagasta aseguran que diariamente se extraen más de 226 millones de litros de agua y salmuera del salar de Atacama.



De Lucash - Trabajo propio, CC BY-SA 3.0 - Wikipedia.com

Salar de Maricunga, en el Parque Nacional Nevado Tres Cruces, región de ATACAMA.

RECURSOS Y RESERVAS DEL LITIO

Se habla de “RESERVAS” cuando el potencial comercial del recurso ha sido certificado internacionalmente, como ocurre con Chile, cuyas reservas son las mayores a nivel global, y se habla de “RECURSOS” cuando aún no se ha determinado su potencial comercial, como en el caso de Bolivia, que tiene los mayores recursos del mundo.

EL GLORIOSO TRIÁNGULO DEL LITIO



Argentina, Bolivia y Chile forman el triángulo del litio ya que en conjunto poseen más de la mitad del litio del mundo (53%). (USGS 2022)

PAÍSES CON MAYORES RECURSOS DE LITIO

País	Toneladas
• Bolivia	21.000.000
• Argentina	20.000.000
• CHILE	11.000.000
• Australia	7.900.000
• China	6.800.000

Fuente: Servicio Geológico de Estados Unidos, USGS, 2022.

PAÍSES CON MAYORES RESERVAS DE LITIO

País	Toneladas	%
• CHILE	9.300.000	35,7
• Australia	6.200.000	23,8
• Argentina	2.700.000	10,4
• China	2.000.000	7,7
• Estados Unidos	1.000.000	3,8

Fuente: Servicio Geológico de Estados Unidos, USGS, 2022.

LA POTENCIALIDAD DEL HIDRÓGENO

“-¿Y qué se quemará en lugar de carbón?
-¡Agua! -respondió Ciro Smith [...] -Sí amigo mío -repuso Ciro Smith- agua descompuesta sin duda por la electricidad y que llegará a ser entonces una fuerza poderosa y manejable. [...] Creo que el agua se usará un día como combustible, que el hidrógeno y el oxígeno que la constituyen, utilizados aislada y simultáneamente, producirán una fuente de calor y de luz inagotable y de una intensidad mucho mayor que la de la hulla. [...] Creo que, cuando estén agotados ya los yacimientos de hulla se producirá calor con agua. El agua es el carbón del porvenir”.

JULIO VERNE, escritor, poeta y dramaturgo francés, en “La isla misteriosa”, 1875. (fragmento).



COLORES DEL HIDRÓGENO

- HIDRÓGENO NEGRO: producido a partir de carbón. Emite CO₂.
- HIDRÓGENO GRIS: producido a partir de combustibles fósiles (gas natural). Emite CO₂.
- HIDRÓGENO CAFÉ O MARRÓN: producido a partir de lignito (una especie de carbón). Emite CO₂.
- HIDRÓGENO TURQUESA: producido a partir del Pirólisis del gas natural (proceso termoquímico que descompone al gas natural, es decir al CH₄). Emite CO₂.
- HIDRÓGENO AMARILLO: producido a partir de electrólisis del agua, pero usando energía nuclear.
- HIDRÓGENO AZUL: producido a partir de combustibles fósiles, pero con captura y secuestro de CO₂. Por lo tanto, la huella de carbón es menor.
- HIDRÓGENO VERDE: producido a partir de electrólisis del agua con electricidad proveniente de energías renovables. No emite CO₂.



¿QUÉ ES EL HIDRÓGENO?

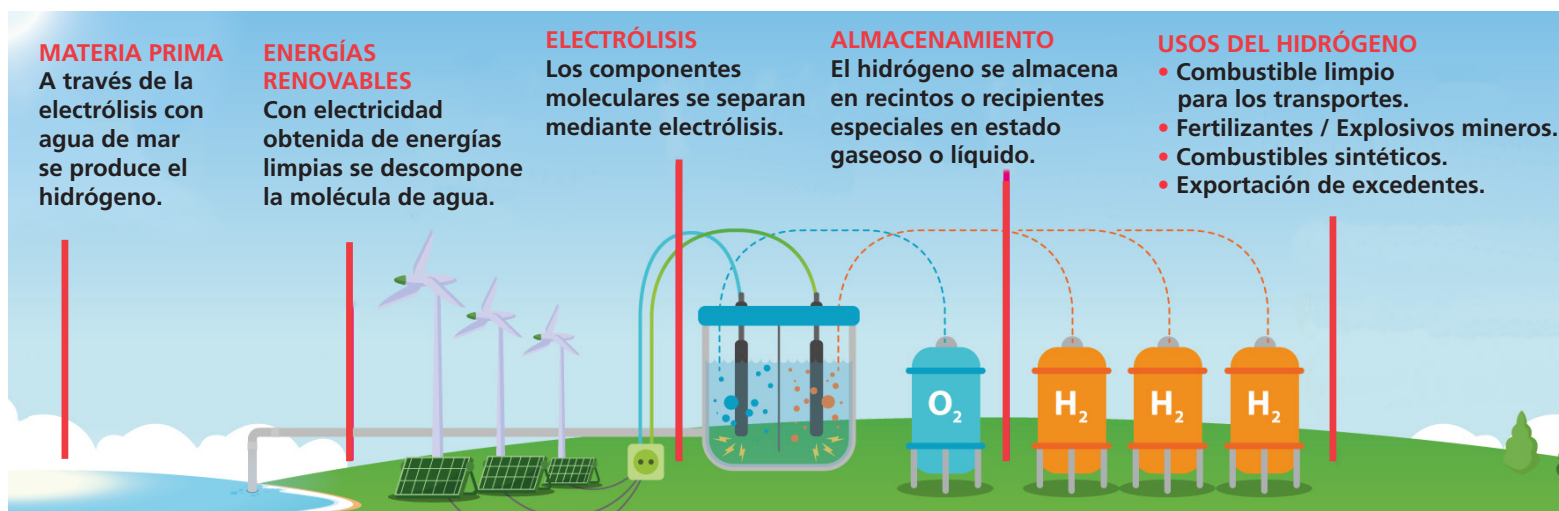
Es el elemento más abundante en el Universo, pero no se encuentra en estado natural. Normalmente se encuentra combinado con otros elementos como el oxígeno formando moléculas de agua (H₂O), con nitrógeno formando amoníaco (NH₃) o con carbono, formando compuestos orgánicos como el metano (CH₄).

Al igual que la electricidad, es un energético secundario y un vector energético -o transportador de energía- que puede ser utilizado con fines múltiples. Fue descubierto por Henry Cavendish en 1766, y luego Antoine Lavoisier bautizó este nuevo gas como hidrógeno en 1787. Nuevos experimentos realizados durante el siglo XIX descubrieron que añadiendo electricidad al agua se podía producir hidrógeno, en un proceso llamado electrólisis.

HIDRÓGENO VERDE: UN PILAR DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

En Chile se produce mayoritariamente hidrógeno gris a partir de gas natural importado. Sin embargo, la necesidad de avanzar en eficiencia energética ha llevado al país a buscar soluciones complementarias para descarbonizar sectores y aplicaciones en las que la electricidad directa u otras soluciones no son factibles. De ahí surge la ESTRATEGIA NACIONAL DEL HIDRÓGENO VERDE (2020), cuyo propósito es generar H₂V a partir de energías renovables, tanto para el uso nacional como para la exportación. La meta es desarrollar un H₂V muy barato y convertirse en uno de los principales exportadores para 2040.

PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL HIDRÓGENO VERDE



Fuente: Ministerio de Energía.



¿CÓMO SE PRODUCE EL H₂V?

El H₂V requiere de agua, que en Chile provendrá de plantas desalinizadoras, y de energías renovables: solar en la región de Atacama y eólica en Magallanes. El ciclo contempla las siguientes etapas:

- **ELECTRÓLISIS.** El agua desalinizada ingresa al electrolizador y recibe una descarga eléctrica de una fuente de energía limpia. Eso permite separar las moléculas de Hidrógeno y Oxígeno.
- **ALMACENAMIENTO.** Se utilizan tanques de compresión en estado gaseoso para incrementar su densidad y facilitar su uso.
- **TRANSPORTE.** A nivel terrestre, dentro de cilindros de gas presurizado, y para su transporte marítimo, el gas se transforma en líquido al convertir el hidrógeno en amoníaco o el Hidrógeno se puede licuar directamente.

CUESTIONAMIENTOS AL HIDRÓGENO VERDE

- La cantidad de agua que se necesita para producirlo: para una tonelada de hidrógeno verde se requieren alrededor de nueve toneladas de agua. Sin embargo, debido a distintas ineficiencias a lo largo de la cadena de valor y considerando el proceso de desalinización, puede aumentar su requerimiento.
- Si se ocupa agua desalinizada, impacta los ecosistemas marinos a través de los sistemas de bombeo y por los residuos de salmuera devueltos al mar.
- El almacenamiento y transporte implican tecnologías de última generación, ya que es un gas con muy poca densidad, lo que hace difícil evitar fugas, es un gas y muy inflamable puede fragilizar algunos metales como el acero.

PRIMEROS PASOS EN LA PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO VERDE

En 2021, CORFO (Corporación de Fomento de la Producción) lanzó un fondo de financiamiento para acelerar el desarrollo de proyectos de H₂V, orientados a la creación de plantas de electrólisis con una capacidad mínima de 10 MW, con el compromiso de que estén operativas a fines de 2025. Se seleccionaron seis proyectos, algunos de ellos relacionados con la producción de amoníaco verde y acero verde. Por otra parte, el programa de fomento "Aceleradora de Hidrógeno Verde" de la Agencia de Sostenibilidad Energética, también apoya con financiamiento proyectos del rubro. Existen además diversas iniciativas privadas a lo largo del país (principalmente en el norte y la zona austral), que en conjunto con las del sector público suman más de 40, todas ellas en fases de desarrollo inicial.

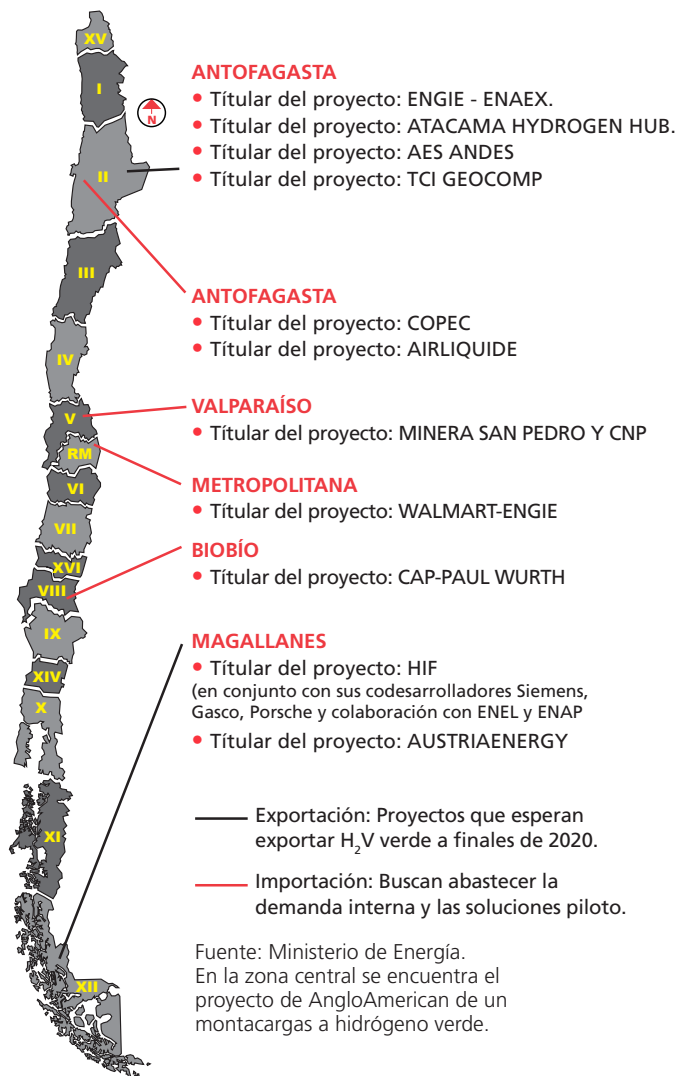


PROYECTO HARU ONI

A fines de 2022 se inauguró la planta demostrativa Haru Oni, de HIF Global -ubicada en Punta Arenas- con la producción de los primeros litros de combustible sintético (eCombustible) elaborado a partir de hidrógeno verde y dióxido de carbono reciclado.

Este combustible reemplaza a la bencina y puede utilizarse sin hacer cambios en los motores e infraestructura en operación. Haru Oni marca el inicio de la producción de H₂V en Chile y se estima una productividad de 350 toneladas por año de E-metanol y 130.000 litros anuales de combustible sintético, que se destinarán a la empresa automovilística alemana Porsche.

PROYECTOS DE H₂V



Proyecto piloto Haru Oni, región de MAGALLANES.