

Nota técnica N°7

CHILE COMO ACTOR CLAVE PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE A NIVEL GLOBAL



Nota Técnica N°7

Autor principal

Matías Caamaño

Editores

Valentina Ilic Vigil

Juan Eduardo Vargas Duhart

Radek Biernacki

© 2024 CC BY 4.0.

Web: www.centropoliticaspUBLICAS.uft.cl

Contacto: vilic@uft.cl

Atribución sugerida:

Caamaño, M., (2024). Nota técnica:

Chile como actor clave para desarrollo sostenible a nivel global.

Centro de Políticas Públicas,

Universidad Finis Terrae.

Diseño: Belén Segú,

belsegu@gmail.com

I. Introducción

Progresivamente, se ha logrado un consenso a nivel global sobre la necesidad de avanzar en la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) hasta su eliminación. Lo anterior, fue refrendado en el Acuerdo de París de 2015, donde 195 países desarrollados y en desarrollo se comprometieron limitar el aumento de la temperatura a nivel global a 2°-1,5°C respecto a los niveles preindustriales mediante el alcance del “net zero” – esto es, recortar las emisiones GEI hasta dejarlas lo más cerca posible de emisiones nulas – hacia 2050. Durante los años venideros, conseguir este objetivo requerirá el compromiso de estas naciones para generar una transformación completa del modo de producir, consumir y trasladarnos.

En la actualidad, el sector energético constituye la fuente de más del 75% de las emisiones de GEI en el mundo¹, por lo que un motor importante para disminuir estas emisiones es generar un cambio a este nivel. En ese sentido, la sustitución de la producción de energía en base a carbón, petróleo o gas, por fuentes de energía renovables como el sol y el viento, tienen el potencial de reducir drásticamente las emisiones de carbono.

Por otro lado, cabe constatar que buena parte de los países del mundo buscan también alcanzar altas tasas de crecimiento económico con el fin de aumentar el bienestar de su población. Con ello, perseguir ambos objetivos – disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero y crecimiento económico – vuelve este desafío mucho más importante, pero también más complejo. Y Chile, comprometido con la acción climática de manera decidida y ambiciosa², tiene la posibilidad de aportar en el logro de estos objetivos a nivel global.

En base a sus ventajas comparativas, nuestro país tiene una oportunidad no sólo para avanzar en su camino al desarrollo, sino también para convertirse en una piedra angular del desarrollo sostenible a nivel internacional, aportando a la descarbonización de la matriz energética global. En esa línea, el aporte que el país puede hacer en la generación de energías limpias (eólica, solar y combustibles en base a hidrógeno verde), en formas de conducirlos (mediante cobre) y almacenarlos (aportando en la extracción de litio necesario para la fabricación de baterías) puede ser fundamental para esta nueva fase de desarrollo que el mundo está persiguiendo.

La siguiente nota técnica tiene por objetivo caracterizar económicamente industrias incipientes en Chile, como el litio e hidrógeno verde, y otra de larga data como el cobre, sectores importantísimos para alcanzar la carbono-neutralidad a nivel global en 2050, además de plantear recomendaciones de política pública que permitan mejorar y acelerar su desarrollo para la consecución de los objetivos planteados.

Así, en este trabajo, primero, se entregará un análisis de mercado, su evolución y principales características de las industrias en comento a nivel global, para posteriormente describir, a nivel nacional, su marco normativo y las políticas públicas más recientes que se están emprendiendo para su desarrollo. Luego, se analizarán experiencias internacionales en el desarrollo de estos sectores, para finalmente proponer recomendaciones, donde se planteará cómo avanzar, a nivel de políticas públicas e iniciativas público-privadas, para convertir a Chile en una nación que aporta significativamente en la descarbonización de la matriz energética a nivel internacional.

¹ Ministerio de Energía (2020). *Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático del Sector Energía*.

² Durante el 2020, Chile actualizó su Contribución Determinada a Nivel Nacional – medidas que tomarán para la reducción de emisiones – y se comprometió a la carbono-neutralidad al 2050, siendo el único país en vías de desarrollo en hacerlo y uno de los pocos del mundo en tramitar una Ley Marco de Cambio Climático.

II. Análisis de mercados

A continuación, se expondrán las principales características de los mercados del cobre, litio e hidrógeno verde, a nivel de oferta y demanda internacional, buscando trazar la importancia relativa para Chile y el mundo de ellas en la producción de estos bienes.

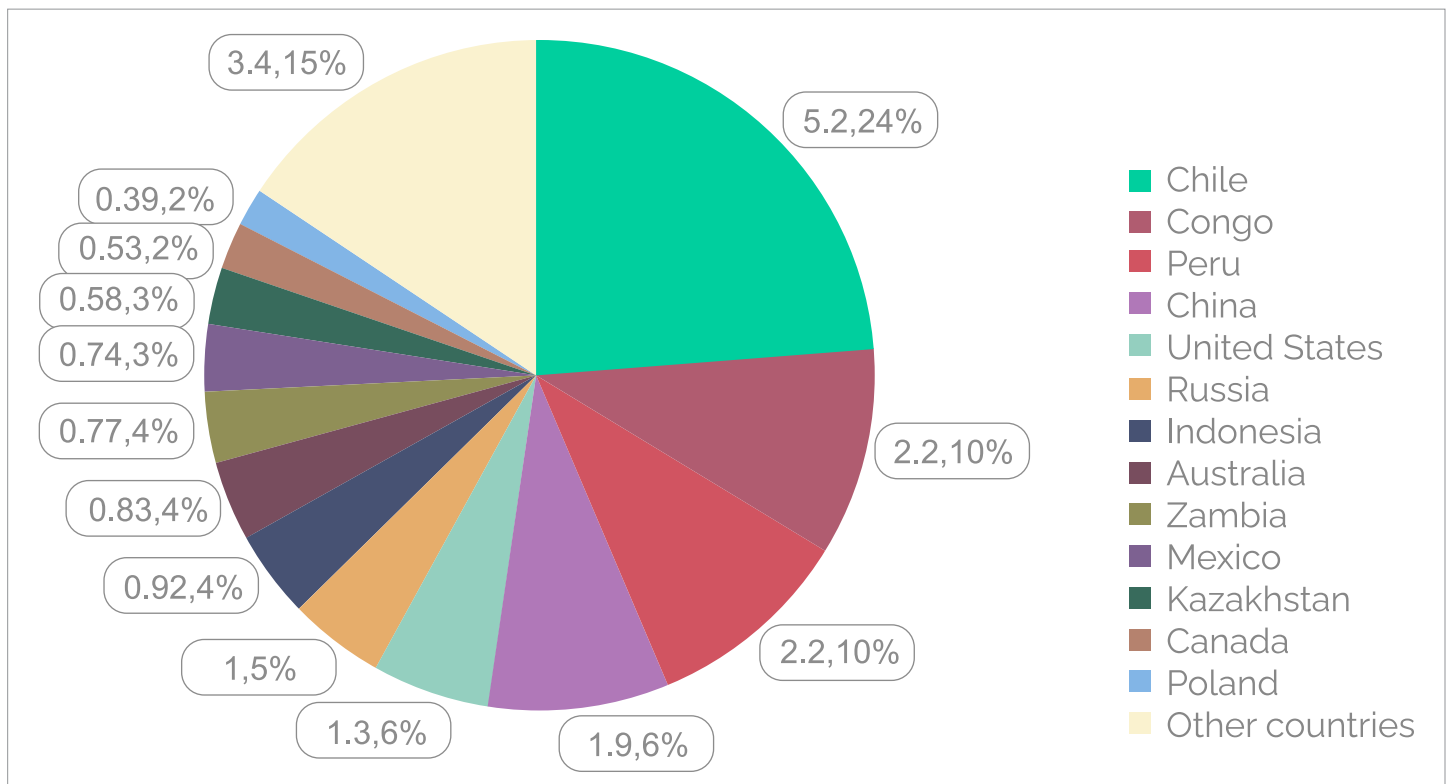
a. Cobre

El cobre es un componente muy importante a nivel internacional para industrias como la construcción, la ingeniería y la fabricación de productos eléctricos y electrónicos, principalmente, por su alta conductividad térmica y eléctrica, y su maleabilidad, lo que lo hace probablemente el mejor material conductor de electricidad hoy disponible. Con ello, cabe constatar la creciente integración a la economía internacional de una mayor proporción de energías

renovables a sus procesos productivos, donde la electricidad – y, por lo tanto, su conducción y almacenamiento – son fundamentales. Esto ha provocado que la demanda por cobre para fabricar baterías, motores, cables eléctricos y otras aplicaciones vaya en constante aumento. En la actualidad, existen unas 250 minas de cobre en funcionamiento en casi 40 países, y la producción mundial, al 2022, llegó a los 22 millones de toneladas anuales (U.S. Geological Survey, 2023). Chile, como muestra la Figura 1, se constituye como el principal productor con 5,2 millones de toneladas producidas ese año, un 24% de la producción mundial. Es seguido por el Congo y Perú, ambos con 2,2 millones de toneladas producidas (10% de la producción mundial).

Además, nuestro país cuenta con las reservas de cobre más importantes del mundo, totalizando 200 millones de toneladas, un 21% de las reservas a nivel internacional (U.S. Geological Survey, 2023).

Figura 1. Producción minería del cobre 2022, distribución global (millones de toneladas)³



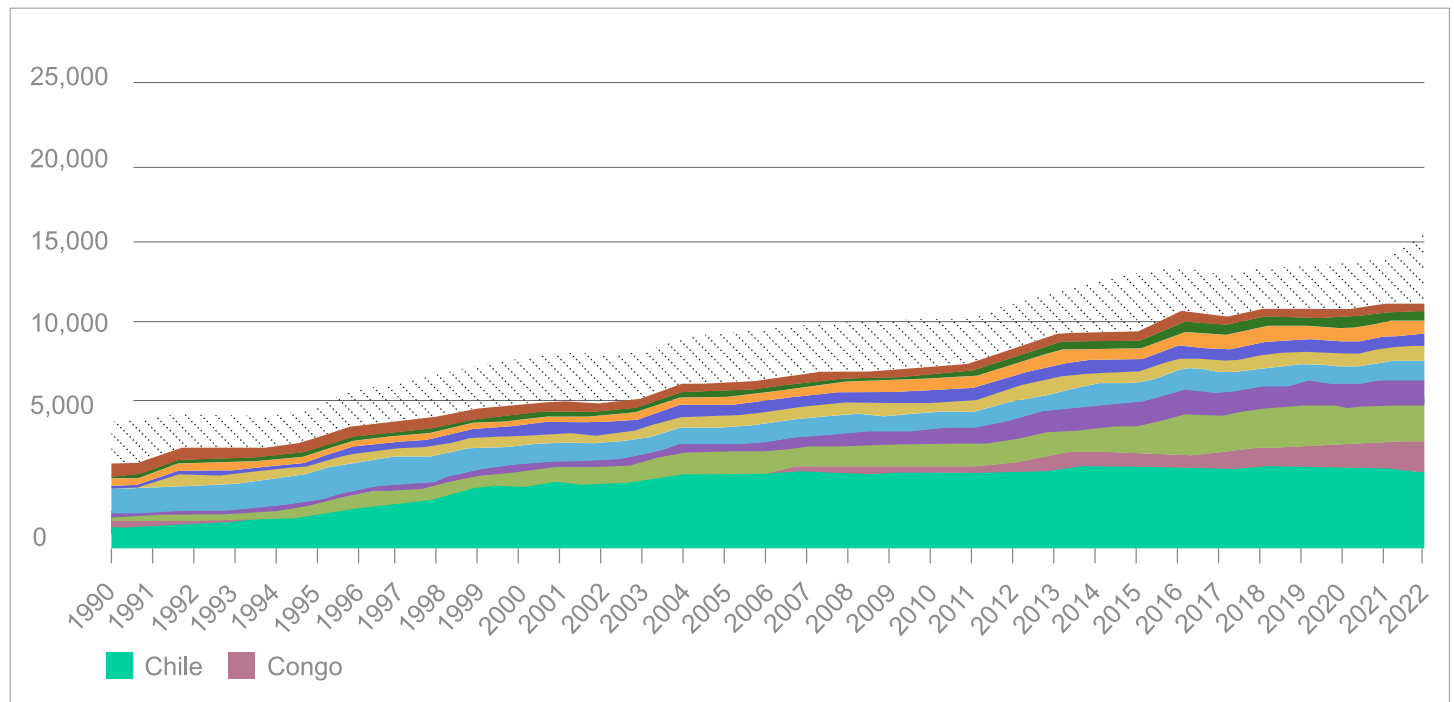
Fuente: Elaboración propia en base a datos del U.S. Geological Survey (2023).

³ No incluye cobre refinado.

Sin embargo, la participación nacional en la producción de cobre a nivel global ha ido cayendo paulatinamente en el tiempo debido a la caí-

da de la producción misma del país, tal como muestra la Figura 2.

Figura 2. Evolución de la producción de cobre de los principales oferentes (miles de toneladas, 1990 – 2022).



Fuente: Elaboración propia en base a datos del U.S. Geological Survey (2023).

Primero, se observa en la Figura 2 que la producción mundial de cobre ha experimentado un importante aumento durante los últimos años, incrementándose más de un 30% entre 2012 y 2022. Segundo, se tiene que, en términos de participación en el mercado mundial, Chile alcanzó un máximo el año 2004, con el 36,8% de la oferta global, mientras que a 2022, como se mencionó, la participación llegó al 23,6%. Lo anterior se debe a variaciones relevantes en el periodo: aumento de la producción en países como el Congo (alza de un 267%) y Perú (+69%), junto con el retroceso de Chile (caída de 4,2%) en los últimos 10 años, cayendo por cuatro años consecutivos.

El incremento agregado de la producción que se muestra en la última figura se debe al empuje de una creciente demanda de cobre a nivel global. Esta alza se debe a, en buena medida, los compromisos asociados a la disminución de emisiones comentados en la sección anterior.

Es que, para la mitigación del cambio climático y la transición energética hacia energías reno-

vables, el cobre es un elemento fundamental: toda infraestructura construida en torno a las energías renovables, junto con la sustitución de vehículos de combustión interna, es intensiva en cobre debido a la eficiencia de este material en la conducción de electricidad y calor. Así, para que el mundo continúe en esa senda, se necesitarán millones de metros de cableado de cobre, y millones de toneladas más para construir parques eólicos y solares⁴. De acuerdo con McKinsey & Co (2023), los procesos de electrificación aumentarán la demanda por cobre a 36,6 millones de toneladas al año 2031, superando las proyecciones de producción realizadas en base a proyectos mineros próximos y reciclaje de cobre, la que podría llegar a sólo 30 millones de toneladas en dicho año.

Por otro lado, según COCHILCO (2022) otros factores como el aumento del uso de autos eléctricos también incrementará la demanda por cobre en los años venideros: un auto eléctrico, nuevo y liviano de pasajeros emplea prácticamente cua-

⁴ Por ejemplo, una turbina eólica marina contiene 8 toneladas de cobre por megavatio de capacidad de generación, y los autos eléctricos utilizan el doble de cobre que los autos a gasolina.

trico, nuevo y liviano de pasajeros emplea prácticamente cuatro veces más cobre que un vehículo de combustión interna en base a petróleo. Asimismo, si en 2021 la demanda por autos eléctricos nuevos livianos de pasajeros llegó a 6,6 millones de unidades a nivel global, a 2040, la demanda estaría entre 40 y 77 millones de esta clase de autos. Con todo lo anterior, según el mismo estudio, la demanda incremental por cobre – en comparación con un escenario sin transición energética – sería de hasta 5,4 millones de toneladas adicionales a 2040, lo que es equivalente a cinco veces la producción de Minería Escondida durante 2021, la principal faena de cobre del mundo, y aproximadamente toda la producción de Chile durante ese mismo año. Abordar esta brecha representa un desafío para todos los productores de cobre del mundo. No hacerlo puede significar un enlentecimiento de la necesaria descarbonización de la producción a nivel global.

Finalmente, el contexto en el cual se encuentra inmersa la minería chilena, entre otros factores, dan cuenta de acotadas fórmulas para incrementar la producción, lo que se constata en los datos expuestos anteriormente. Un indicador que nos entrega la posición competitiva de corto plazo de la minería del cobre chilena es el *cash cost* calculado por COCHILCO⁵. La principal conclusión, al primer trimestre de 2023, es que se mantiene un aumento constante de este indicador desde 2020 (62% de alza desde entonces), atribuible a una menor producción y mayores costos en remuneraciones y servicios, y mayores precios de los materiales y electricidad. Esta alza de costos afecta particularmente más a las mineras más pequeñas. Se compensa el alza parcialmente por mayores créditos por venta de molibdeno⁶ y oro, además de la disminución del costo del ácido sulfúrico, precio de fletes y diésel.

b. Litio

El litio tiene importantes usos y características que permiten producir algunos bienes que hoy empujan al alza su demanda a nivel global.

Ejemplos de ellos son vidrios y cerámicas, grasas y lubricantes, sistemas de aire acondicionado, productos farmacéuticos, entre otros. Sin embargo, producto de la búsqueda global de mecanismos de transporte y almacenamiento de energía libres de contaminantes, la producción de baterías de ion-litio utilizadas ampliamente en la fabricación de autos eléctricos y vehículos de electromovilidad, artículos electrónicos como celulares, y sistemas de almacenamiento energético, se ha convertido en el factor que empuja la demanda de litio a nivel internacional.

La cadena de valor agregado del litio está compuesta por cinco pasos:

- (i) Extracción de la materia prima
- (ii) Refinamiento
- (iii) Producción de electroquímicos
- (iv) Producción de celdas
- (v) Ensamblaje y sistemas de baterías

En la actualidad, Chile participa en las dos primeras de estas etapas productivas, produciendo principalmente carbonato e hidróxido de litio⁷.

La explotación de litio, por ejemplo, en Chile y Argentina, se realiza en salares y mediante salmueras, proceso diferente a la extracción mediante minas a cielo abierto, que es el caso de la producción en Australia. Este factor hace que los primeros tengan menores costos operativos para su explotación, pero también que tengan tiempos de producción más lentos relativo a explotación a cielo abierto, por lo que le es más difícil reaccionar ante shocks de demanda (COCHILCO, 2020).

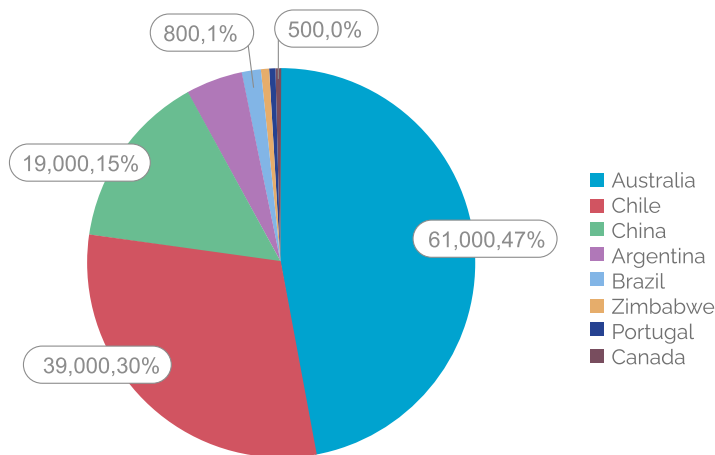
En cuanto a su producción en 2022, como se muestra en la Figura 3, se observa que Australia es hoy el principal oferente de litio en el mundo, con el 47,2% de la producción (61 mil toneladas), seguido de Chile con el 30,2% (39 mil toneladas). Con todo, Chile es el país con las mayores reservas de litio a nivel global, con 9,3 millones de toneladas, un 36% de las reservas a nivel internacional. Sigue Australia (6,2 millones de toneladas) y Argentina (2,7 millones).

⁵ Para cualquier duda metodológica, consultar Comisión Chilena del Cobre (2023).

⁶ El molibdeno es un mineral que tiene usos en la industria del transporte, construcción, energía y agricultura.

⁷ El carbonato de litio, a 2022, corresponde al 61% de la utilización industrial del litio, seguido por el hidróxido con 36% (Cochilco, 2023).

Figura 3. Producción minería del litio 2022, distribución global (toneladas)



Fuente: Elaboración propia en base a datos del U.S. Geological Survey (2023).

Según los datos analizados, la producción mundial entre 2021 y 2022 creció en un 21,5%, mientras que, en ese mismo periodo, la producción chilena en toneladas aumentó en un 38% (según datos de Aduana, la exportación de litio en 2022 ascendió a US\$ 8.140 millones, ocho veces más que el acumulado en 2021). Estas alzas, en parte, fueron empujadas por el importante aumento de los precios del litio a nivel global⁸, lo que a su vez tiene relación con los incrementos de la demanda por este mineral.

Esta situación continuará acrecentándose en los años venideros. Según COCHILCO (2023), se espera que la demanda por carbonato de litio se incremente en 15,5% promedio anual entre 2021 y 2035, empujada principalmente por el mayor consumo proyectado de baterías ion-litio del sector automotriz. Asimismo, se espera una recomposición de la demanda hacia hidróxido de litio, por su mayor duración y dominancia en el mercado de la electromovilidad. En paralelo, el mismo estudio proyecta un crecimiento de la oferta en 12,6% promedio anual entre 2021 y 2035, esto impulsado por nuevos proyectos de inversión contabilizados a la fecha. Sin embargo, como se observa, seguiría existiendo un déficit de oferta importante.

Adicional a la anterior estimación, Boston Consulting Group (2022) agrega que existe a nivel mundial capacidades suficientes para satisfacer la demanda por litio al 2025, incluso hasta 2030. Sin embargo, luego de eso, incluso asumiendo que todos los nuevos proyectos de minería de litio en carpeta entren en operación, así como una significativa expansión de proyectos de reciclaje de litio, existirá a 2030 un 4% de déficit entre oferta y demanda de carbonato de litio (100 mil toneladas). Esta brecha aumentaría a 2035 a al menos 1,1 millones de toneladas de este compuesto, equivalente a una brecha del 24%.

c. Hidrógeno Verde

Con el objetivo de reducir la producción de gases de efecto invernadero, la forma en que la energía se produce y consume en el mundo, paulatinamente, ha ido cambiando y avanzando hacia mecanismos más sustentables. Sin embargo, el ritmo al que se está realizando esta transformación debe acelerarse. Según Ritchie (2020), tres cuartas partes de las emisiones de gases de efecto invernadero del planeta corresponden a la producción de energía, principalmente debido al uso de combustibles fósiles.

En ese sentido, Chile ha realizado diversos esfuerzos por aumentar su capacidad de generación de energías renovables no convencionales (ERNC), en particular energía solar fotovoltaica y eólica. De hecho, según datos de la Asociación Chilena de Energías Renovables y Almacenamiento (ACERA), en 2022 las ERNC alcanzaron una participación en Chile del 33% de la energía eléctrica, 6 puntos porcentuales por sobre el año anterior y cifra récord. Por otro lado, la capacidad instalada de las ERNC en el país totalizó 13.781 MW, un 31,3% del total, lo que significa que Chile multiplicó por 17 su capacidad instalada en ERNC en 10 años. Así en más, se proyecta que a 2030, el 70% de la matriz eléctrica chilena sea renovable, lo que supone una mayor inversión en el sector, tanto en almacenamiento como en infraestructura de transmisión.

Producto de lo anterior, las grandes fuentes de energía renovable que Chile ofrece abarata-

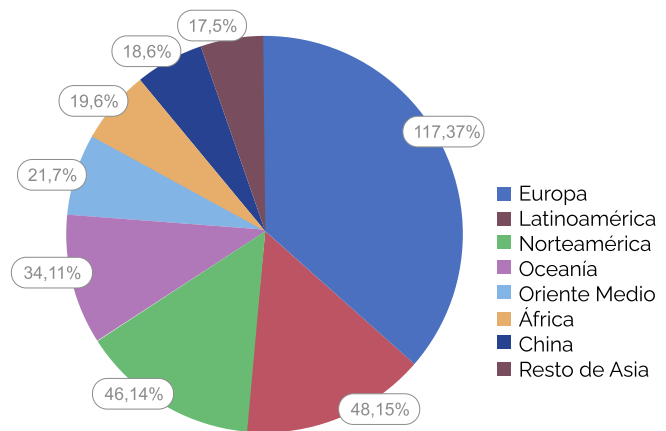
⁸ Según Cochilco (2023), el precio por tonelada de carbonato de litio pasó de US\$ 7.950 en diciembre de 2020 a US\$ 62.000 a diciembre de 2022 (+680%), mientras que para el hidróxido la fluctuación en ese mismo periodo fue de US\$ 10.075 a US\$ 62.000 por tonelada.

rán los costos de su producción y, a su vez, aumentarán las ventajas comparativas relativas al desarrollo de combustibles limpios como el hidrógeno verde. Este componente es la evolución del gas industrial utilizado ampliamente, el hidrógeno elemental o H₂, producido mediante un proceso llamado electrólisis utilizando agua (separando el hidrógeno del oxígeno) y energías limpias⁹. El hidrógeno verde principalmente funciona como combustible y tiene el potencial de descarbonizar varios sectores a nivel industrial (por ejemplo, la siderurgia y síntesis de amoníaco para la producción de fertilizantes). Además, puede ser utilizado en movilidad terrestre de largo alcance (como combustible para camiones pesados), navegación marítima y aviación (combustibles sintéticos para buques), y calefacción de edificios (McKinsey, 2022).

Durante los años venideros, el hidrógeno verde enfrentará un crecimiento relevante en su demanda a nivel internacional producto de la búsqueda de matrices energéticas más verdes. Según Hydrogen Council (2017), a 2050 la demanda global de energía suministrada por hidrógeno llegará a 22 PWh, lo que equivale a 6 veces más que la demanda estimada para 2020, y provenirá principalmente de transporte, generación y almacenamiento de energía, y calefacción residencial y energía.

En vista de lo anterior, el mundo está tratando de hacerse cargo de la gran demanda por combustibles limpios: hasta fines de enero 2023, según Hydrogen Council (2023), existen más de 1.000 propuestas de proyectos anunciadas a nivel global, y aquellos que serían ejecutados hasta 2030 necesitarán de una inversión de más de US\$ 320 billones en toda la cadena de valor del hidrógeno verde. En ese sentido, como se muestra en la Figura 4, Europa lidera la distribución de recursos a 2030 con el 36%, seguido de Latinoamérica con 15%.

Figura 4. Distribución inversión en proyectos de hidrógeno verde a 2030, a nivel global (%)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Hydrogen Council (2023).

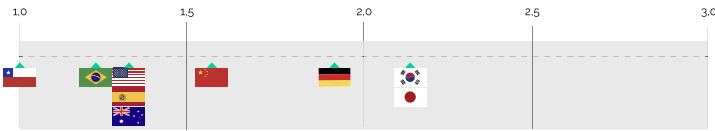
Estos más de 1.000 proyectos presupuestados a 2030 totalizarán una producción de 38 millones de toneladas por año de hidrógeno limpio (25 millones de toneladas de hidrógeno verde, y el restante desde una producción baja en carbono¹⁰). Sin embargo, el total de esta capacidad corresponde a cerca de la mitad de lo presupuestado para lograr los objetivos de cero emisiones a 2050 (Hydrogen Council, 2030). Cerrar esta brecha es un desafío: en todo el mundo, los proyectos de hidrógeno verde y azul tienen dificultades con la lentitud en la obtención de permisos y limitadas capacidades instaladas de ERNC. Chile podría ser la excepción.

Finalmente, en cuanto a los costos de producción de hidrógeno verde, como se mencionó, Chile tiene una ventaja por las elevadas capacidades de producción de energías renovables que posee. Este hecho propondrá que, a 2030, el hidrógeno verde producido en el Desierto de Atacama y en la región de Magallanes tendrá el costo nivelado de producción más bajo del mundo (sin considerar costos de compresión, transporte y distribución), poniendo a disposición una producción competitiva a nivel internacional y a gran escala.

⁹ Si el hidrógeno es producido utilizando combustibles fósiles para la electrólisis, se denomina hidrógeno gris.

¹⁰ También conocido como hidrógeno azul (en base a gas metano).

Figura 5. Costo nivelado de hidrógeno verde (USD/kg H₂)



Fuente: Figura obtenida desde McKinsey & Co (2021).

Así, a 2050, el hidrógeno verde podría contribuir a más del 20% de la reducción anual de emisiones a nivel global necesarias para el cumplimiento de los objetivos de limitar el calentamiento global (Ministerio de Energía, 2020).

III. Marcos normativos y de política pública

En esta sección, se estudiará la normativa actual detrás de la producción del cobre, litio e hidrógeno verde a nivel local, junto con caracterizar las últimas propuestas de políticas públicas, planes estratégicos y otros que estén trazando una línea sobre el desarrollo de estos sectores en el país.

a. Cobre

La normativa

El Estado chileno interviene activamente en la actividad minera, desde el dominio especial de los recursos minerales, hasta las potestades normativas y fiscalizadoras, y que incluye el rol productor a través de CODELCO y la Empresa Nacional de Minería (ENAMI).

La minería es la única actividad económica cuya normativa fundamental se encuentra en la Constitución Política de la República (CPR), secundada con una Ley Orgánica Constitucional como complemento. Según el artículo 19, N°24 de la CPR, se establece que el Estado tiene un dominio especial sobre todas las minas, permitiendo diferenciar entre la propiedad del suelo, y el dominio especial del Estado sobre la riqueza mineral. Esto da pie al sistema concesional minero sobre el cual opera la minería del cobre, englobando su potestad normativa.

En cuanto a reformas institucionales, durante las décadas de 1970 y 1980 se crea la Corporación del Cobre (CODELCO); la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO); y el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). Completan la arquitectura institucional minera hasta ahora vigente, el Ministerio de Minería creado en 1953 y ENAMI creada en 1960.

Respecto al aprovechamiento de las rentas generadas por la minería del cobre por parte del Estado, en la década de 2000, se realizaron ajustes normativos enfocados en: i) la creación del Impuesto Específico a la Actividad Minera (IEAM) en 2005 y su revisión posterior en 2010 y 2023; y ii) los cambios estructurales en Codelco mediante la aprobación de la Ley de Gobierno Corporativo de 2009, como parte de las acciones requeridas para la incorporación de Chile a la OCDE.

Desde el punto de vista medioambiental, en los primeros años de retorno a la democracia, en 1993, se dictó la Ley N°19.300, Bases Generales del Medio Ambiente, que rige, entre otras, las actividades mineras. Posteriormente, en 2010, se aprobó la Ley N°20.417 que definió la nueva institucionalidad ambiental que creó la Superintendencia de Medio Ambiente y el Servicio de Evaluación Ambiental. La reforma ambiental se complementó en 2012 con la Ley N°20.600 que crea los Tribunales Ambientales. Finalmente, integran el marco regulatorio de la minería la Ley N°5119 de 2009, que ratificó el Convenio 169 de la OIT, y el Decreto Ejecutivo N°66, de 2013, que contiene el Reglamento de Consulta Indígena.

En resumen, el Estado tiene un rol normativo importante, pero también un rol fiscalizador sobre la minería del cobre desde diversas instituciones (COCHILCO, SERNAGEOMIN, Servicio de Impuestos Internos, Servicio Nacional de Aduana y Superintendencia de Medioambiente), y un rol productor, principalmente a través de CODELCO y ENAMI, pero también a través de CORFO, quien es propietaria y arrendataria de diversas concesiones mineras.

Al día de hoy, la entrega de concesiones se realiza por un máximo de 5.000 hectáreas. Los

tiempos establecen un máximo de cuatro años para el proceso de exploración, y un periodo indefinido para la explotación (son concesiones distintas para cada una de estas acciones). El derecho sobre la concesión puede extinguirse por no uso, o bien, no pago de la patente correspondiente.

Según datos de COCHILCO (2023), en cuanto a la producción de cobre, las 7 principales empresas (a diciembre de 2022) son:

- CODELCO (1.446 miles de toneladas métricas de cobre fino)
- Escondida (1.054 miles de TMF)
- Collahuasi (571 miles de TMF)
- Anglo American Sur (311 miles de TMF)
- Los Pelambres (284 miles de TMF)
- Spence (245 miles de TMF)
- Candelaria (126 miles de TMF)

En esa línea, según KPMG (2023), la cartera de proyectos de Chile para el periodo 2022-2031 considera 53 iniciativas por un valor total de US\$ 73.655 millones.

Respecto a la tramitología asociada a un proyecto minero, durante 2023, en el marco de la ley que crea el nuevo royalty minero, se estableció una mesa técnica para identificar medidas presupuestarias, administrativas y legislativas que contribuyan a disminuir en un tercio el tiempo necesario para tramitar los permisos requeridos por los proyectos de inversión mineros. En ese contexto, se encomendó a la Comisión Nacional de Evaluación y Productividad (CNEP) construir una línea base de proyectos de inversión minera y la duración de su tramitación previa. Entre sus conclusiones se establece que los plazos de tramitación de proyectos mineros que involucren la explotación de más de 5 mil toneladas/mes, serían entre 56 y 84 meses en el SEA. Segundo, para la obtención de agua para el desarrollo del proyecto, el trámite puede durar entre 20 y 30 meses en la Dirección General de Aguas (DGA), para la relocalización de derechos de agua, y obtención de concesión marítima para acceso al borde costero, respec-

tivamente. Finalmente, la necesidad de contar con obras hidráulicas mayores implica el requerimiento de permisos en la DGA, lo que puede tardar entre 24 y 47 meses para su fase de aprobación del proyecto, y entre 20 y 36 meses en su fase de recepción (CNEP, 2023).

En cuanto a la estructura tributaria que afecta a la minería del cobre, se observa:

Invariabilidad tributaria¹¹:

Los titulares de los contratos de inversiones extranjeras tenían derecho a que se les garantizara la mantención invariable, por un plazo de 10 años, de una tasa del 42% como carga impositiva efectiva total a las ganancias, pudiendo aumentar este plazo hasta 20 años para inversiones superiores a los US\$ 50 millones (todas las grandes inversiones mineras en los 90 entraron por este régimen). Si bien el decreto que funda esta norma fue derogado el año 2016, sus efectos se mantienen hasta la actualidad, pudiendo mantener las condiciones tributarias al 1 de enero de 2022 hasta el tiempo que finalice la invariabilidad ("los titulares de contratos de inversión ya suscritos con el comité continuarán rigiéndose por las normas legales vigentes aplicables a sus contratos").

Impuesto sobre las utilidades:

La minería del cobre se encuentra afecta a las mismas reglas que el resto de la economía chilena en cuanto a gravamen de utilidades, pudiendo las empresas optar por dos regímenes. Por una parte, bajo el régimen de integración parcial, las empresas pagan un 27% de impuesto sobre las utilidades (primera categoría), mientras que los socios y accionistas tributan por el retiro de utilidades con derecho a crédito por el 65% del impuesto de primera categoría. A su vez, los socios o accionistas residentes pagan el Impuesto Global Complementario por retiro de utilidades y cualquier otra ganancia percibida, con una tasa marginal máxima del 35%, mientras que, para el caso de los no residentes, están afectos a un impuesto adicional con una tasa plana del 35%.¹² Por la otra, en el régimen para

¹¹ Decreto Ley 600, Estatuto de la Inversión Extranjera (derogado a partir del 1 de enero de 2016).

¹² Cuando el socio o accionista reside en un país con el cual Chile haya firmado

un convenio para evitar la doble tributación, tendrá derecho a crédito por el cien por ciento del Impuesto de Primera Categoría, caso en el cual la tasa total que soporta el dividendo es de un 35%. Este es el caso de la mayoría de los inversionistas extranjeros en la minería del cobre.

Pymes, las empresas pagan un impuesto de primera categoría del 25% sobre las utilidades, mientras que los socios o accionistas pagan un impuesto sobre el retiro de utilidades con crédito por el 100% de lo pagado por el impuesto de primera categoría. Así, la tasa a los dividendos será, para los residentes, la del Impuesto Global Complementario (35% como máximo), y para los no residentes el Impuesto Adicional (35%).

Impuesto Específico a la Actividad Minera¹³ (royalty a la minería):

Creado en 2006 para que los oferentes de productos mineros internalicen el costo correspondiente al valor del mineral extraído, además de incrementar los esfuerzos fiscales en la capacidad innovadora del país. La última discusión tributaria sobre este componente (2023) derivó en el nuevo Royalty a la minería del cobre. Este nuevo esquema tributario, que entró en vigor en enero de 2024, afecta a aquellas empresas mineras que produzcan más de 50 mil toneladas métricas de cobre fino al año, gravándolas con un impuesto ad valorem de 1% sobre las ventas anuales de cobre, y un componente sobre el margen operacional con tasas entre 8% y 26%, dependiendo de la base. Así, se fijó una carga tributaria máxima, calculada a partir de su renta operacional imponible, entre 45,5% (para mineras que produzcan entre 50 mil y 80 mil toneladas al año) y 46,5% (para aquellas que superen las 80 mil toneladas al año), dependiendo del volumen de producción anual.

Estimaciones del Ministerio de Hacienda al momento de la tramitación de la ley, establecen que se recaudará – en régimen – un 0,45% del PIB (aproximadamente US\$1.350 millones al año). Asimismo, a partir del royalty se crearon algunos fondos permanentes para distribuir estos recursos a nivel territorial con determinados objetivos¹⁴:

¹³ Ley 20.026.

¹⁴ Los montos indicados para cada fondo listado a continuación son estimaciones del Ministerio de Hacienda disponibles

¹⁵ Estos recursos se destinarán al financiamiento de inversión productiva. Es decir, se invertirá en proyectos, planes y programas que tengan por objeto el fomento de actividades productivas, de desarrollo regional y la promoción de la investigación científica y tecnológica.

(i) Fondo Regional para la Productividad y el Desarrollo (US\$225 millones)¹⁵; y dos Fondos puente de beneficio municipal¹⁶

(ii) Fondo de Equidad Territorial (US\$170 millones)¹⁷

(iii) Fondo Comunas Mineras (US\$55 millones)¹⁸

Otros fondos no permanentes incluidos en el diseño del nuevo royalty son:

(iv) Fondo Seguridad Ciudadana (US\$350 millones por tres años desde 2025)

(v) Fondo para la inversión en infraestructura del norte (US\$200 millones entre 2024 y 2026)¹⁹

Patentes mineras:

Las empresas que explotan recursos mineros en el país deben pagar una patente equivalente a 0,1 UTM por hectárea si se trata de actividades de explotación, y 0,02 UTM por hectárea para actividades de exploración.

Contribución para el desarrollo regional:

Incluye a todo proyecto de inversión que se ejecute en Chile y que comprenda la adquisición, construcción o importación de bienes físicos del activo inmovilizado por un valor mayor o igual a US\$ 10 millones y que deban someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Corresponde a una tasa del 1% sobre el valor de la adquisición de todos los bienes físicos del activo inmovilizado que comprenda la inversión, pero sólo en la parte que excede los US\$10 millones. Hasta 2023, los inversionistas han quedado liberados de su pago.

¹⁶ Durante 2024, se acordó la distribución del 50% de los recursos estimados a repartir mediante una glosa presupuestaria, debiendo duplicarse para 2025.

¹⁷ Destinado a compensar las brechas presupuestarias existentes entre los municipios.

¹⁸ Su objetivo es compensar las externalidades de la actividad minera en las comunas.

¹⁹ Para localidades en regiones desde Arica a Coquimbo. Para el apalancamiento de recursos de proyectos de inversión en infraestructura productiva.

La política pública

Con el fin de dar respuesta a la Ley Marco de Cambio Climático promulgada en 2022, la cual consagra responsabilidades y obligaciones a 13 ministerios, junto con avanzar en la meta de carbono neutralidad y resiliencia al cambio climático para el 2050, el Ministerio de Minería se encuentra realizando un proceso participativo para la elaboración del anteproyecto del **Plan Sectorial de Cambio Climático en Minería**. El resultado de este trabajo será la elaboración de un documento que establecerá acciones necesarias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, por ejemplo, mediante el uso de energías renovables e hidrógeno verde. También incluirá medidas relacionadas con adaptación al cambio climático, como el desarrollo de estructuras resilientes al clima, y la mejora en la gestión de riesgo dentro de las empresas. Este plan debe estar publicado antes de junio de 2024, y, por ley, debe ser actualizado cada cinco años.

Finalmente, durante 2023 se publicó una **Estrategia Nacional para el Fortalecimiento de la Capacidad de Fundición y Refinería**, con el fin de “presentar un análisis de la situación actual de la industria de fundición y refinería en Chile y proponer una serie de iniciativas para el fortalecimiento y aumento de capacidad de fundición y refinería (FURE) en territorio nacional²⁰”. Entre su diagnóstico se encuentra que Chile ha perdido competitividad respecto a su capacidad de fundición: al año 2020 ya exportaba más del 50% de su producción en forma de concentrados de cobre para ser procesados en el extranjero, proyectando una tendencia del 70% a 2030. Entre las iniciativas dentro de esta estrategia se encuentran el adecuar normativas de fundición y refinería que permitan mejorar la sostenibilidad socioambiental de la industria; impulsar un programa de I+D+i, aumentando la focalización de programas de financiamiento de ANID y CORFO; e impulso a la formación y capacitación FURE para profesionales y técnicos especializados en el sector, impulsando el diseño y promoción de planes de educativos y

20 Ministerio de Minería (2023).

de formación técnica que respondan a las necesidades de la industria.

b. Litio

La normativa

A diferencia del cobre, el litio es un mineral no concesionable. Sin embargo, existen concesiones asignadas por el Código de Minería del año 1932 y vigentes antes de 1979 para cuyos titulares existe libertad de explotación. Luego, el Decreto Ley N°2.886 de 1979 reservó el litio al Estado,²¹ declarándolo como no susceptible de concesión minera mediante la Ley Orgánica Constitucional sobre Concesiones Mineras (N°18.097) en 1982. Luego, en 1983 el Código de Minería (Ley N°18.248) reiteró lo dispuesto por la LOC N°18.097.

Por lo tanto, para las concesiones posteriores a 1979, son aplicables los artículos 19 N°24 de la Constitución Política de la República y el artículo 8 del Código Minero (1983), los que permiten su explotación cumpliendo los siguientes requisitos: (i) explotado por el Estado o por sus empresas; (ii) por concesiones administrativas; y (iii) por contratos especiales de operación (CEOL). Lo anterior, sujeto al cumplimiento de las normativas ambientales vigentes y de la autorización de la CCHEN para la venta y almacenamiento de Litio.²²

El Decreto de Ley N°2.886 de 1979 declara las siguientes pertenencias mineras en litio:

- **CORFO: Salar de Atacama (54,6% de la superficie del salar).**
- **CODELCO: Salar de Pedernales (100%) y Salar de Maricunga (18%)**
- **ENAMI: Salar de Aguilar (4%)**
- **PRIVADOS: Salar de Maricunga (25%)**

21 En 1976, se incluye el litio como mineral de “interés nuclear” en la ley orgánica de la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN). Es por esta razón que, mediante el decreto en comento se otorgó también a la CCHEN la facultad de autorizar todo acto jurídico.

22 Todo producto de litio en cualquiera de sus modalidades debe contar con la autorización de la CCHEN para ser comercializado en cualquiera de sus formas, sin perjuicio que la CCHEN opte por adquirirla total o parcialmente, en nombre del Estado y en virtud del interés nacional. La comercialización a un tercero tiene la prohibición expresa que el comprador no podrá utilizar el producto, directa o indirectamente, para fines nucleares.

Debido a las restricciones que existen en el país para la explotación de estos salares, la producción de litio chileno en la actualidad sólo es realizada por dos empresas²³ que pagan un arriendo a CORFO por el derecho de explotación en el Salar de Atacama:

- **Albemarle:** Su contrato de arriendo tiene vigencia a 2043 y comprende una cuota de extracción de más de 370 mil toneladas. Debe disponer de recursos a la I+D entre US\$ 6 y US\$ 12,4 millones anuales, y un aporte a las comunidades del 3,5% de las ventas.
- **SQM:** Su contrato con CORFO tiene vigencia de arriendo hasta 2030, con una cuota de extracción de más de 410 mil toneladas. También tiene la obligatoriedad de generar recursos para la I+D entre US\$ 10,7 y US\$ 18,9 millones anualmente, junto con entregar un aporte a las comunidades entre US\$ 10 y US\$ 15 millones anuales.

Para ambos casos, se fijó un royalty con una tasa entre el 6,8% y 40% de las ventas (tasa marginal), dependiendo del precio de venta del litio (antes era fijo un 5,8%), y la obligatoriedad de vender un 25% de su producción a precios preferentes para incentivar la agregación de valor en la cadena productiva del litio,²⁴ además de disponer de su información financiera, operativa y ambiental a CORFO.

Finalmente, respecto a los recursos que estas empresas deben destinar al desarrollo de I+D en Chile, estos se han utilizado en las siguientes iniciativas:

²³ El día 17 de octubre de este año, en el marco de la "Estrategia Nacional del Litio", CODELCO acordó la compra de la operación Lithium Power International en el Salar de Maricunga por US\$ 244 millones. Este proyecto de litio tiene el potencial de 20.000 toneladas de carbonato de litio al año y ya cuenta con Resolución de Impacto Ambiental (RCA), lo que acelerará los procesos de inversión y construcción del proyecto. Se está a la espera de la rectificación de sus accionistas. ENAMI, a su vez, ha solicitado al Ministerio de Minería autorización para la construcción del proyecto 5 Salares.

²⁴ A la fecha, dos empresas productoras especializadas de origen chino se han adjudicado, mediante licitaciones competitivas lideradas por CORFO, parte de la producción de carbonato e hidróxido de litio producidos por SQM Salar S.A. (Tsingshan Holding Group y BYD).

- **SQM – Instituto Tecnológico de Tecnologías Limpias (ITL):** A partir un proceso liderado por CORFO, este instituto fue adjudicado en abril de 2023 a la Asociación para el Desarrollo del Instituto de Tecnologías Limpias (ASDIT), liderada por la Corporación Alta Ley e integrada por un grupo de 11 universidades chilenas, la Asociación de Industriales de Antofagasta (AIA), además de institutos tecnológicos y empresas nacionales y extranjeras. El ITL se construirá en Antofagasta y significará un aporte de recursos equivalentes a US\$ 125 millones en 10 años provenientes de la explotación del litio. La propuesta tendrá énfasis en impulsar la energía solar, la minería sustentable, materiales avanzados provenientes del litio y otros minerales, junto al hidrógeno verde.²⁵

- **Albemarle – Centro Tecnológico de Economía Circular (CircularTec):** nace en 2021, reuniendo los aportes de Albemarle, BHP-Pampa Norte, Teck Resources, Collahuasi, Neptuno Pumps y el Gobierno Regional de Tarapacá. Además, cuenta con la participación de las universidades de Tarapacá, Arturo Prat, Antofagasta, Católica del Norte, Atacama, Santiago de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile y de Chile. Su misión es "impulsar la I+D+i colaborativa entre industria, academia, gobierno y el territorio con base al modelo de economía circular, que permita generar valor económico, social y medioambiental en la macrozona norte de Chile".²⁶

La política pública

El presente gobierno lanzó, durante 2023, la denominada "Estrategia Nacional del Litio", cuyo objetivo es "abordar el urgente desafío del cambio climático y transición energética como

²⁵ Diario Financiero (2023).
²⁶ CircularTec (s.f).

una oportunidad estratégica para Chile, favoreciendo el desarrollo armónico, sostenible y compartido". Entre sus definiciones estratégicas se encuentran:

- **Involucramiento del Estado en todo el ciclo industrial (exploración, explotación y manufactura):** Lo anterior, preferentemente, a través de la Empresa Nacional del Litio. Mientras esta no esté creada, CODELCO y ENAMI crearán filiales dedicadas al litio de manera exclusiva. Además, la discusión, elaboración e implementación de medidas productivas serán articuladas por un comité CORFO.
- **Creación de capacidades:** Creación de un instituto tecnológico y de investigación público, para la generación e internalización de conocimientos en torno al litio y salares, incluyendo la cadena de valor asociada al mineral.
- **Asociación público-privada:** Dado que, como se mencionó, la exploración y explotación del litio sólo podrá aprovecharse y/o ejecutarse desde el Estado mediante concesiones administrativas o CEOL, se busca que el estado pueda aprovechar la capacidad instalada en el sector privado mediante joint-ventures. De esta forma, las empresas entrantes, deberán asociarse con el Estado, cediendo participación y pagando las rentas que correspondan. En este espacio, se buscará negociar con SQM y Albemarle la extensión de su contrato de explotación.
- **Marco institucional:** Entre mayo y octubre de 2022 se inició una mesa interministerial que recogió las principales brechas en términos normativos, de fiscalización y regulatorios. Por ejemplo, toda la normativa chilena en minería tiene una visión desde la minería en roca, mientras que el litio se explota a partir de salmueras presentes en los salares.
- **Sostenibilidad social y territorial: involucramiento de las comunidades:** Generar instancias de diálogo y participación con todos los actores interesados en presentar sus puntos a la discusión de esta estrategia, recogiendo sus

preocupaciones y expectativas. En estas instancias participarán comunidades indígenas, academia y ciencias, organizaciones de la sociedad civil, empresas y organizaciones territoriales, y serán en el marco de los acuerdos internacionales ratificados por Chile (Convenio 169 de la OIT y Escazú).

c. Hidrógeno verde

La normativa

Como industria incipiente, la regulación y normativa ligada al hidrógeno verde en Chile se encuentra en una etapa inicial a nivel de operación, generación y distribución. Sin embargo, Chile ha dado algunos pasos en incluir este combustible en su legislación a partir de la promulgación de la Ley de Eficiencia Energética (N°21.305). Con esta ley, se incluyeron los siguientes cambios en nuestra legislación:

- **Definición sector energía (Dto Ley N°2224, Crea el Ministerio de Energía y la Comisión Nacional de Energía, art. 7):** el sector energía pasó a incluir explícitamente "actividades de estudio, exploración, explotación, generación, transmisión, transporte, almacenamiento, distribución, consumo, uso eficiente, importación y exportación, y cualquiera otra que concierna a (...) hidrógeno...".
- **Instalaciones de combustible (Dto fuerza de ley N°1, de 1978 del Ministerio de Minería, art. 2):** obligatoriedad de inscribir las instalaciones que sirvan para producción, importación, exportación, refinación, transporte, distribución, almacenamiento, abastecimiento, regasificación o comercialicen combustibles derivados del (...) hidrógeno y combustibles a partir de hidrógeno (...), deberán ser inscritas.

Según la Asociación Chilena de Hidrógeno, existen hoy en día 57 proyectos de hidrógeno verde en Chile en distintas etapas, los que involucran a 129 empresas. De estos 57 proyectos, 50 se encuentran en etapa de estudio (prefactibilidad, factibilidad y evaluación ambiental), tres en estado de construcción o en testeo del proyecto

una vez construido, y cuatro en estado operativo. Estos proyectos se encuentran principalmente en la región de Antofagasta (26) y Magallanes (14).

La política pública

Como indica la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (2022), el valor estratégico de este combustible ya ha sido declarado de manera transversal mediante distintas instancias a nivel gubernamental y en el Congreso. En ese sentido, en lo que a políticas públicas respecta, se establecen los siguientes lineamientos y planes de acción vigentes:

- **Política Energética Nacional 2050:** establece la utilización del hidrógeno verde y sus derivados como medida clave para la reducción y mitigación de las emisiones de gases efecto invernadero.
- **Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde 2022 (Res. Ex N°11, 2022, Ministerio de Energía):** este documento proviene desde el trabajo colaborativo de la industria, la academia, la sociedad civil y el sector público, y tiene por objetivo establecer una estrategia a nivel nacional que permita llevar a Chile a ser líder productor global de hidrógeno verde por electrólisis a 2030. Establece un diagnóstico, pilares y plan de acción. Este último, tiene los siguientes puntos a destacar:
 - **Fomento al mercado y a la exportación: incluye una ronda de financiamiento por US\$50 millones para apalancar proyectos de hidrógeno verde;** establecer mesas público-privada para discutir ruta a un precio del carbono para corregir externalidades; y despliegue de diplomacia del hidrógeno verde para posicionar a Chile como fuente.
 - **Normativa, seguridad y pilotaje:** desarrollo de normativa y regulación para entregar certeza jurídica al sector privado; establecer equipo operativo para respaldar en la tramitación de permisos y desarrollo de pilotajes; y revisión de regulación e in-

fraestructura del gas natural para promover la inducción de cuotas de hidrógeno verde.

- **Desarrollo social y territorial:** asegurar participación temprana y continua de las comunidades cercanas a los proyectos; promover el uso del hidrógeno verde para reemplazar generación eléctrica basada en combustibles fósiles; y evaluación de oportunidades y desafíos del hidrógeno verde en políticas, ordenamientos y planes territoriales.
- **Formación de capacidades e innovación:** trabajo de la industria, academia y centros de formación para identificar brechas y formar capacidades nacionales requeridas; construcción de una hoja de ruta en materia de I+D junto a la industria; y creación de un grupo de trabajo con empresas del Estado para acelerar la adopción del hidrógeno verde en ellas y sus proveedores.
- **Plan Nacional de Fomento a la Producción de Hidrógeno Verde en Territorio Fiscal (Res. Ex. N°998 2021, Ministerio de Bienes Nacionales):** el objetivo de este plan es impulsar en Chile la tecnología del Hidrógeno Verde en una etapa temprana mediante la apertura de una ventana única de tiempo para que particulares puedan ingresar solicitudes de asignación directa de concesiones de uso oneroso sobre terrenos fiscales para la generación de energía y este combustible.

En esta resolución se establecen los criterios para la entrega de las concesiones, plazos (40 años), y estándares y antecedentes para la solicitud. Se incluyen proyectos de al menos 20MW de capacidad instalada de electrolizadores, comprendiendo terrenos para la producción de hidrógeno verde y derivados de este, junto con la posibilidad de solicitar concesiones para la generación de energías renovables.

A la fecha, Bienes Nacionales ha acogido a trámite 16 proyectos de hidrógeno verde o

sus derivados en territorio fiscal distribuidos en la región de Tarapacá, Antofagasta,²⁷ Atacama y Magallanes, proyectos que actualmente se encuentran en diferentes etapas administrativas.

- **Fondo de créditos y garantías estatales para proyectos de hidrógeno verde:** Mediante un fondo de US\$ 1.000 millones (que se financiará mediante préstamos y aportes de organismos internacionales y la Unión Europea, junto con recursos CORFO), que comenzará su operación el segundo semestre de 2024, se buscará mitigar riesgos, disminuir los costos y contribuir a acelerar los proyectos de inversión en esta industria.

Este fondo permitirá entregar financiamiento de largo plazo, con cobertura ante riesgos financieros, además de asistencia CORFO para la implementación de proyectos de hidrógeno verde. Entre sus objetivos se encuentran apalancar otros US\$ 12.500 millones desde el sector privado para financiar estos proyectos en sus distintas dimensiones: proyectos internacionales para la producción de hidrógeno verde en territorio nacional; el apoyo a proveedores de la transformación energética de sectores tradicionales como la minería o la agroindustria; y el desarrollo de encadenamientos productivos, por ejemplo, en la producción de piezas y partes como electrolicadores u otro tipo de productos que también pueden ser potencialmente provistos por empresas locales.²⁸

IV. Recomendaciones de política pública:

A continuación, se detallarán recomendaciones de política pública, basadas en la evidencia planteada, teniendo como foco el avanzar hacia el desarrollo de las industrias del cobre, litio e hidrógeno verde, pilares para la descarbonización de la economía a nivel internacio-

nal. Se hará énfasis en "lo bueno, lo mejorable y lo ausente" de la política pública.

a. Cobre

Lo bueno

- Existencia de régimen de invariabilidad tributaria: Si bien al año 2016 el Decreto Ley 600 que norma la invariabilidad tributaria para las inversiones extranjeras fue derogado, sus efectos continúan para los titulares de contratos de inversión ya suscritos, rigiendo las disposiciones vigentes a enero de 2022 hasta la finalización de su invariabilidad (respecto al nuevo royalty). Este hecho es positivo desde el punto de vista de la competitividad de la industria en un contexto donde nuestro principal competidor en la región, Perú, también cuenta con estos beneficios. Con todo, los gobiernos han podido plantear opciones, en particular a las grandes empresas, para que estas puedan optar por nuevos regímenes tributarios, en particular en cuanto al royalty a la minería, lo que ha generado la posibilidad de obtener más recursos fiscales. Sin embargo, en la discusión del nuevo Royalty a la minería, no se estableció esta condición en la normativa. Sería positivo retomar este tema en propuestas para potenciar la inversión nacional y extranjera de largo plazo en minería cuprífera, dando certeza y seguridad al sector para desarrollar proyectos futuros.

Lo mejorable

- **Fijar lineamientos a nivel país para avanzar a hacia la minería del cobre medioambientalmente sostenible:** El Ministerio de Minería está avanzando en un "Plan Sectorial de Cambio Climático en la Minería" (a ser publicado en junio de 2024) que tiene como fin avanzar en la meta de carbono neutralidad en el sector. Así, existe una oportunidad de apuntar a reducir la huella de carbono y el

²⁷ Prensa Portal Innova (2023)

²⁸ Ministerio de Hacienda (2023).

consumo de agua de la industria, no sólo con el fin de alinearse a las nuevas tendencias de los mercados internacionales (preferencias por un cobre con menor huella de carbono), sino también para proteger los ecosistemas donde la minería tiene actividad hoy. Para ello, será fundamental que Chile, a nivel general, fije lineamientos para avanzar en la disminución de gases de efecto invernadero y del uso del agua, con un plazo determinado, promoviendo incentivos y directrices que permitan al sector privado priorizar la producción de cobre medioambientalmente sostenible.

Con ello, el ecosistema en su conjunto se alineará con iniciativas como la de CODELCO²⁹ – mediante mejoras en su gestión hídrica, reutilizar el 70% del agua industrial –, la de Antofagasta Minerals – reducción de emisiones de gases efecto invernadero de alcance 1 y 2 en un 30% a 2025 con respecto a 2020, y carbono neutralidad a 2050 –; la de BHP – incorpora tecnología y análisis de datos para reducir emisiones en la cadena de suministros del cobre –; y de empresas relacionadas como Aurubis – usa chatarra de cobre y electrónica, y otros residuos como insumos para los procesos de procesamiento, fundición y refinación en su planta³⁰–.

- **Medidas presupuestarias, administrativas y legales para acelerar la tramitación de permisos en proyectos mineros:** Un proyecto minero puede generar importantes beneficios económicos y debe tener siempre presente su sostenibilidad socioambiental. Para ello, existe un set de requerimientos para que las empresas que desean implementar un proyecto minero puedan hacerlo dentro de un marco establecido. Sin embargo, la abultada cantidad de permisos de distinta índole ne-

cesarios para llevar a cabo el proyecto puede hacer que muchos de ellos finalmente no se realicen. A lo anterior, se suman los extensos tiempos que requiere la tramitación de estos permisos, tiempos que han ido creciendo en los últimos años debido a mayores complejidades del sistema. Asimismo, es relevante establecer parámetros y lineamientos claros de evaluación, buscando mayor certeza jurídica en la tramitación de estos.

Un paso en la dirección correcta se dio en enero de 2024, con el envío al congreso de los proyectos de ley **Sistema inteligente de permisos y Evaluación Ambiental 2.0**.³¹ El primero de ellos busca simplificar los procesos de autorización de los proyectos de inversión, mediante, por ejemplo, de plazos máximos para la tramitación de permisos y el uso de silencio administrativo, además de establecer una plataforma de ventanilla única digital del Estado (plataforma SUPER), para la tramitación de permisos sectoriales, independiente del servicio que los esté exigiendo. El segundo de estos proyectos apunta a modernizar el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), mediante, entre otras medidas, la tecnificación de las decisiones, eliminando instancias políticas como el Comité de Ministros o las Comisiones de Evaluación Ambiental, y fortaleciendo el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). Además, se permitirá que los inversionistas mejoren los diseños de sus proyectos en etapas tempranas, previo al ingreso al sistema, junto con una temprana participación ciudadana en el proyecto.

Con todo, se requiere poner un marco institucional a la participación ciudadana temprana con tiempos acotados y claros, que permita evitar incertidumbres asociadas, además de fortalecer y modernizar los servicios públicos relacionados a los permisos sectoriales.

29 CODELCO (2023).
30 EY Chile (2022).

31 <https://www.gob.cl/noticias/presentacion-proyectos-aceleracion-inversion-publica-privada-sistema-inteligente-permisos-evaluacion-ambiental/>

Lo ausente

- **Mecanismos para evitar pérdida de competitividad:** La oferta chilena de cobre ha caído en los últimos años producto del declive natural en las leyes minerales de sus depósitos más antiguos, el retraso en la puesta en marcha de proyectos, aumento de costos y otros problemas operativos.

Un análisis realizado por EY (2018), donde se evalúa comparativamente la carga tributaria a la que será afectada un proyecto minero tipo en distintas jurisdicciones, muestra, primero, que la carga tributaria de la industria minera en Chile ha evidenciado una tendencia sostenida al alza desde 2005 debido a la implementación del impuesto específico y al progresivo aumento del impuesto de primera categoría, llegando a una tasa efectiva o carga tributaria total del 43,4%, lo que considera distribución de dividendos entre sus socios.

Así, con esta carga tributaria, Chile pasa a ser uno de los países con una carga más alta de la muestra analizada, sólo siendo superado por Australia, y poniéndose sobre Argentina, Perú, México, Estados Unidos y Canadá. Esta brecha con otros países competidores empeoró considerando el nuevo Royalty a la minería que comenzó a operar en 2024: si hasta antes de la aprobación del nuevo royalty, la minería chilena tenía una tasa de tributación efectiva en torno al 43%, aplicando el nuevo impuesto a los resultados financieros del 2022 de las ocho principales empresas mineras del país, la carga tributaria hubiera alcanzado en promedio a 45,2%. Así, según PwC (Diario Financiero, 2023), la nueva norma nos ubica dos puntos por sobre Perú y Australia.

Con todo, resulta imperioso que, toda vez que la discusión sobre la carga tributaria a la minería chilena se terminó, se discuta el añadir componentes que permitan mejorar la com-

petitividad de la minería chilena. Considerando algunas propuestas incluidas en CNEP (2018), se podría implementar:

- (i) Uso de infraestructura compartida en temas hídricos (desalinizadoras, tuberías y otros) mediante la coordinación entre empresas a través un sistema de interconexión hídrico, o bien, un tercero que se encargue de la construcción de la infraestructura y de los costos de coordinación, así como también incorporar a la mediana minería
- (ii) Asegurar la disponibilidad de espacios de prueba, pilotaje y capacitación para innovaciones, fomentando el uso de yacimientos abandonados y periodos de capacidad ociosa en la mediana minería
- (iii) Establecer una política de formación minera en localidades donde el empleo en minería es relevante, potenciando liceos locales con formación minera.
- (iv) Vincular la preparación en especialidades mineras en la educación media técnico profesional y centros de formación técnica con las definidas en el Marco de cualificaciones de la minería (ChileValora), introduciendo en el sector una mayor adhesión al Marco de Cualificaciones de la Minería.

b. Litio

Lo bueno

- **Importante financiamiento directo a la I+D:** Como se describió en secciones anteriores, los contratos de arriendo del Salar de Atacama para la extracción de litio firmados entre CORFO con las empresas Albemarle y SQM incluyen el pago de un monto anual por concepto de "Aportes a la I+D". Este compromiso al que concurrieron las empresas para poder explotar el litio de dicho salar va en la línea correcta para ampliar el conocimiento ligado

a esta industria y otras que Chile puede desarrollar de manera sostenible, como el hidrógeno verde.

Adicional a estos esfuerzos, el Gobierno, en su Estrategia Nacional del Litio, propuso la creación del “Instituto Tecnológico y de Investigación Público de Litio y Salares³²”, el que buscará “mejorar los procesos de extracción, producción, agregación de valor, aplicaciones y reciclaje, además de mejorar la comprensión de los salares”. Debiese tener un financiamiento público que ronda entre los US\$4,9 y US\$ 6,1 millones anuales (rango de financiamiento de otros Institutos Tecnológicos Públicos), recursos que, según se ha informado, estarían en el presupuesto de CORFO a partir de 2024. En junio de este año se adjudicaron recursos para cofinanciar el diseño de este instituto y su plan estratégico, trabajo que debiese culminar en diciembre de 2023.³³

- **Incentivo para la instalación de productores especializados:** Como se mencionó, tanto SQM como Albemarle tienen la obligatoriedad de disponer del 25% de su producción de carbonato o hidróxido de litio a precio preferente para productores especializados que busquen agregar valor al litio extraído y refinado en Chile mediante, por ejemplo, el desarrollo y producción de precursores y material de cátodo, cátodos de litio, componentes de baterías de litio, litio metálico, entre otras aplicaciones. A la fecha, dos empresas chinas se han adjudicado esta posibilidad mediante licitaciones abiertas lideradas por CORFO:
 - **BYD:** En abril de este año, se asignó la calidad de productor calificado a la empresa china BYD (su filial BYD Chile SPA), pudiendo acceder a precio preferente a una cuota de carbonato de litio de hasta

11.244 ton/año por parte de SQM Salar S.A. La iniciativa tendrá como objetivo la producción de cátodos de litio, significará una inversión de US\$ 290 millones y entrará en operación en 2025, comprometiendo también un plan de formación y capacitación tecnológica para trabajadores locales, así como cooperación en el ámbito de la I+D.³⁴

Yongqing Technology: Durante octubre de 2023, esta empresa china se adjudicó la calidad de productor calificado, teniendo a disposición hasta 11.244 ton/año de carbonato de litio a precio preferente, proveniente de SQM Salar S.A, además de la importación de este insumo desde su proyecto en Salta, Argentina. Esta iniciativa contempla producir material catódico de litio desde mayo de 2025 y considera una inversión de US\$ 233 millones. Entre los requisitos que exigió CORFO para su asignación se encuentran la obligatoriedad de constituirse en Chile, con al menos el 50% de las acciones o participación de la sociedad que se cree o adquiera.

Este innovador método para avanzar en las cadenas de valor del litio y en sus encadenamientos productivos ha resultado atractivo para empresas internacionales – se espera la adjudicación de un tercer productor calificado durante los próximos meses – y seguramente generará beneficios importantes para el país como, por ejemplo, empleos más complejos, mayor sofisticación productiva para Chile y mayores recursos para las regiones donde se ubica la industria.³⁵

Lo mejorable

- **Existencia de una estrategia, pero con objetivos mejorables:** La Estrategia Nacional del Litio recientemente lanzada por el Gobierno de Chile busca aumentar las inver-

³² Ex-ante (2023).

³³ https://www.corfo.cl/sites/cpp/convocatorias/disenio_itp_litio_y_salares.jsessionid=-qrWxIF9DrYea3798cwyKX6znWdiaMBWVVRZR2B-NmdBfZxIE1ySo!-165365799!NONE

³⁴ Ex-ante (2023).

³⁵ CORFO (2023).

siones en el rubro y empujar, no solamente la producción de litio y sus componentes refinados sino también avanzar aguas abajo en el desarrollo de la cadena productiva, llegando hasta la producción de baterías de litio. Si bien es loable y posible avanzar en encadenamientos productivos cercanos a la producción de carbonato e hidróxido de litio – como se intenta mediante, por ejemplo, la iniciativa de productores especializados –, tanto por las grandes distancias que separan a Chile de los mercados internacionales, como por las escasas capacidades tecnológicas instaladas para la producción de baterías y otros componentes más avanzados, sería preferible que Chile, dentro del mercado internacional, dibuje una estrategia que le permita aumentar su posición tanto en la extracción de litio como en su refinamiento y etapas cercanas en la cadena productiva, aprovechando las importantes reservas con las que cuenta. Lo anterior en base a la atracción de inversiones internacionales e instalación de empresas para la exploración, explotación y refinamiento del componente.

Lo ausente

Posibilidad de concesionar terrenos para la explotación del litio: En Chile, los salares desde donde se puede extraer litio no son concesionables. Esto es, el Estado mantiene su propiedad y derecho de explotación de manera exclusiva. Si algún privado desea entrar en el negocio, debe llegar a un acuerdo con las instituciones públicas dueñas de los terrenos para explorar y comenzar una operación, todo mediante un contrato especial de operación del litio (CEOL). Sin embargo, de los principales productores de litio en el mundo como Australia, China, Brasil, Argentina, EE. UU. y Canadá, sólo China tiene un sistema no concesible (dado que su economía está controlada casi en su totalidad por

empresas del Estado)³⁶, mientras que todos los otros ejemplos tienen algún modelo de concesiones que permite al sector privado invertir a largo plazo, apalancar recursos privados, y aumentar la producción de litio de manera más expedita.

La Estrategia Nacional del Litio chilena pone como actor principal para la explotación del mineral al Estado. Si hubiese empresas privadas interesadas en entrar al negocio, deben hacerlo en colaboración con el Estado, en posición minoritaria. Hoy las empresas públicas que podrían explotar el litio como CODELCO y ENAMI no tienen el conocimiento ni la experiencia para aprovechar este recurso. Ejemplo de ello es que de los 17 salares con potencial ubicados en Chile, sólo el de Atacama tiene faenas de explotación, actividad impulsada por dos empresas privadas (SQM y Albermarle).

Chile necesita con urgencia definir un marco normativo que habilite procesos de licitación de concesiones competitivos y transparentes, de los salares con presencia de litio, definiendo las condiciones legales y tributarias para que empresas con las tecnologías más limpias y eficientes compitan de manera abierta en la producción del mineral, aprovechando en el corto y mediano plazo el boom del litio para generar recursos fiscales – royalties que incluso pueden pagarse de manera anticipada –, empleo y bienestar para el país.

c. Hidrógeno verde

Lo bueno

Establecer una política de largo plazo: Desde 2021, Chile cuenta con una Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde, la cual fue ratificada por la nueva administración que asumió en 2022, lo que da cuenta de su transversalidad.

³⁶ Un ejemplo de sistema no concesionable es Bolivia, país que hoy en día no produce litio, pero sí cuenta con grandes reservas.

Esta estrategia estableció metas e iniciativas de corto, mediano y largo plazo para avanzar en el desarrollo de la industria en etapas. El contar con una estrategia que permita establecer directrices y un plan de acción concreto ha sido destacado como fundamental a nivel internacional para la evolución de una industria incipiente como el hidrógeno verde. Lo anterior se puede observar en análisis como Agencia Internacional de Energía (2019) e Hydrogen Council (2019).

Ayudar a mitigar riesgos y fomento a la inversión privada para proyectos de hidrógeno verde: El año 2024 comenzará a operar un fondo de US\$ 1.000 millones se buscará mitigar riesgos, disminuir los costos y contribuir a acelerar los proyectos de inversión en esta industria mediante la entrega de financiamiento de largo plazo, con cobertura ante riesgos financieros, además de asistencia CORFO para la implementación de proyectos.

Financiamiento a las fases iniciales de proyectos: A mediados de 2022, CORFO firmó acuerdos para financiar el desarrollo de las primeras plantas de producción de hidrógeno verde a escala industrial en Chile. Se trata de iniciativas de las empresas GNL Quintero (región de Valparaíso, monto adjudicado de US \$5,7 millones), CAP (región del Biobío, US \$3,6 millones) y Air Liquide (región de Antofagasta, US \$11,7 millones). Las tres iniciativas, una vez instaladas, totalizarán una capacidad de electrólisis de 388 MW, lo que equivale a lo que está actualmente en operación a nivel mundial, proyectando una producción de 45 mil toneladas de hidrógeno verde al año, lo que tiene el potencial de reducir 600 mil toneladas de dióxido de carbono al anuales.³⁷

Lo mejorable

- **Inversión en infraestructura de apoyo:** Con el fin de llevar esta industria a los mercados internacionales, se requiere importante infraestructura, por ejemplo, portuaria, que Chile hoy no posee, que requiere importantes inversiones y que tiene un comportamiento de bien club, lo que hace complejo que un particular esté disponible a financiarlo por lo cual, es el Estado quien tiene un rol de empujarlas. Por ejemplo, la construcción de un puerto que permita exportar 1 millón de toneladas de amoniaco puede costar alrededor de US\$ 480 millones (cinco veces lo invertido en financiar proyectos de hidrógeno verde por CORFO a la fecha) y tardar cinco años en construirse, a pesar de que en aquel lugar ya existen instalaciones para importar y almacenar amoniaco.³⁸
- **Fomento a la formación de capacidades desde etapas de proyecto tempranas:** La Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde expuesta cuenta con un acápite de “Formación de capacidades e innovación”, llamando al Estado a “fomentar actividades de educación e I+D+i asociadas al hidrógeno verde”, con el fin de desarrollar ventajas competitivas, sofisticar la oferta de productos y servicios asociados a este combustible y exportar conocimiento en torno al hidrógeno verde.

Se propone que, como política, se comience con la formación de capital humano transversal (técnicos profesionales y postgrado) desde etapas de pilotaje, dejando en Chile el conocimiento necesario para el montaje, mantenimiento y operación de plantas productoras de hidrógeno verde, y vehículos transformables en eléctricos como buses, trenes, camiones de carga, mineros, interurbanos, etc., contribuyendo así a la formación de profesionales a lo largo de esta cadena productiva.

³⁷ CORFO (2022).

- **Promoción de la I+D+i para la adaptación del sector privado al uso de hidrógeno verde:** En línea con lo anterior, en concreto, hoy sólo se vislumbra el Instituto de Tecnologías Limpias, previamente mencionado, como esfuerzo de generar I+D e innovación ligada a la industria del hidrógeno verde. En ese sentido, aun cuando es importante avanzar en tecnología para transportar este combustible de manera eficiente y barata, el rol del nuevo conocimiento y su aplicación tecnológica serán relevantes, por lo que es una arista que a nivel público y privado se debe potenciar más.

Lo ausente

- **Impulso a la demanda:** incentivos en el transporte público. En el mediano plazo, acordar con el Ministerio de Transporte que durante las próximas licitaciones de empresas proveedoras de buses para el transporte público y buses interurbanos, se fije una cuota creciente para buses con celdas de hidrógeno, buses con motores de combustión interna dual (hidrógeno-diésel), y a combustión 100% hidrógeno.
- **Impulso a la demanda:** regulación del diésel para eliminar su ventaja competitiva sobre el hidrógeno. Siendo el diésel el mayor competidor asociado al hidrógeno en la electromovilidad, es importante revisar regulaciones que hoy privilegian al diésel – por ejemplo, a nivel impositivo – para eliminar su ventaja competitiva.
- **Impulso a la demanda:** sector minero. Un camión minero de 300 toneladas tiene una demanda eléctrica de 2,5 MW, equivalente a un Pequeño Medio de Generación Distribuido (PMGD), o generador con ruedas, teniendo

muchas centrales el tamaño de ese generador. Si estas centrales fueran a petróleo, estarían afectas a impuesto verde, sin embargo, los camiones mineros con esta capacidad no están afectos. Si en Chile hay aproximadamente mil de estos camiones, ello equivaldría a una demanda de 2.500 MW (20% de la demanda eléctrica de Chile).

Apuntando a la reducción de emisiones de este sector, se debe reducir o eliminar este no pago de impuesto por sus emisiones, dando pie a que se reemplace su combustible por hidrógeno verde.

- **Procesos más rápidos de revisión ambiental, permisos y certificación de inversiones:** Hoy en día, de los 57 proyectos de inversión en hidrógeno verde que existen en Chile, 50 de ellos se encuentran en estudio (prefactibilidad, factibilidad y evaluación ambiental). Existen retrasos en la aprobación de estos proyectos en distintas instituciones como el Sistema de Evaluación e Impacto Ambiental (SEIA), Consejo de Monumentos Nacionales, ente otros, además de poca claridad en los criterios exigidos por la autoridad en los estudios.³⁹

En ese sentido, se requiere construir de manera expedita reglamentos y procesos de revisión para esta industria nueva, instalar capacidades institucionales a nivel regional con el fin de acelerar la implementación de estas inversiones.

V. Conclusiones

El año 2015, 195 naciones desarrolladas y en desarrollo se comprometieron vinculantemente por primera vez en la historia a reducir

³⁹ En octubre de 2022, las compañías HIF Chile y Enel Green Power Chile (EGP Chile) decidieron retirar del Sistema de Evaluación Ambiental el estudio del proyecto eólico Faro del Sur debido a que consideraron que las observaciones de algunos organismos públicos en el proceso de evaluación sobrepasan el estándar habitual (ENEL, 2022)

las emisiones de gases efecto invernadero, con los objetivos de limitar el aumento medio de la temperatura global a 2°C respecto a niveles preindustriales (preferiblemente 1,5°C) y alcanzar la neutralidad climática a 2050. En ese contexto, la reducción de los gases de efecto invernadero en el sector energético – responsable del 75% de las emisiones a nivel mundial – es probablemente uno de los principales desafíos.

En base a aquello, **Chile podría jugar un rol clave a nivel internacional al ser uno de los países con mayor potencial para producir energías renovables**, particularmente eólica y solar, hecho que le permite también generar combustibles libres de emisiones como el hidrógeno verde, junto con ser líder en la explotación de minerales claves para enfrentar el cambio climático, como lo es el cobre y el litio. **Este rol viene acompañado de una oportunidad única para que el país apalanque su desarrollo de manera sustentable durante los próximos años.**

Con elementos positivos y negativos, Chile ha construido a lo largo de los años un marco normativo para el desarrollo de las³⁹ industrias del cobre, litio y el incipiente hidrógeno verde, marco desde el cual busca y buscará responder a la demanda creciente por estos componentes a nivel internacional.

Por otro lado, existen países que también cuentan con las capacidades productivas de estos bienes. Así, cada uno en base a su trayectoria busca ser un actor relevante en los mercados internacionales que día a día, gracias a entre otras cosas la electrificación, incrementan sus preferencias por litio, cobre e hidrógeno verde. Perú en el cobre, Argentina y Australia en el caso del litio, y Costa Rica y Alemania, en el caso del hidrógeno verde, son ejemplos de naciones que también han desarrollado marcos normativos para el avance de estas industrias en sus

respectivas economías. Vale la pena observar y aprender de esa experiencia internacional para el avance de nuestras propias capacidades.

Con ello, a lo largo de este trabajo se evaluó la experiencia chilena, desde lo normativo y a nivel de políticas públicas, en el desarrollo de estos sectores, relevando los buenos elementos logrados y aquellos que son mejorables, pero también proponiendo iniciativas que nuestro marco carece. **Medidas como el impulso a la I+D, al capital humano técnico y específico, y también potenciales avances en la rapidez con la cual se aprueban estas iniciativas productivas, son ejemplos de factores considerados en este análisis para las industrias del cobre, litio e hidrógeno verde.**

Finalmente, **es relevante constatar que, a nivel general, queda trabajo por hacer tanto a nivel público y de política pública, como también desde el punto de vista privado, para el desarrollo de estos sectores.** Chile tiene una gran oportunidad para avanzar en su desarrollo sostenible y virtuoso, junto con aportar en la tarea de disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel global, para lo cual es clave el trabajo conjunto de actores provenientes de la academia, del sector público y de la empresa.

VI. Referencias

Agencia Internacional de Energía. (2019). *The Future of Hydrogen*.

América Economía. (Octubre de 2023). *Ministerio de Minería de Chile inicia proceso de participación para el Plan Sectorial de Cambio Climático*. Obtenido de <https://www.americaeconomia.com/negocios-e-industrias/ministerio-de-mineria-de-chile-inicia-proceso-de-participacion-para-el-plan>

Asociación Chilena de Energías Renovables y Almacenamiento. (2023). Obtenido de <https://www.acera.cl/centro-de-informacion/>

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2022). *Informe en materia regulatoria: regulación comparada del hidrógeno verde y propuestas de políticas para su fomento*. Serie Informes N° 26-22.

Biblioteca del Congreso Nacional. (2015). *Legislación minera comparada: Aspectos generales en Chile, Perú, Ecuador y otros países*.

Boston Consulting Group. (2022). *The Lithium Supply Crunch Doesn't Have to Stall Electric Cars*. Obtenido de <https://www.bcg.com/publications/2022/the-lithium-supply-crunch-doesnt-have-to-stall-electric-cars>

Cabrera, F. (2023). *Explotación del litio en Argentina, Bolivia y Chile Antecedentes económicos, régimen de explotación y la generación de recursos públicos*. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

Camara de Industrias de Costa Rica. (2022). *Estrategia Nacional de Hidrógeno verde de Costa Rica*.

Centro Tecnológico de Economía Circular. (s.f.). Obtenido de Quienes somos: <https://circulartec.cl/quienes-somos/>

Comisión Chilena del Cobre. (2020). *El mercado del litio y la importancia de Chile*.

Comisión Chilena del Cobre. (2022). *Demanda de cobre a partir de la transición energética*.

Comisión Chilena del Cobre. (2023). *El mercado del litio: Desarrollo reciente y proyecciones al 2035*.

Comisión Chilena del Cobre. (2023). *Observatorio de Costos COCHILCO Primer Semestre 2023 vs 2022*.

Comisión Chilena del Cobre. (2023). *Reporte estadístico de la producción chilena del cobre (enero - diciembre 2022)*. Dirección de Estudios y Políticas Públicas.

Comisión de Hidrógeno. (2018). *Plan de acción interinstitucional para propiciar el uso del hidrógeno en el sector transporte*.

Comisión Nacional de Evaluación y Productividad. (2023). *Informe levantamiento línea base proyectos de inversión minera y propuesta de monitoreo*. Obtenido de <https://cnep.cl/wp-content/uploads/2024/03/INFORME-FINAL-LIENEA-BASE-Royalty-Minero-1.pdf>

Comisión Nacional de Evaluación y Productividad. (2018). *Productividad en la Gran Minería del Cobre*. Obtenido de https://www.cesco.cl/wp-content/uploads/2018/06/Productividad-_cobre_14_09_2017-1.pdf

CODELCO. (2023). *Acciones concretas para una minería sustentable*. Obtenido de <https://www.codelco.com/acciones-concretas-para-una-mineria-sustentable>

CORFO. (2022). *Corfo convocará a productores especializados de litio para impulsar iniciativas de valor agregado en Chile*. Obtenido de https://www.corfo.cl/sites/Satellite?c=C_NoticiaNacional&cid=1476733076603&d=Touch&pagina=CorfoPortalPublico%2FC_NoticiaNacional%2FCorfoDetalleNoticiaNacionalWeb

CORFO. (2022). *Corfo firma acuerdos para financiar los primeros proyectos de Hidrógeno Verde a escala industrial en Chile*. Obtenido de https://www.corfo.cl/sites/cpp/sala_de_prensa/nacional/26_05_2022_firma_hidrogeno_verde;jsessionid=eDsD7-QD-wKp-b5YNgr6oGUh5f8-g10IKZss-SQ-J-uBJiL-tVflfd!114663455!-83799172

CORFO. (Abril de 2023). Obtenido de BYD Chile es la primera seleccionada por Corfo en el Llamado a Productores Especializados de Litio para impulsar iniciativas de valor agregado en Chile : https://www.corfo.cl/sites/Satellite?c=C_NoticiaNacional&cid=1476735036931&d=Touch&pagename=CorfoPortalPublico%2FC_NoticiaNacional%2FCorfoDetalleNoticiaNacionalWeb

CORFO. (Octubre de 2023). Obtenido de Yongqing Technology es la segunda seleccionada del llamado a Productores Especializados de Litio para impulsar iniciativas de valor agregado: https://www.corfo.cl/sites/cpp/sala_de_prensa/nacional/16_10_23_productores_especializados_de_litio

Correa, F. (2023). *Hidrógeno Verde en Chile: Cómo, Cuándo, Cuánto y Dónde*. Centro de Estudios Financieros. Universidad de Los Andes.

Diario Financiero. (Abril de 2023). Obtenido de Los detalles de la readjudicación del Instituto de Tecnologías Limpias de CORFO al consorcio Asdit.: <https://www.df.cl/df-lab/innovacion-y-startups/los-detalles-de-la-readjudicacion-del-instituto-de-tecnologias-limpias>

Diario Sustentable. (Abril de 2023). *El ejemplo de Costa Rica para una matriz energética renovable*. Obtenido de <https://www.diariosustentable.com/2023/04/el-ejemplo-de-costa-rica-para-una-matriz-energetica-renovable/>

ENEL. (Octubre de 2022). *HIF y Enel Green Power retiran estudio de impacto ambiental de Faro del Sur*. Obtenido de <https://www.enel.cl/es/conoce-enel/prensa/press-enel-green-power-chile/d202210-hif-y-enel-green-power-retiran-estudio-de-impacto-ambiental-de-faro-del-sur.html>

EnergyNews. (Febrero de 2020). Obtenido de Así es el Proyecto de Estrategia de Hidrógeno de Alemania: <https://www.energynews.es/asi-es-el-proyecto-de-estrategia-de-hidrogeno-de-alemania/>

EnergyTrend. (Mayo de 2022). *Gotion Hi-Tech Accelerates Its Overseas Expansion by Partnering with an Argentinian Mining Company*. Obtenido de <https://www.energytrend.com/news/20220517-28598.html>

Ex-Ante. (Abril de 2023). Obtenido de El instituto público del litio costaría hasta US\$ 6 millones anuales y sus operaciones partirían en 2024: <https://www.ex-ante.cl/el-instituto-publico-del-litio-costaria-hasta-us-6-millones-anuales-y-sus-operaciones-partirian-en-2024/>

EY Chile. (2018). *Análisis comparado de carga tributaria en algunos países mineros*. Estudio encargado por Consejo Minero A.G.

EY Chile. (2022). *¿Cómo la minería de cobre puede satisfacer la demanda a largo plazo?* Obtenido de https://www.ey.com/es_cl/mining-metals/mining-and-metals-centre-of-excellence/how-copper-miners-meet-long-term-demand

Gobierno de Chile. (2023). *Estrategia Nacional del Litio: Por Chile y su gente*. Obtenido de https://s3.amazonaws.com/gobcl-prod/public_files/Campa%C3%B1as/Litio-por-Chile/Estrategia-Nacional-del-litio-ES_14062023_2003.pdf

Hydrogen Council. (2017). *Hydrogen: Scaling up*.

Hydrogen Council. (2019). *Path to Hydrogen Competitiveness - A cost perspective*.

Hydrogen Council. (2023). *Hydrogen Insightsn 2023*.

Jorratt, M. (2021). *Renta económica, régimen tributario y transparencia fiscal en la minería del cobre en Chile y el Perú*. CEPAL.

KPMG. (2023). *Peru – Chile Mining Investment Guide 2023-2024*.

López, A., Obaya, M., Pascuini, P., & Ramos, A. (2019). *Litio en la Argentina: Oportunidades y desafíos para el desarrollo de la cadena de valor. BID*; Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

Mckinsey & Co. (2021). *Green Hydrogen: an opportunity to create sustainable wealth in Brazil and the world*. Obtenido de <https://www.mckinsey.com/br/en/our-insights/hidrogeno-verde-uma-oportunidade-de-geracao-de-riqueza-com-sustentabilidade-para-o-brasil-e-o-mundo>

Mckinsey & Co. (2022). *Five charts on hydrogen's role in a net-zero future*.

Mckinsey & Co. (2023). *Bridging the copper supply gap*. Obtenido de <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/bridging-the-copper-supply-gap>
Ministerio de Ambiente y Energía. (2015). VII Plan Nacional de Energía 2015-2030.

Ministerio de Bienes Nacionales. (Noviembre de 2021). Resolución Exenta N°998. • *Plan Nacional de Fomento a la Producción de Hidrógeno Verde en Territorio Fiscal*.

Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación. (2021). *Informe Litio Octubre 2021*.

Ministerio de Energía Chile (2020). *Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático del Sector Energía*.

Ministerio de Energía Chile. (2020). *Estrategia Nacional Hidrógeno Verde*.

Ministerio de Energía. (Febrero de 2021). Ley N°21.305 sobre Eficiencia Energética.

Ministerio de Hacienda (Mayo de 2023). Obtenido de Congreso despacha el proyecto del Royalty a la Gran Minería e iniciativa queda lista para ser ley: <https://www.hacienda.cl/noticias-y-eventos/comunicados/congreso-despacha-el-proyecto-de-royalty-a-la-gran-mineria-e-iniciativa-queda>.

Ministerio de Hacienda. (Junio de 2023). Obtenido de Gobierno presenta Fondo por US\$ 1.000 millones para el desarrollo del Hidrógeno Verde en Chile: <https://www.hacienda.cl/noticias-y-eventos/noticias/gobierno-presenta-fondo-por-us-1-000-millones-para-el-desarrollo-del-hidrogeno>

Ministerio de Minería. (2023). *Estrategia Nacional para el Fortalecimiento de la Capacidad de Fundición y Refinería*.

Ministry of Natural Resources. (2022). *China Mineral Resources*. Geological Publishing House Beijing.

Morales, P. (2023). *Estrategia, visión y producción del litio: Australia, Chile y China*. Biblioteca del Congreso Nacional.

Poveda, R. (2022). *La institucionalidad y la regulación minera en países andinos. Serie 212 Recursos Naturales y Desarrollo*, CEPAL.

Prensa Portal Innova. (Octubre de 2023). *Plan Nacional de Hidrógeno Verde en terrenos fiscales*. Obtenido de <https://portalinnova.cl/plan-nacional-de-hidrogeno-verde-en-terrenos-fiscales/>

Ritchie, H. (2020). *Emisiones globales de gases de efecto invernadero por sector. Con datos de Climate Watch y el World Resources Institute*. Obtenido de ourworldindata.org

SmartGrid Spain. (Junio de 2020). *Alemania planea promover el hidrógeno 'verde' con 7 mil millones de euros*. Obtenido de <https://smart-gridspain.org/web/bioenergia/2020/06/11/alemania-planea-promover-el-hidrogeno-verde-con-e-7-mil-millones/>

Sociedad Nacional de Minería. (2021). *Minería y debate constitucional: Propuestas de SONAMI ante la Convención Constitucional*.

U.S. Geological Survey. (2023). *Mineral commodity summaries 2022: U.S. Geological Survey*. <https://doi.org/10.3133/mcs2022>.