

Elaborado por



Apoya



Patrocina



El libro ilustrado de la transición energética en Chile



Agradecimientos

Cuestionar es una práctica- e incluso me atrevería a decir una especie de arte- que no sólo buscamos predicar en Uno Punto Cinco, si no que también aplicar. Cuestionar, según la definición de Oxford, es “poner en duda lo que parece aceptarse” y muchas veces de manera amplia, ocasionalmente, sin tener real garantía de su certeza. Cuestionar abre el espacio para hacer preguntas que no solemos plantear, corregir lo erróneo y habilitar posibles nuevos caminos. Pero cuestionar no siempre implica un cambio, pues es también confirmar y fortalecer el convencimiento de la ruta escogida.

En años donde nos urge la necesidad de profundas transformaciones sociales, económicas, y por supuesto ambientales, cuestionar se vuelve una herramienta inaudible para encontrar las soluciones que nuestra sociedad requiere. Cuestionar se convierte en un acto rebelde y rupturista, casi indispensable para desafíos como la equidad de género, la pobreza, la conservación de ecosistemas, la crisis climática, y en consecuencia, la transición energética justa y limpia.

Si bien existe un mayor convencimiento de la urgencia de desprendernos de los combustibles fósiles para mitigar el cambio climático -considerando que la energía es responsable de dos tercios de las emisiones de gases de efecto invernadero- al descascarar las soluciones nos encontramos con un escenario más complejo que un “simple” recambio tecnológico de solar por carbón, eólica por petróleo o geotérmica por gas. La transición energética, para lograr ser efectivamente justa y limpia, requiere considerar profundas transformaciones considerando sus factores tecnológicos, pero también políticos, sociales, económicos y ambientales.

A través de los proyectos de educación, como la Academia de Transición Energética (ATE), buscamos plantar aquella semilla que brote en forma de cuestionamiento, permita florecer el empoderamiento, para finalmente cosechar el resultado de las acciones. Con ATE, a través de sus diferentes sesiones y con especial enfoque en jóvenes y mujeres, apuntamos de manera ambiciosa a potenciar el arte de cuestionar, con el fin de encontrar las mejores soluciones que respondan a los presentes y futuros desafíos multi-factoriales de la transición energética en Chile.

Benjamín Carvajal Ponce

Fundador y Director General
ONG Uno Punto Cinco



En la actualidad, las nuevas -y no tan nuevas- generaciones deben afrontar desafíos que requieren adoptar soluciones innovadoras, pero además, encontrar consensos entre todos los sectores de la sociedad. Trabajar en pro de estos consensos, necesita de personas que cuestionen y propongan con fundamentos, acuerdos y compromisos que logren que esta transición no deje a nadie atrás.

ATE nace con el espíritu de cuestionarnos la discusión pública respecto a la transición energética y hacia dónde debemos avanzar. Con más de 16 voluntarios, se seleccionaron 120 estudiantes entre 19 y 57 años, de todas las regiones de Chile, con formación profesional en más de 30 rubros.

Además, la academia se estructuró en base a 4 pilares; conocimiento, pensamiento crítico, conexión y multiplicación. Donde los estudiantes tuvieron la oportunidad de aprender no tan sólo los aspectos tecnológicos de la transición, sino también, indagar en los factores políticos, sociales, económicos y ambientales.

Para finalizar, destacar a las profesoras y profesores que profesionalmente prepararon su clase pensando en que las y los estudiantes se cuestionaran la temática. Un cuerpo docente con 77% de representación femenina nos demuestra que en el sector energía SI HAY mujeres, sólo se necesita voluntad para encontrarlas.

Bárbara Neira

Coordinadora General

Academia Transición Energética 2022



Las páginas presentadas en este reporte fueron desarrolladas por los alumnos y alumnas de la Academia Transición Energética durante el año 2022, en base a los contenidos presentados por los profesores y profesoras.

El Libro Ilustrado de la Transición Energética en Chile, publicado originalmente en el año 2023, cuenta en esta edición 2025 con una actualización de datos disponibles a la fecha de publicación, gracias al trabajo de investigación realizado por el equipo de Uno Punto Cinco, liderado por Marcos Pereira y Paz Correa.

Cambio Climático y Energía

Profesora: Bárbara Neira Espinoza
Coordinadora general Academia de Transición Energética, Uno.Cinco
Ayudante: René Perez
Alumnos: Alvaro Ravazzano, Anita Ide, Benjamin Bravo, Carolina Quinteros, Catherine Acevedo, Florencia Delgado, Ignacio Soto, Javiera Iglesias, Jorge Hidalgo, Lina Pastenes, Mónica Soto.

Mercado Eléctrico Chileno I

Profesora: Belén Muñoz
Analista de mercados, Ministerio de Energía
Ayudante: Daniela Halvorsen
Alumnos: Alan Carvajal, Antonia Silva, Diego Recart, Fabiola Bello, Francisca Torres, Jorge Leiva, Maximiliano Lemus, Pedro Cabezas, Rodrigo Quintana, Rosa Inostroza.

Mercado Eléctrico Chileno II

Profesora: Rosa Serrano
PhD(c) en Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Universidad de Manchester
Ayudante: Daniela Halvorsen
Alumnos: Carolina Montecinos, Carolina Hidalgo, Florencia Salgado, Jersim Araya, Natalia Videla, Nicolás Mayorga, Pablo Mora, Pedro Larrain, Sofía Hubner.

Innovación y Transición Energética

Profesor: Angel Caviedes
Jefe de unidad nuevos energético, Ministerio de energía
Ayudante: David Gutierrez
Alumnos: Alfredo Romero, Elena Powell, Fernanda Pérez, Natalia Vargas, Neil Sepúlveda, Patricia Contreras.

Descarbonización

Profesora: María José Lambert
Asesora técnica, GLZ
Ayudante: María Jesús Mancilla
Alumnos: Eduardo Castro, Bryan Aguayo, Carolina Marin, Catalina Reinoso, Elizabeth Olguín, Nicole Pinto, Paola Flores, Patricio Bastias.

Hidrógeno Verde

Profesor: Pablo Tello
Asesor técnico GLZ
Ayudante: Enrique Cáceres / Isabella Boese
Alumnos: Catalina Sandoval, Felipe Ruiz, Francia Reyes, Gerardo Figueroa, Jorge Rivera, Jorge Daroch, Magdalena Albornoz, Samyr Navia, Valentina Cerpa.

Rol Políticas Públicas Transición Energética

Profesora: Carla Coronado
Analista de políticas, Ministerio de energía
Ayudante: José Fuster
Alumnos: Bárbara Fernández, Catherine Cordero, José Miguel González, Leandra Medina, Nicole Bravo, Patricia Steffens, Sebastián Salinas, Victor Nieto.

Pobreza Energética

Profesora: Macarena San Martín
Investigadora, red de pobreza energética
Ayudante: Paula Castro
Alumnos: Andrés Almonacid, Ian becar, Matías Plass, Natali Hernández, Phillippe Foix, Rashel Valenzuela, Tania Díaz, Valentina González, Valentina Pino, Nicole Araya.

Transición Justa

Profesora: Pamela Poo
Directora ejecutiva Fundación Eco Sur
Ayudante: Paz Correa
Alumnos: Vanessa Ayala, Vicente Cuadra, César Gajardo, Daniel Correa Eladio Burgos, Esteban Alarcón, Jorge Fuentes, Nicolas Beiza, Paulina Quinteros, Vanessa Ayala, Vicente Cuadra, Kristel Zabel.

Economía Energética: Instrumentos Económicos

Profesora: Marlen Göerner
Analista, Banco Mundial
Ayudante: Alex Castro
Alumnos: Abril Acuña, Carla Vargas, Dana Pérez, Daniela Vega, Gisselle Morales, José Márquez, Katerina Aliaga, María José Cavieres, Melanie Wilmeder, Sebastián Gonzalez, Emiko Sepúlveda.

Diseño y Diagramación

María José Cid

Índice

01 /	Cambio Climático y Energía	6
02 /	Mercado Eléctrico Chileno I: Generación y Demanda	7
03 /	Mercado Eléctrico Chileno II: Transmisión y Distribución	9
04 /	Innovación y Transición Energética	10
05 /	Descarbonización	11
06 /	Hidrógeno Verde	12
07 /	Rol Políticas Públicas en la Transición Energética	14
08 /	Pobreza Energética	15
09 /	Transición Justa	16
10/	Economía Energética: Instrumentos Económicos	17

Cambio Climático y Energía

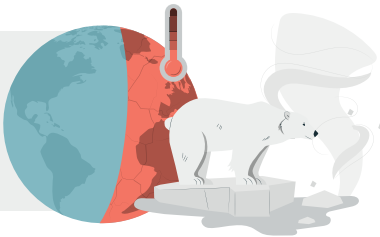
Clase realizada por Bárbara Neira Espinoza

76,4% del total de emisiones de GEI de Chile atribuidos al sector energético con 84,79 MtCO₂e.

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2024.

El cambio climático es un fenómeno global causado principalmente por la emisión de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono (CO₂), en la atmósfera. Estas emisiones provienen principalmente de la quema de combustibles fósiles, la agricultura y la deforestación.

¿Qué es el Cambio Climático?
Variaciones del clima por temas naturales o por acción humana (antropógeno)



Escenario de los últimos años
Actualmente, la emisión de CO₂ a la atmósfera es 10 veces más rápida que en cualquier momento de los últimos 66 millones de años -**hay un 33% + de CO₂** que cualquier otra era en los últimos 800.000 años.

Fuente: Climate NASA, 2010.



Calentamiento Global
Aumento T° de la Tierra

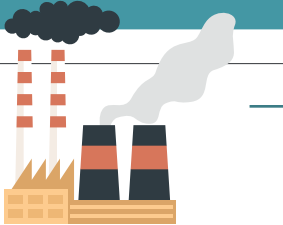
v/s

Cambio Climático
Incluye calentamiento y "efectos secundarios"

Cada vez se habla menos de 1,5 °C y más de 2,0 °C. Este aumento implicaría cambios en los ecosistemas marinos, aumento del nivel del mar, incendios forestales, tormentas y otros.



Cantidad de Gas de Efecto Invernadero (CO₂)



También son gases de efecto invernadero el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O), entre otros.



SITUACIÓN EN CHILE

En Chile, el sector energético es el principal contribuyente a las emisiones de carbono, seguido por la agricultura y los residuos. Sin embargo, el país ha adoptado políticas de transición energética para reducir su huella de carbono y fomentar la producción de energías renovables.



Las concentraciones de CO₂ en la atmósfera nunca habían alcanzado las 300 partes por millón hasta el año 1950 y desde ese entonces no ha parado de incrementarse. Los niveles globales de CO₂ aumentaron drásticamente, alcanzando las 422,8 partes por millón en 2024. Este valor representa el mayor incremento anual registrado, con 3,75 ppm más que en el año anterior.

Fuente: Our World in Data, 2025.

CONCENTRACIÓN DE CO₂ EN PARTES POR MILLÓN (PPM)



Fuente: Our World in Data, 2025.

POLÍTICAS QUE IMPULSAN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA



Mercado Eléctrico I

Clase realizada por Belén Muñoz Zurita

El mercado eléctrico chileno se compone de tres principales segmentos; generación, transmisión y distribución de electricidad. Las principales instituciones que aportan en la coordinación de estos tres segmentos se presentan a continuación.

GOBERNANZA E INSTITUCIONALIDAD

Ministerio de Energía

Institución de Gobierno que elabora, coordina y ejecuta la política en materia de energía.



Comisión Nacional de Energía (CNE)

Organismo encargado de analizar precios, tarifas y normas técnicas para asegurar calidad del servicio eléctrico.



Coordinador Eléctrico Nacional

Coordina las operaciones del conjunto del sistema eléctrico nacional interconectado.



Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC)

Agencia pública encargada de supervigilar y fiscaliza el cumplimiento de la normativa en materia eléctrica y combustibles.



Panel de expertos

Resuelve discrepancias que surjan producto de la aplicación de la ley.

Min. E. / SEC / CNE

Panel de expertos

COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL

Empresas

Generación
Transmisión
Distribución

Consumidores

Hogar e
Industrias

MATRIZ ELÉCTRICA CHILENA

Matriz energética

Representa cuantitativamente la totalidad de energía generada en el país e indica el porcentaje de participación de cada fuente de energía.

Matriz eléctrica

Son todas las fuentes de generación que inyectan energía eléctrica al sistema.

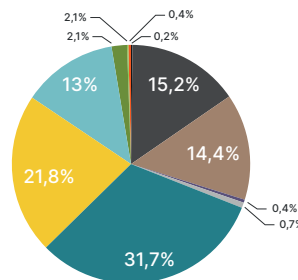
¿Cuál es su meta?

La generación renovable debe ser el mayor productor de energía.

- Para el año 2030 más del 80%

Fuente: Gobierno de Chile, 2025 (NDC).

Generación de electricidad por fuente en el año 2024

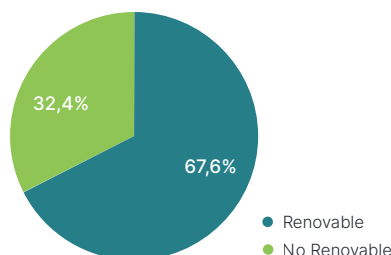


Fuente: Coordinador Eléctrico Nacional, 2024.

Las ERNC deben ser capaz de responder a la demanda energética de igual modo que las energías convencionales.

¿Cuál es la perspectiva actual frente al 2050?

Capacidad instalada en Chile en 2024



Fuente: Coordinador Eléctrico Nacional, 2024.

En la actualización de la Política Energética (PEN) 2022 se plantea que "100% de la energía producida por la generación eléctrica del país proviene de energías renovables o energías cero emisiones (renovables aportarán 80% al 2030, enfatizando que los sistemas eléctricos deberán estar preparados para lograrlo)."

BRECHAS EN EL SECTOR ELÉCTRICO

Alto costo de la energía

Impacto en usuarios residenciales

Generación de las energías renovables no convencionales

El crecimiento renovable ha sido significativo, pero persiste el desafío de contar con mayor capacidad de almacenamiento que permita enfrentar la intermitencia de la energía solar y eólica

Localización e infraestructura eléctrica

Intereses dueños proyectos eléctricos

≠ Distinto al interés de las comunidades

Avanzar en creación de valor compartido para el territorio y recursos naturales.



GENERACIÓN

¿Cómo funciona este mercado?

En el mercado de la generación la oferta del sistema debe igualar a la demanda en todo instante. Para lograr esto el Coordinador Eléctrico Nacional (CEN) determina, a través de una lista de mérito, qué centrales de generación inyectarán energía al Sistema de Transmisión en un momento determinado, priorizando la central más económica en cuanto al costo de operación que implica despachar la energía.



¿Es posible saber si mi suministro eléctrico es 100% renovable, estando conectada/o a la red?

No es posible, dado que una vez inyectada la energía generada en la red de transmisión, no se puede diferenciar si es renovable o no.

ALMACENAMIENTO

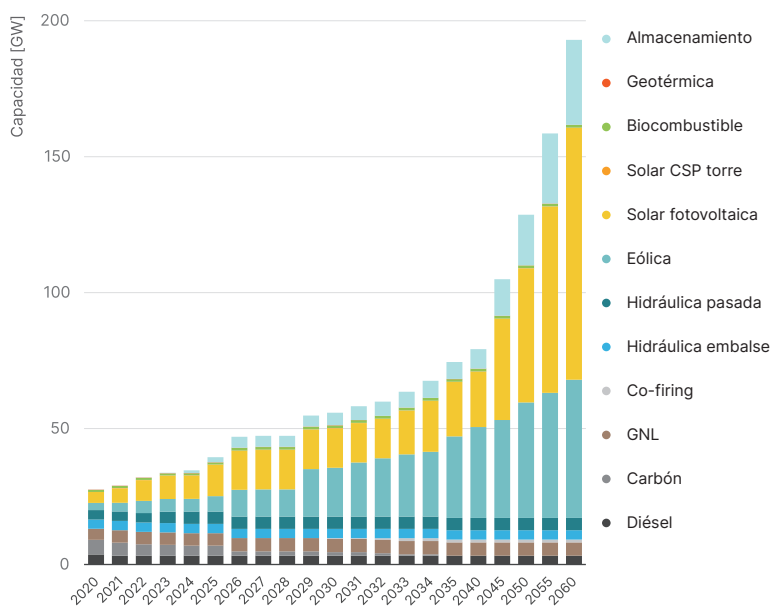
¿Qué es el almacenamiento?

Proceso por el cual se guarda energía para utilizarla en otra ocasión y ponerla a disposición de la red cuando se necesite, actuando como una balanza entre la oferta y la demanda. Uno de los tipos de almacenamiento son las baterías de litio.

¿Por qué se necesita el almacenamiento?

- Mitiga la variabilidad energética de renovables, solar y eólica
- Ayuda al proceso de descarbonización
- Contribuye a disminuir la congestión de las líneas
- Ayuda a amortiguar los precios del mercado
- Evita el vertimiento del recurso eólico y solar

Proyección de la capacidad acumulada (GW) por tecnología, 2020 - 2060



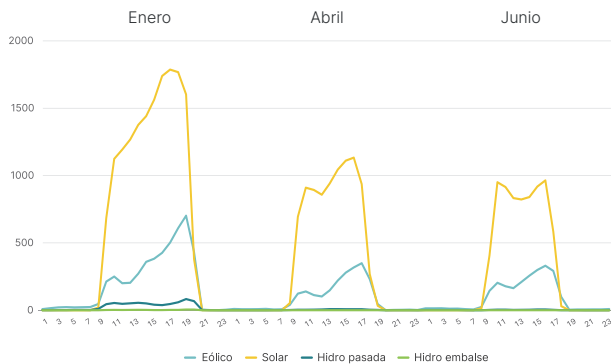
Fuente: Ministerio de Energía, 2025.



¿Qué es el vertimiento?

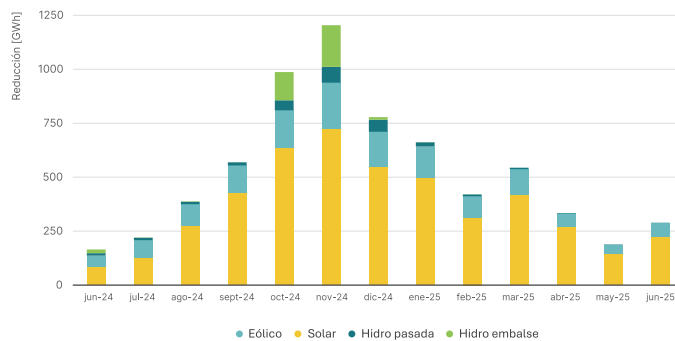
Fenómeno que ocurre en las plantas generadoras de electricidad cuando no pueden inyectar todo el potencial que podrían haber generado en un día y no cuentan con almacenamiento.

Perfil vertimiento horario en Chile en 2025



Fuente: Coordinador eléctrico, 2025.

Evolución del vertimiento (Junio 2024 a Junio 2025)



Fuente: SPEC, 2024.



Mercado Eléctrico Chileno II

Clase realizada por Rosa Serrano

El marco regulatorio vigente del sector eléctrico en Chile se basa en un modelo de mercado competitivo en el segmento de generación comercialización mayorista, y de regulación eficiente en transmisión y distribución.

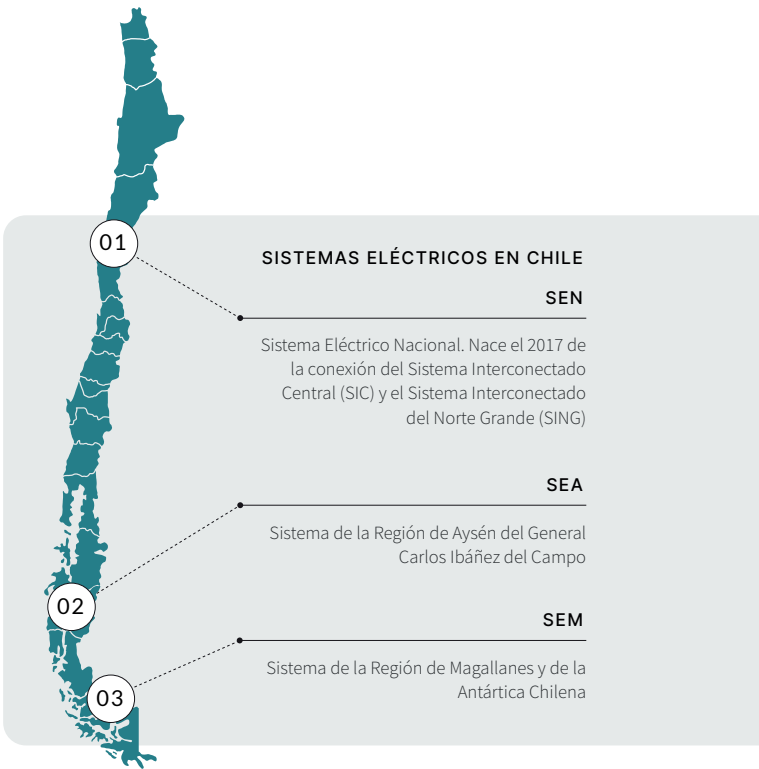
TRANSMISIÓN

¿Qué es el sistema de transmisión?

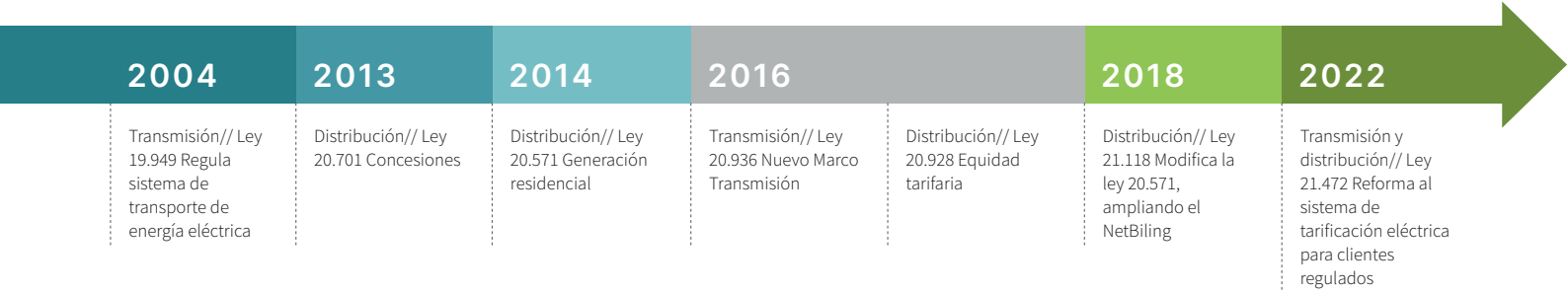
Este sistema tiene la función de transmitir la electricidad en alto voltaje (superior a 23.000 V) a todos los puntos del sistema eléctrico.

Algunos datos importantes de la transmisión:

- Vínculo entre generadores y consumidores
- Provee seguridad de suministro
- Proporciona economías de alcance: Minimiza costos de producción, coordina horarios de mantención y comparte operaciones de reserva de capacidad
- Provee competitividad en el mercado de electricidad: Competencia de generadoras es posible gracias a la interconexión de los sistemas eléctricos
- Efecto de la capacidad de transmisión en el precio de los mercados de energía
- Los costos de transmisión corresponden al 10% de la factura eléctrica



MARCO NORMATIVO



DISTRIBUCIÓN

¿Cómo se define la distribución?

Conjunto de líneas y de sub-estaciones que permiten transportar la energía desde los puntos de conexión con el sistema de transmisión (sub-estaciones primarias), hasta los puntos de consumo regulados que este sector atiende.

Los costos de distribución corresponden aproximadamente al 20% de la factura eléctrica. La distribución está a cargo de distintas empresas privadas que tienen asignada un área de distribución con una cierta cantidad de clientes conectados.

¿Cuáles son las funciones de las empresas de distribución?



DESAFÍOS TRANSICIÓN ENERGÉTICA



Innovación y Transición Energética

Clase realizada por Angel Caviedes

INVENCION

Creación de algo nuevo que sea técnicamente factible

INNOVACIÓN

Creación de algo nuevo que genere valor para alguien

COMPONENTES DE LA INNOVACIÓN



TÉCNICAMENTE FACTIBLE

Ideal que cumpla la función para el fin que fue creada



HUMANAMENTE DESEABLE

Atractivo para las personas, la comunidad y los territorios



ECONÓMICAMENTE VIABLE

Un modelo de negocio rentable y sostenible

ACTUALES INDICADORES DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO (I+D) EN CHILE

2020

Número de investigadores(as) por cada 1.000 empleados

1,5

CHILE

9,9

OCDE

2022

Gastos en I+D respecto al PIB

0,41%

CHILE

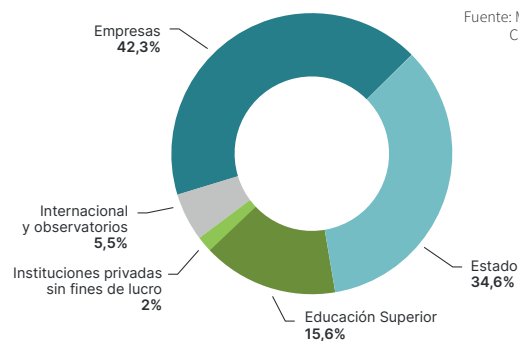
2,70%

OCDE

Fuente: Ministerio de Ciencia, 2025.

Distribución de la inversión en I+D en Chile en 2023

Fuente: Ministerio de Ciencia, 2025.



ALGUNAS INICIATIVAS I+D EN EL SECTOR ENERGÍA

PLAN DE ACCIÓN ACTUAL



Desarrollo de ingeniería y construcción de plantas solares y/o eólicas



Camiones mineros de alta carga (CAEX) 100% eléctricos que reducen la huella de carbono del sector minero en Chile



Electromovilidad y uso de buses eléctricos en transporte público



Casas y edificios autosustentables, Smart Grid y almacenamiento de energía

DESAFÍOS PARA ACELERAR LA CARBONO NEUTRALIDAD

DESAFÍOS EN ENERGÍA Y CÓMO ALCANZARLOS

- 1 Diseño y construcción de centros de investigación, tecnología, innovación y desarrollo basados en misiones y desafíos específicos del país
- 2 Disminuir brechas de indicadores de innovación y fortalecer el trabajo realizado desde las regiones
- 3 Estrategia Hidrógeno Verde
- 4 Fortalecimiento de equipos de trabajo multidisciplinarios con participación de mujeres y disidencias sexo-género
- 5 Aumento de presupuesto I+D a niveles OCDE



ESTADO EMPRENDEDOR

- Focalización de misiones y desafíos propuestos por la transición energética
- Desarrollo de un sector energético con alto valor agregado, sustentable e inclusivo
- Fomento de la interrelación de sectores productivos
- Innovación sistémica y basada en la colaboración
- Incentivar la inversión del sector privado en I + D e innovación
- Políticas públicas acorde a desafíos territoriales y sociales

Descarbonización

Clase realizada por María José Lambert

¿QUÉ ES LA DESCARBONIZACIÓN?

El concepto de descarbonización se entiende como la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de todos los participantes del sistema.

Para lograr los compromisos nacionales de descarbonización existen 4 pilares fundamentales:



Electromovilidad



Activación Energías Renovables



Hidrógeno Verde

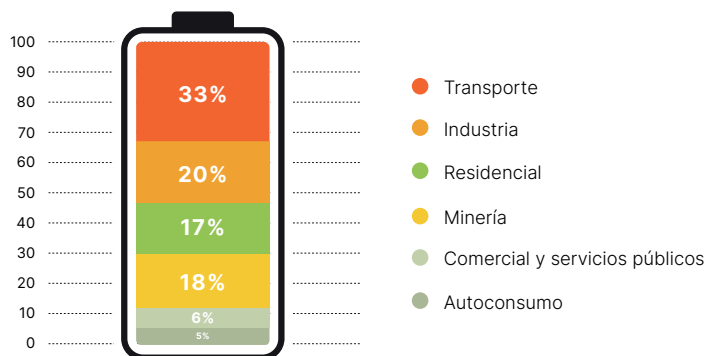


Eficiencia Energética

En base al último Balance Nacional de Energía (BNE) el consumo energético por sectores es el siguiente:

Consumo de Energía en Chile

Fuente: Ministerio de Energía, 2024.



Emisiones GEI en Chile

Manufactura y construcción
14,8%

76,4% Sector Energía

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, 2024.

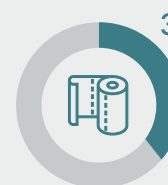


SECTOR INDUSTRIAL

En la situación actual, el principal consumo de energía está dado por:



Industrias Varias



Papel y Celulosa



Agroindustria

Fuente: Ministerio de Energía, 2024.

Las estrategias utilizadas para avanzar en la descarbonización es la Ley Eficiencia Energética. Busca hacer un uso racional y eficiente de los recursos y abarca prácticamente todos los consumos energéticos del país.

Desafíos por avanzar en el sector industrial:

- Electrificación de usos motrices
- Fomento del hidrógeno renovable como vector energético, producido de forma descarbonizada, es decir, a partir de energías renovables
- Creación de subproductos como parte de una economía cada vez más circular



2. SECTOR MINERÍA

Eficiencia Energética / Procesos Mineros

La Política Nacional Minera 2050 busca que a 2030 el 90% de los contratos de energía eléctrica sea con proveedores de fuentes renovables y el 100% el año 2050.

Fuente: Ministerio de Minería, 2022.



LÍNEAS

- Óxidos
- Hidrometalurgia
- Sulfuros
- Pirometalurgia



EXTRACCIÓN

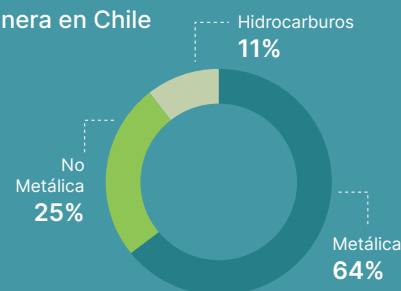
- Perforación
- Tronadura
- Carguío
- Transporte



PROCESAMIENTO

- Conminución
- Lixiviación
- Concentrado
- Extracción
- Fundición
- Electrorefinación

Distribución de la actividad minera en Chile



Nota: metálica (cobre, molibdeno, oro, plata, hierro, manganeso, plomo, zinc); no metálica (rocas y minerales industriales); hidrocarburos (carbón, petróleo y gas natural). Dato: según el balance nacional de energía 2023, solo la minería de cobre consumió un 52% de la electricidad de todo el sector industrial y minero.

3. SECTOR TRANSPORTE

Pasos para carbono - neutralidad en el transporte terrestre



Incentivo Transporte Público



Estándares Eficiencia Vehicular



Desarrollo Regulación



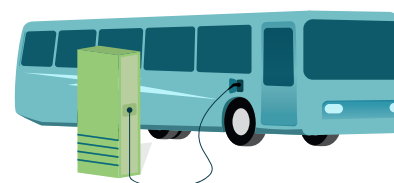
Desarrollo de Capital Humano



Incentivos

En 2025 habrán más de 4.200 buses eléctricos operativos en el sistema de transporte público.

Fuente: Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2025.



Hidrógeno Verde

Clase realizada por Pablo Tello

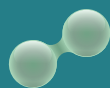
¿CUÁNTO CONOCEMOS SOBRE EL HIDRÓGENO?

El hidrógeno (H) es el elemento más abundante del universo. Sin embargo, en la Tierra, el hidrógeno se encuentra formando compuestos que conoces, como por ejemplo, el agua, el metano y el amoníaco.



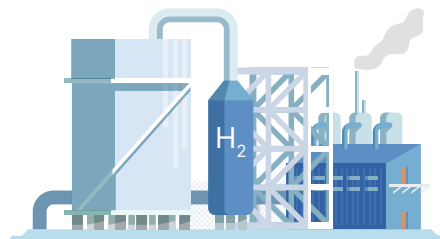
Valor Energético ⚡

El hidrógeno se considera un vector energético, es decir, es un medio que se puede almacenar en una forma de energía para ser utilizado en otro momento o lugar.



Características del H₂

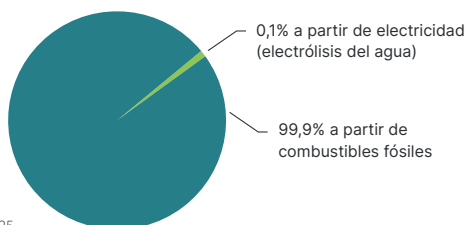
- Es un gas inodoro, incoloro e insípido
- Es inflamable
- Posee una alta densidad energética en masa
- Posee una baja densidad energética en volumen
- En ambientes cerrados desplaza al oxígeno



SITUACIÓN ACTUAL (PRODUCCIÓN Y DEMANDA DE H₂)

La producción de H₂ se basa casi completamente en combustibles fósiles (más del 99% en 2023). El resto del H₂ es producido a partir de agua mediante el proceso de electrólisis.

Producción mundial de H₂ en 2023



Fuente: IEA, 2025.

CLASIFICACIÓN Y CADENA DE VALOR DEL H₂

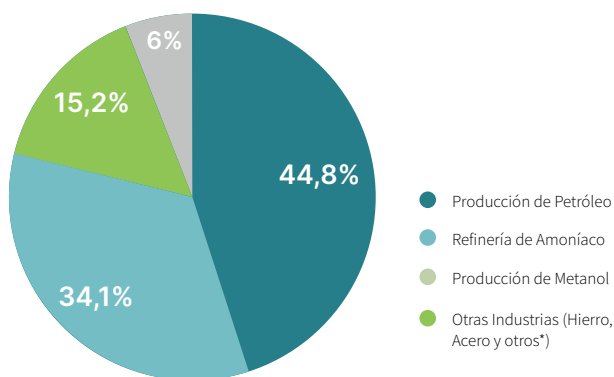
En función del origen, el H₂ se puede clasificar en distintos colores: H₂ negro, H₂ gris, H₂ azul, H₂ verde, entre otros.

Nota: La clasificación anterior es cualitativa; se está avanzando en una clasificación cuantitativa basada en las emisiones de CO₂ que producen las actividades productivas.

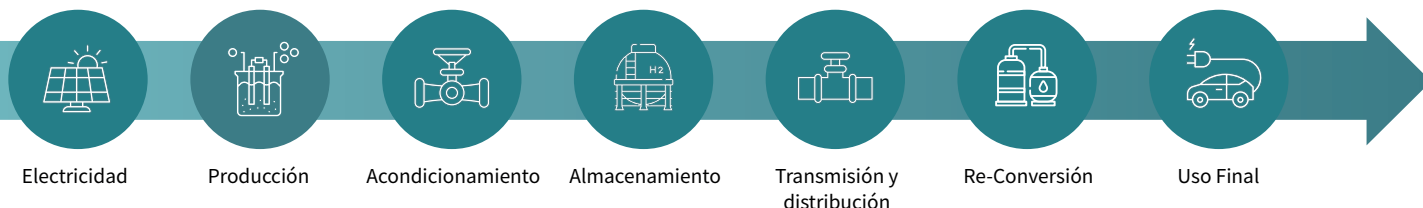
La cadena de valor del H₂ considera las etapas de producción, acondicionamiento y almacenamiento, transporte y distribución, y sus usos finales (aplicaciones) de este vector energético.

Demanda mundial de H₂ en 2023

Fuente: IEA, 2025.



*Otros incluye otros usos industriales y nuevas aplicaciones como el transporte, la generación de energía, los edificios y el calor a alta temperatura en la industria.



PRODUCCIÓN DE H₂ RENOVABLE

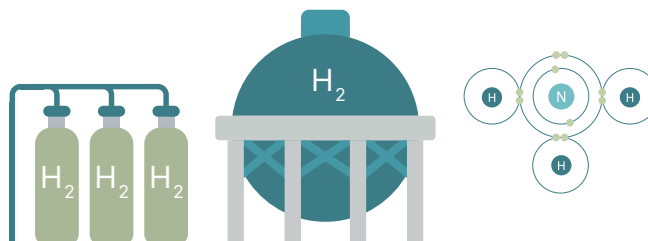
El hidrógeno renovable se produce por electrólisis del agua que es la aplicación de corriente eléctrica proveniente de fuentes renovables para separar el hidrógeno y el oxígeno que componen la molécula de agua. Este proceso se realiza en un equipo llamado electrolizador.

Existen dos tecnologías principales: electrólisis alcalina y membrana de intercambio de protones (PEM). La diferencia entre ellas es el electrolito utilizado, la eficiencia y las condiciones de operación.



ACONDICIONAMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE H₂

Mientras que el acondicionamiento del H₂ permite adaptar este vector energético en presión y temperatura, el almacenamiento incluye tres formas: física (gas comprimido, líquido criogénico, formaciones geológicas), en sólidos y en compuestos químicos (amoníaco, metanol y etanol).



TRANSPORTE DE H₂

El transporte del hidrógeno se puede realizar por vía terrestre (camiones o por redes de gas) o vía marítima (barcos).

La elección de la vía más adecuada de transporte dependerá de la cantidad (volumen) que se quiera trasladar y de la distancia al usuario final.



¿EN QUÉ SE PUEDE USAR EL H₂?

Como materia prima en las refinерías de petróleo, en la producción de amoníaco (para fertilizantes) y en otras industrias. Actualmente, como una vía para reducir el consumo de combustibles fósiles, se ha comenzado a utilizar en aplicaciones como: transporte (vehículos livianos, vehículos pesados, montacargas, trenes, aviones, barcos), estacionarias (respaldo energético), en redes de gas (mezcla con gas

natural) y para la producción de combustibles sintéticos como la gasolina y el keroseno**. El uso en vehículos livianos, buses y montacargas está en una etapa de desarrollo más avanzada que el uso en camiones pesados, barcos y aviones.

****Para la producción de combustibles sintéticos y combustibles de aviación sustentables se requiere de hidrógeno renovable y CO₂.**

COMBUSTIBLE PARA

CALOR PARA

MATERIA PRIMA PARA



Transporte

Vehículos, camiones, buses, trenes, barcos, aviones



Energía

Almacenamiento, turbinas de gas, celdas de combustible



Industria

Producción de acero, cemento, papel, aluminio



Edificaciones

Uso residencial y comercial, co-generación



Químicos

Metanol, peróxido de hidrógeno, amoníaco, fertilizadores



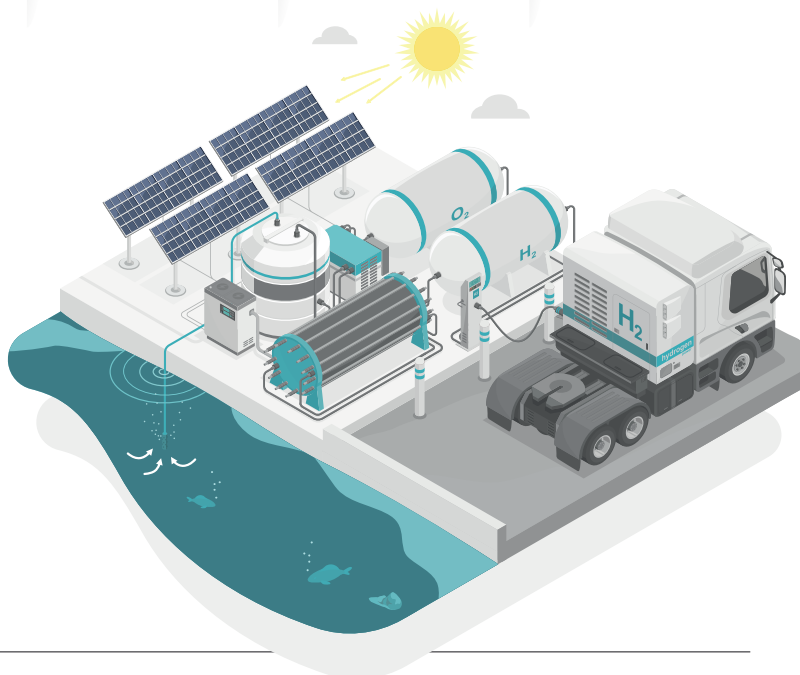
Productos

Grasas y margarinas, vidrios, fundiciones, electrónica, plásticos

ASPECTOS CLAVES PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DEL H₂

Existen desafíos mundiales por lograr las metas de la carbono neutralidad en función del Acuerdo de París y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Algunos de estos desafíos son:

- Relacionamiento con las comunidades locales y participación ciudadana temprana en el desarrollo de proyectos
- Beneficios locales al utilizar combustible cero emisiones en transporte e industria
- Planificación territorial con la colaboración de las entidades públicas y privadas, organizaciones sociales, comunidades y academia
- Cuidado del medio ambiente y la biodiversidad

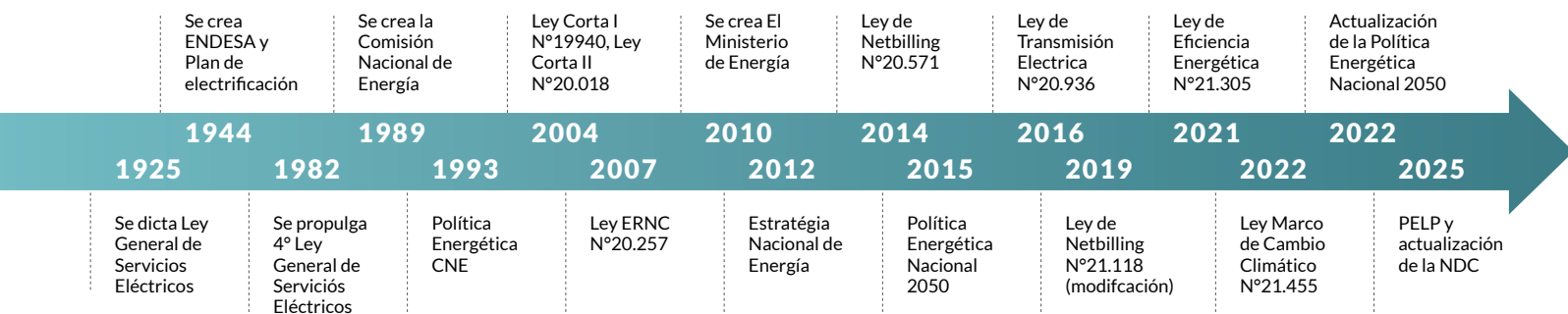


Rol de las Políticas Públicas en la Transición Energética

Clase realizada por Carla Coronado

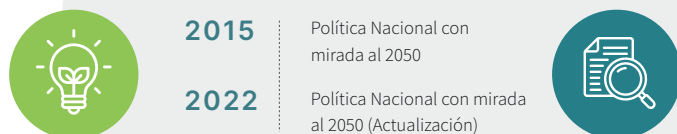
Las políticas públicas han asignado, a lo largo del tiempo, distintos roles a los sectores público y privado en el desarrollo energético del país. Estos hechos representan los principales ejes de esta evolución, que reflejan crisis, posibilidades y los desafíos.

LÍNEA DE TIEMPO PARA RESALTAR EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS



INSTRUMENTOS DE POLÍTICA PÚBLICA PARA LA TRANSICIÓN

La Política Energética Nacional se ha construido desde una visión compartida y de consenso, que representa los fundamentos y principios que acompañarán la transición energética del país. Esta política definió una visión para el futuro energético de Chile estableciéndose como un asunto de Estado que continúa y trasciende a los gobiernos.



Visión

Ser un sector energético sustentable, eficiente, inclusivo, resiliente, accesible y respetuoso de los derechos humanos y de la diversidad de culturas de nuestro territorio.

Actualización de Políticas Energética



3 grandes propósitos

PROTAGONISTAS DE LA AMBICIÓN CLIMÁTICA

ENERGÍA PARA UNA MEJOR CALIDAD

NUEVA IDENTIDAD PRODUCTIVA PARA CHILE

2 pilares esenciales

SISTEMA ENERGÉTICO RESILIENTE Y EFICIENTE

CAMBIANDO LA FORMA DE HACER POLÍTICAS PÚBLICAS

CONTEXTO DE POLÍTICA ENERGÉTICA DE CHILE

LEYES DEL SECTOR

MARCO INTERNACIONAL

LEY CAMBIO CLIMÁTICO

- Ley General de Servicios Eléctricos
- Ley de Energías Renovables
- Ley de Eficiencia Energética
- Ley Geotermia

Ley Marco de Cambio Climático

18 objetivos que definen compromisos de la política pública

POLÍTICA Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA

La transición es clave hacia el uso de energías renovables en Chile para velar por el cumplimiento de metas de descarbonización.

- Es una transformación socio-técnica que implica factores de tecnología, sociales y políticos
- La Transición es un proceso de muchos actores, siendo clave la coordinación y la colaboración
- El Estado tiene un rol fundamental que jugar

HITOS DEL SECTOR ENERGÉTICO



Cerro Dominador: Primera planta termosolar en Chile y Latinoamérica con 10.600 heliostatos con 110 MW de capacidad instalada inaugurada en 2021.



Histórica interconexión eléctrica SIC -SING: El 21 de noviembre de 2017 se interconectaron sincrónicamente los sistemas eléctricos del norte grande y central (SING y SIC respectivamente). Ese hito permitió la creación del SEN.



Energía solar y eólica generaron el 27,5% de la electricidad de Chile durante 12 meses (octubre de 2021 a septiembre de 2022), superando por primera vez a la energía en base a carbón (26,5%).

Pobreza Energética

Clase realizada por Macarena San Martín

La pobreza energética es la falta de acceso equitativo a servicios energéticos de alta calidad para satisfacer las necesidades fundamentales y básicas de un hogar, lo que afecta su desarrollo humano y económico.

ALGUNAS DE LAS CAUSAS

- Bajos ingresos del hogar
- Insuficiente calidad energética de la vivienda
- Precios elevados de la energía



4 DIMENSIONES PARA SU COMPRENSIÓN

1. Acceso

Posibilidad de un hogar de contar de manera efectiva con servicios energéticos.

2. Equidad

Umbral económico y gasto en energía de los hogares en relación a sus ingresos.

3. Calidad

Umbral de tolerancia mínimos que deben poseer el acceso y equidad en los servicios energéticos, con énfasis en la calidad de las tecnologías.

4. Pertinencia Territorial

Las necesidades pueden ser abordadas de distintas formas según la pertinencia que tengan en los territorios y zonas climáticas.

Necesitamos comprender mejor las características territoriales de acceso equitativo a energía de alta calidad, motivado a que existen factores territoriales que condicionan el acceso de energía a los hogares.

24.917 viviendas no cuentan con acceso a energía eléctrica.



24,4% de los hogares usa leña para la calefacción.

23% de los hogares declara pasar frío en el interior de sus viviendas en invierno.

66,2% de los hogares presenta problemas de eficiencia energética en sus viviendas.

8,8 horas es el promedio de interrupciones del suministro eléctrico entre Ene-Ago 2021 a nivel nacional.

22% de los hogares gasta excesivamente energía.

16,9% de los hogares limitan el gasto de energía para satisfacer otras necesidades básicas.

Fuente: RedPe 2022 y CENSO 2024.

INDICADORES DE POBREZA ENERGÉTICA

Iluminación y dispositivos eléctricos

Un hogar desconectado a la red eléctrica, conectado ilegalmente o utiliza su propio generador se considera dentro del umbral de pobreza energética.



Alimentación e higiene

El uso de combustibles intensivos en emisiones como carbón, biomasa, estiércol, generan efectos nocivos sobre la salud de las personas.



Climatización de la vivienda

Las viviendas energéticamente ineficientes y en condiciones climáticas adversas producen disconformidad térmica.



Equidad en el gasto energético

El gasto elevado o excesivamente bajo en servicios energéticos del hogar es considerado como pobreza energética.



Contaminación

La contaminación por material particulado es causante de la mala calidad del aire, producida en su gran mayoría por el uso de leña como método de calefacción dentro de los hogares.



Transición Justa

La transición justa se puede definir como un proceso complejo que busca reemplazar los combustibles fósiles al tiempo que reduce desigualdades sociales y ambientales, reconfigurando nuestros sistemas energéticos para un mundo más equitativo.

Cuatro pilares que nos pueden ayudar a analizar qué tan justo está siendo un sistema energético en transición:

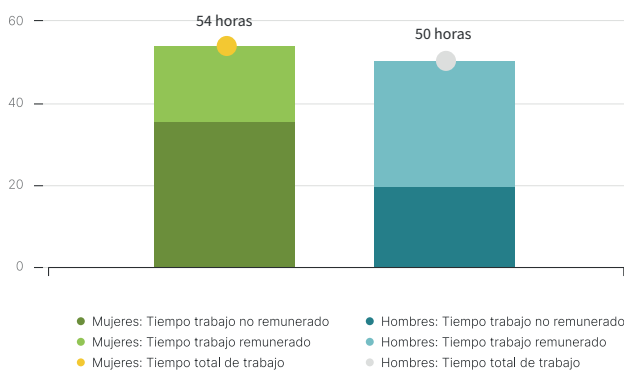
- Justicia distributiva → ¿Quién recibe impactos y beneficios?
- Justicia procedimental → ¿Quién está tomando las decisiones?
- Justicia de reconocimiento → ¿Quién está siendo reconocido en las decisiones?
- Justicia intergeneracional → ¿Qué impactos tiene y tendrá en el futuro?



¿Cómo equilibrar la energía del futuro?
El trilema energético:
hacia una transición justa y sostenible



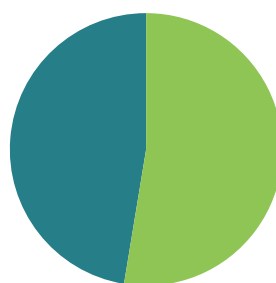
Contraste de tiempo total de trabajo de mujeres y hombre en Chile en 2023



Fuente: CEPAL, 2023.

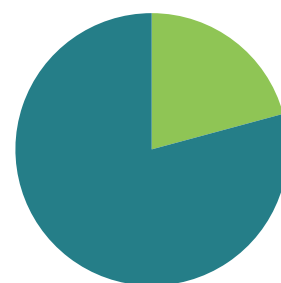
Brecha de género en Educación Superior en Chile

Matrícula de 1er año 2024



350.680 estudiantes

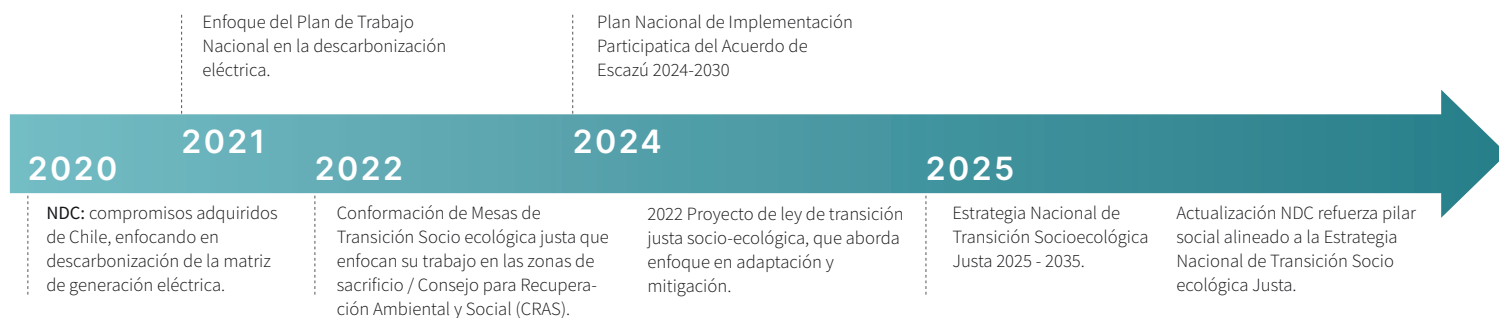
Matrícula de 1er año en áreas STEM 2024



105.640 estudiantes

Fuente: Subsecretaría de Educación Superior, 2025.

INICIATIVAS DE TRANSICIÓN JUSTA



¿QUÉ ES EL ACUERDO DE ESCAZÚ?

El Acuerdo de Escazú busca que los ciudadanos tengan la posibilidad de proteger los derechos ambientales para corregir daños y resolver conflictos que afectan el ambiente.

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2025.



Mejora el acceso a la justicia ambiental.



Insta a que Chile tenga más participación pública.



Eleva los estándares de la generación y entrega de información ambiental.



Protege a defensoras y defensores de Derechos Humanos en materia ambiental.

PROYECCIÓN

La transición energética debiera evolucionar hacia un modelo socioecológico justo, equilibrando necesidades comunitarias y la conservación de los ecosistemas.

Economía Energética: Instrumentos Económicos

Clase realizada por Marlen Göerner

Los instrumentos económicos son mecanismos de política pública o iniciativas voluntarias que a través de una infraestructura institucional, imponen un precio explícito o implícito a las emisiones de carbono, y de esta forma buscan incluir externalidades negativas y generar cambios a través de incentivos económicos.



Precio al Carbono

Forma en que países y mercados fijan un valor ton CO₂ monetario a las emisiones de CO₂ y otros GEI.

USD /
ton CO₂

INSTRUMENTOS

Explícitos

Regulado por un gobierno o institución, se acuerda o impone un precio basado en el carbono emitido o reducido.

Implícitos

Se derivan de algún instrumento de política pública o regulación. Pueden tener impactos positivos, por ejemplo, certificaciones en eficiencia energética. Asimismo, pueden tener un impacto negativo, como alguna clase de subsidio a las emisiones.

INSTRUMENTOS EXPLÍCITOS

IMPUESTO AL CARBONO

X toneladas de Carbón



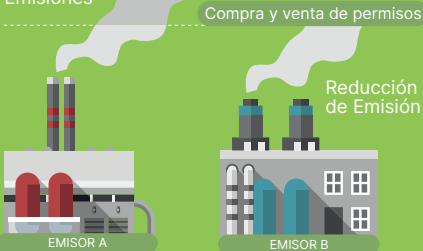
También conocido como Impuesto Verde en Chile. Es una medida en la que proyectos e instituciones deben responder ante la autoridad local por el CO₂ emitido a la atmósfera, atribuyendo un costo fijo a cada tonelada registrada.

- Sencillo y eficiente
- Recaudación fiscal

- No establece un límite máximo de emisiones permitidas
- Menor flexibilidad para gestionar el costo de la tonelada de CO₂

COMERCIO DE EMISIONES

Exceso de Emisiones



Se fija un límite máximo a la cantidad de gases que cada sector regulado puede emitir. Quienes no hayan excedido el límite pueden vender sus permisos a los que sobrepasaron el límite establecido, para que puedan cumplir con sus obligaciones.

La cantidad máxima de permisos transables en un periodo puede (o no) estar limitada.

- Mayor flexibilidad en regulación
- Certeza sobre el nivel de emisiones

- Complejidad administrativa
- Menor certeza sobre niveles de precios, se determina por oferta-demanda

CRÉDITOS DE CARBONO



Proyectos que demuestren la reducción de emisiones de CO₂ respecto a una línea base pueden emitir bonos de carbono (equivalentes a 1 tonelada de CO₂ que se captura o se deja de emitir a la atmósfera). Una empresa emisora que desee compensar sus emisiones de carbono puede comprar bonos y "sacarlos de circulación" y, de esta forma, pueden llegar a sus metas de carbono neutralidad.

- Efectivo para la carbono neutralidad
- Operan de manera voluntaria o regulada

- Complejidad administrativa
- Poca visibilidad de precios, oferta y demanda; esto desincentiva la aparición de nuevos proyectos

CONTEXTO NACIONAL

Mecanismos

Sistema de compensación de emisiones (2023): Permite compensar las emisiones afectas al impuesto verde de fuentes fijas.



Impuesto a emisiones de fuentes fijas (2017): El gobierno fija una tasa sobre las emisiones GEI y el mercado determina las emisiones totales.



Impuesto verde a la compra de vehículos (2014): El gobierno impone un precio sobre el rendimiento y el costo del vehículo.



Impuesto a los combustibles (1986): El gobierno impone un precio sobre las actividades que generan GEI.



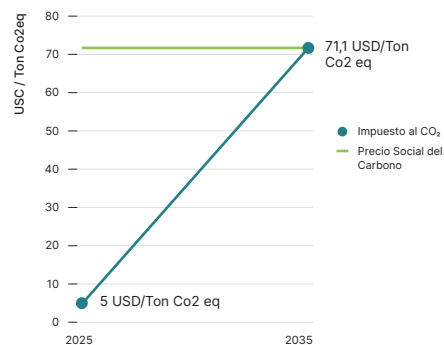
El precio social del carbono

El Precio Social del Carbono (PSC) corresponde al valor monetario asignado al costo social de las emisiones de gases de efecto invernadero, utilizado para orientar decisiones hacia un desarrollo sostenible.

Chile cuenta desde 2013 con un Precio Social del Carbono (PCS) para ser utilizado en la evaluación de proyectos, programas y políticas públicas, el cual ha sido actualizado al alza en más de una ocasión (la última en 2025) y actualmente se sitúa, en un valor de 71,1 USD/Ton CO₂eq.

Fuente: Gobierno de Chile, 2025.

Situación 2025 y meta del impuesto al CO₂ en Chile



Fuente: Gobierno de Chile, 2025.



Organiza



Apoya



Patrocina

