



# Industria del hidrógeno verde en Chile

## Autor

---

Nicolás García Bernal  
Email: [ngarcia@bcn.cl](mailto:ngarcia@bcn.cl)  
Tel.: (56) 22 270 1778

Nº SUP: 132080

## Resumen

---

En el ranking Climatescope 2020 de Bloomberg New Energy Finance, Chile es el país más atractivo del mundo para el desarrollo de energías limpias dentro de 108 países emergentes, además de 29 países desarrollados. En consecuencia, la Agencia Internacional de Energía (IEA) ha planteado que, por las favorables condiciones naturales para producción de energías renovables, Chile podría producir el hidrógeno verde más competitivo del planeta y a gran escala.

Por su potencial de producción y bajo costo en energías renovables, las proyecciones establecen que si Chile logra desarrollar el mercado del hidrógeno verde, es decir, logra una reducción significativa de los costos para hidrógeno, con electrólisis conectada a la red de planta solar o eólica, al 2030 podría exportarlo a un valor cercano a 1,5 - 2,0 US\$/KgH<sub>2</sub> (EIA, 2019), dejándolo en una posición muy favorable y competitiva respecto al resto de la competencia. Para el 2050, se estima que esta industria podría generar al menos un millón de empleos en transporte público, de carga, minería y pesca.

El año 2020 Chile publicó su “Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde”, en la que se reconocen las favorables condiciones naturales y el potencial que tiene el país para liderar el desarrollo del mercado de hidrógeno verde. En esta se plantea que el Hidrógeno Verde podría habilitar su uso en los sectores minero, industrial, agrícola y transporte en el país y, en el mediano plazo, su exportación a mercados internacionales. Además, según se indica, entre 2025 y 2050 los mercados chilenos de hidrógeno verde y sus derivados tendrán un crecimiento anual del 15%, a causa de aplicaciones domésticas (nacionales) y exportaciones.

Al mes de agosto de 2021, en Chile se registran 60 proyectos para desarrollar hidrógeno verde, los que estarían en distintas fases de desarrollo (estudio, evaluación o construcción).

## Introducción

---

Últimamente se ha destacado al hidrógeno producido por electrólisis del agua, energizada por electricidad desde fuentes de energía renovable<sup>1</sup> – denominado hidrógeno verde – como un elemento esencial para apoyar la transición energética y descarbonización de la economía, coherente con el objetivo de combatir los efectos del cambio climático, contribuyendo así al esfuerzo mundial por alcanzar las metas planteadas en el Acuerdo de París de la COP 21 (2015).

Junto a su enorme potencial de energías renovables para generar electricidad a un bajo costo, se destaca que Chile podría ser clave en la producción de H<sub>2</sub> verde a nivel mundial. En consecuencia, el año 2020 Chile publicó su “Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde”, en la que se reconocen las favorables condiciones naturales y el potencial que tiene el país para liderar el desarrollo del mercado de hidrógeno verde.

### I. Hidrógeno verde en Chile

---

De acuerdo con el ranking Climatescope 2020 de Bloomberg New Energy Finance, Chile es el país más atractivo del mundo para el desarrollo de energías limpias dentro de 108 países emergentes, además de 29 países desarrollados. Para aquello, Climatescope consideró la idoneidad de los países para la inversión y el despliegue de energía limpia. Junto a esto, y tomando en consideración los atributos que presenta el país, coincidentemente, la Agencia Internacional de Energía (IEA) ha planteado que, por las favorables condiciones naturales para producción de energías renovables<sup>2</sup>, Chile podría producir el hidrógeno verde más competitivo del planeta y a gran escala.

Previamente, el World Energy Council (2018), calificó a Chile como el “*campeón escondido*” en la carrera para desarrollar una economía basada en hidrógeno verde. Tal denominación se justificó por su “potencial de energía renovable y por su marco político (energético) ampliamente maduro, pero a menudo subestimado, con instituciones suficientemente fuertes”. Igualmente, un estudio de la Energy Partnership Chile-Alemania (iniciativa de los Ministerios de energía ambos países), destacó al desierto de Atacama y la Patagonia de Chile como una de las zonas con mayor potencial para la producción de hidrógeno y sus derivados, lo que se explicaría por la radiación solar y condiciones favorables para generación de energía eólica en las respectivas zonas.

Por su potencial de producción y bajo costo en energías renovables,<sup>3</sup> las proyecciones establecen que si Chile logra desarrollar el mercado del hidrógeno verde, es decir, logra una reducción significativa de los costos para hidrógeno, con electrólisis conectada a la red de planta solar o eólica, al 2030 podría exportarlo a un valor cercano a 1,5 - 2,0 US\$/KgH<sub>2</sub> (EIA, 2019), dejándolo en una posición muy favorable y competitiva respecto al resto de la competencia. Para el 2050, se estima que esta industria podría generar al menos un millón de empleos en transporte público, de carga, minería y pesca.

---

<sup>1</sup> Producido a través del proceso de electrólisis del agua que usa electricidad en base a energías renovables.

<sup>2</sup> La estrategia destaca un potencial mayor a 1.800 GW proveniente de tecnologías de concentración solar de potencia (509 GW), solar fotovoltaica (1180 GW), eólica on-shore (191 GW) e hidroeléctrica de pasada (6 GW)

<sup>3</sup> Potencial cercano a 1384 GW- eólica (37 GW) y solar (829 GW de solar-FV y 510 GW solar CSP) - y capacidad instalada de cerca de 22,5 GW).

Según el gráfico 1, al 2030 el costo disminuiría en un 67%, explicado principalmente por la reducción de un 76% CAPEX (-US\$ 2,5) para electrolizadores, por escalamiento, curva de aprendizaje y mejores técnicas, además de una mejora en eficiencia que implica un menor consumo eléctrico y menor capacidad requerida y un menor costo de energía.

**Gráfico 1.** Reducción de costos para hidrógeno verde conectado a planta solar o eólica.



**Fuente:** Ministerio de Energía (2020) en base a Mckinsey

A nivel local, el hidrógeno verde permitiría descarbonizar el sector energético (responsable del 78% de las emisiones del país)<sup>4</sup>, particularmente los sectores de la generación de electricidad, calefacción, transporte, industria y particularmente la minería. Esta última representa una demanda potencial de enorme magnitud, porque la mitad de la energía que se consume en la minería proviene de combustibles fósiles<sup>5</sup>. La descarbonización de la minería, por tanto, a través del uso de electricidad renovable y sustitución de combustibles fósiles, tendría un efecto significativo en la diferenciación, ya que una minería, baja en emisiones y con materiales verdes<sup>6</sup>, sería valorada por la industria mundial<sup>7</sup> (EIA, 2019).

En 2020, Chile anunció la meta de conseguir carbono neutralidad en emisiones de carbono al 2050. En este marco se desarrolló el denominado Plan de Carbono Neutralidad en el Sector Energético de Chile, en el cual se prevé que el uso de hidrógeno verde sea responsable de una reducción del 21% de las emisiones del sector energético de aquí al 2050 (Ministerio de Energía, 2020). Junto con la industria sostenible, el hidrógeno representa el mayor reemplazo de consumo de diésel en el transporte de carga terrestre nacional, reemplazo de motores diésel en la minería e industria nacional y reemplazo de gas para usos residenciales y comerciales.

Por su condición de vector energético, el H<sub>2</sub> representa la oportunidad para que Chile pueda almacenar y exportar electricidad basada en energías renovables a bajo costo. La posibilidad de abastecer industrias distantes, le permitiría satisfacer una demanda global de industrias ávidas de energía limpia, que incluiría países que importan energía, así como también a proveedores de electricidad renovable, productores de gas industrial, empresas de servicios públicos de electricidad y gas, y fabricantes de automóviles.

<sup>4</sup> Los Compromisos Nacional Determinados (2020) establece que la generación de hidrógeno verde representaría entre el 18% y 27% de la reducción de GEI, al reemplazar los combustibles fósiles.

<sup>5</sup> El consumo energético de la minería ha aumentado un 105%, a una tasa promedio anual del 4,7 %, llegando así a 176.745 TJ en el 2018. El consumo de combustibles es el 46,7 % y la electricidad un 53,3% (Cochilco, 2018).

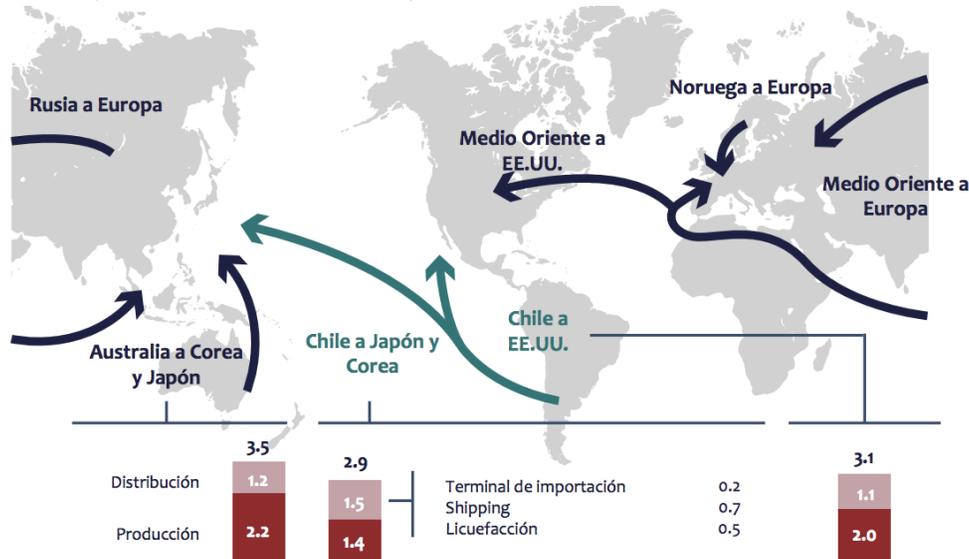
<sup>6</sup> Sólo por concepto de sustitución de diésel de los camiones mineros representaría 60 veces la producción de electrolizadores del mundo en 2017

<sup>7</sup> En el mes de junio de 2021, Chile publicó la primera Guía para la aprobación de Proyectos Piloto de Hidrógeno Verde (H2V) en la minería. A través de esta se pretende entregar certeza y parámetros claros a la industria, y con ello facilitar el proceso de incorporación del hidrógeno verde en el sector y la transición hacia una minería limpia e innovadora.

Para GIZ (2021), Chile podría exportar hidrógeno a través de metanol, desde el norte de Chile a Alemania, con un costo de envío por barco que constituiría menos del 5% del costo total para el 2025, mientras que, en el caso de la exportación del hidrógeno a través de amoníaco, el costo de envío sería menos del 6%. Por lo anterior, la distancia entre el origen y el destino no jugaría un papel relevante en el costo del energético, lo que no implicaría una pérdida de competitividad por dicho factor (GIZ, 2021).

Mackinsey (2020) señala que al año 2050, Chile podría proveer parte significativa del hidrógeno verde del mundo, es decir, 50% del mercado de Japón, y de Corea del Sur, y el 20% del mercado Chino, requiriendo una producción de 25 Mt al año, equivalente al 5% de la demanda global de hidrógeno y 1% de la demanda de energía global. Esto representaría más de 30 billones UDS de ingresos al año. La ilustración 5 da cuenta de los costos de transportar hidrógeno líquido en el puerto de destino, dando cuenta de la oportunidad de exportación de Chile a Asia (Ministerio de Energía, 2020).

**Ilustración 2.** Rutas y costos de transportes globales de H<sub>2</sub> líquido en el puerto de destino.



**Fuente:** Ministerio de Energía (2020) en base a Mckinsey & Co.

Sin embargo, GIZ (2021) planteó que para que Chile alcance los objetivos internacionales de costo del H<sub>2</sub> (*The levelized cost of hydrogen, LCOH*), y logre ser competitivo, requerirá una inversión significativa en infraestructura, logística y capacidad de producción local, que le permita reducir los costos, manteniendo la sustentabilidad del proceso. Lo anterior implica una reducción de costos en la cadena de valor, resolviendo congestiones y cuellos de botella en el sistema de transmisión y problemas de estabilidad de la red eléctrica, impactos en el costo del sistema eléctrico, una correcta gestión del vertimiento de energía, disponibilidad y permisos de terrenos y agua, entre otros (GIZ, 2021).

## II. Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde en Chile

---

El año 2020 el Ministerio de Energía publicó la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde al 2050. Según se declara, ésta surge de las ventajas que este combustible limpio podría tener ante la actual crisis climática, aportando al proceso de descarbonización y la transición energética y productiva (Ministerio de Energía, 2020)<sup>8</sup>. Así también, considera las favorables proyecciones de crecimiento de la demanda global de energía suministrada con hidrógeno en distintos sectores de la economía, tal como la producción de energía eléctrica limpia, industria del transporte, calefacción y en la producción de diversos compuestos en otras industrias.

En la anterior se plantea que el desarrollo del H<sub>2</sub> verde podría habilitar su uso en los sectores minero, industrial, agrícola y transporte en el país y, en el mediano plazo, su exportación a mercados internacionales. El hidrógeno verde y sus múltiples aplicaciones, según se indica, constituyen una gran oportunidad para Chile, aportando beneficios como nuevos empleos y formación de capital humano, además del fomento de la inversión en exportación de energía verde y, como se mencionó anteriormente, la reducción -al mismo tiempo- de las emisiones de CO<sub>2</sub> del país.

En la Estrategia proyecta que entre 2025 y 2050 los mercados chilenos de hidrógeno verde y sus derivados tendrán un crecimiento anual del 15%, a causa de aplicaciones domésticas (nacionales) y exportaciones. Según se indica en el documento, tal crecimiento se sustentaría en tres oleadas:

1. **Primera oleada:** consumos domésticos de gran escala con demanda establecida, es decir, reemplazo en el corto plazo del amoníaco importado por producción local y reemplazo del hidrógeno gris utilizado en refinerías del país. Su uso en el transporte de pasajeros y carga pesada de larga distancia se tornaría atractivo.
2. **Segunda oleada:** En 2025 se extenderían sus usos en el transporte y el inicio de la exportación. Producción competitiva para desplazar a combustibles líquidos en el transporte terrestre y combustibles gaseosos en redes de distribución.
3. **Tercera oleada:** A largo plazo se abrirán nuevos mercados para escalar las exportaciones, en los sectores de transporte marítimo y aéreo.

Entre sus fundamentos se estima -que al año 2050- el costo nivelado de hidrógeno verde en Chile se ubique en un rango entre 0,8 – 1,1 USD/kg, dependiendo de la zona del país en donde se produzca. Además, se plantea que al año 2030 el hidrógeno verde producido en el desierto de Atacama y en la Región de Magallanes tendría el costo nivelado de producción (sin considerar costos de compresión, transporte y distribución), más bajo del mundo.

Con esto en consideración, la estrategia declara como propósito de largo plazo situar al país entre los principales productores y exportadores del mundo de este combustible al año 2040. Para aquello se han declarado tres objetivos, abordados en tres etapas:

---

<sup>8</sup> Considera sectores como agricultura, industria y energía (y su aplicación en transporte, química y petroquímica, vivienda, y sector comercial).

**Etapa 1 (2020 – 2025): Activar la industria nacional y desarrollar la exportación**

Objetivo: Producir el hidrógeno verde más barato del planeta para 2030

**Etapa 2 (2025 + 2030): Conquistar mercados globales**

Objetivo: Estar entre los tres principales exportadores para 2040

**Etapa 3 (+2030)**

Objetivo: Contar con 5 Gigawatt (GW) de capacidad de electrólisis en desarrollo

A través de estas etapas se pretende acelerar el despliegue del hidrógeno verde en aplicaciones nacionales clave para 2025 y entrar al mercado de exportación para 2030. En consecuencia, las metas planteadas por el Ministerio de Energía incluyen el liderazgo en inversiones en hidrógeno verde en Latinoamérica, ser líder exportador global, y producir el hidrógeno verde más barato del planeta (con un precio inferior a 1,5 USD/kg al 2030, y a 2050 se podría llegar, en zonas como Magallanes, a un costo cercano de 1,0 USD/kg).

Finalmente, se puede destacar el plan de acción diseñado para la ejecución de la estrategia. Como se observa en el siguiente **cuadro 1**, dicho plan considera directrices en cuatro ejes.

**Cuadro 1.** Descripción de directrices de los ejes de acción. Estrategia de hidrógeno verde.

Eje de acción	Directrices
<b>Fomento al mercado doméstico y la exportación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ronda de financiamiento para apalancar proyectos de hidrógeno verde.<sup>9</sup></li> <li>● Mesa público-privada para discutir la ruta a un precio/impuesto al carbono y a impuestos que reflejen de mejor manera las externalidades de los combustibles.</li> <li>● Diplomacia del hidrógeno verde para posicionar internacionalmente a Chile como fuente de combustibles limpios.</li> </ul>
<b>Normativa, seguridad y pilotajes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Regulación y normativa del hidrógeno verde para resguardar aspectos de seguridad y dar certeza a inversionistas.</li> <li>● Equipo operativo para acompañar la tramitación de permisos y el desarrollo de pilotajes de hidrógeno verde y sus derivados<sup>10</sup>.</li> <li>● Revisión de la regulación y la infraestructura del gas natural para promover la introducción de cuotas de hidrógeno verde.</li> </ul>
<b>Desarrollo social y territorial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Participación temprana y continua de las comunidades cercanas a proyectos<sup>11</sup>.</li> <li>● Promoción del uso de hidrógeno verde para complementar o reemplazar la generación eléctrica basada en combustibles fósiles en sistemas eléctricos aislados y medianos.</li> <li>● Evaluación de oportunidades y desafíos del hidrógeno verde en políticas, ordenamiento y planes territoriales</li> </ul>

<sup>9</sup> Asistencia financiera para invertir en proyectos escalables y replicables de hidrógeno verde en Chile. Su implementación permitiría reducir los costos en Chile y tender una producción a menos de 1,5 USD/kgH<sub>2</sub> en 2030, mediante un apoyo financiero para cerrar brechas de costo.

<sup>10</sup> Busca reducir la incertidumbre de las iniciativas privadas, generar aprendizajes, resolver fallas de coordinación y resguardar la introducción de nuevas tecnologías.

<sup>11</sup> Se articulará el diálogo entre desarrolladores de proyectos de hidrógeno y las comunidades cercanas, a través capacitación y fortalecimiento técnico de los actores, además de facilitar acuerdos entre las partes.

<b>Formación de capacidades e innovación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conexión de actores de la industria, academia y los centros de formación, para identificar brechas y formar las capacidades nacionales requeridas por la industria.</li> <li>• Hoja de ruta en materia de I+D junto a la industria, para resolver desafíos de implementación local.</li> <li>• Creación de grupo de trabajo con empresas del Estado para acelerar la adopción del hidrógeno verde en ellas y sus proveedores.</li> </ul>
--	---

**Fuente:** Elaboración propia en base a Ministerio de Energía (2020a), Estrategia Nacional de Hidrogeno

Respecto a esta estrategia, la IEA (2021) destaca que Chile identificó como principales oportunidades la sustitución del H<sub>2</sub> de origen fósil en las refinerías del país y nuevas aplicaciones en transporte pesado y de larga distancia. Además, es el único país no perteneciente a la UE con un objetivo específico para electrolizadores, equivalente a 25 GW de capacidad de electrólisis instalados o en desarrollo en 2030.

### III. Proyectos para el desarrollo de hidrógeno verde.

Finalmente, destaca que al mes de agosto de 2021, en Chile se registran 60 proyectos para desarrollar hidrógeno verde, los que estarían en distintas fases de desarrollo (estudio, evaluación o construcción). Al respecto, de acuerdo con información disponible en el Ministerio de Energía, se pueden destacar los Proyectos que plantean exportar hidrógeno hacia 2030 y aquellos que tienen como objetivo abastecer la demanda interna y las soluciones piloto.

**Cuadro 2.** Principales proyectos que planean exportar H<sub>2</sub> a finales de la década

Nombre	Breve descripción
<b>Región de Antofagasta</b>	
<b>HyEx</b>	Proyecto desarrollado por las empresas Engie y Enaex que contempla el suministro de energía solar fotovoltaica para producir amoníaco verde a partir de hidrógeno verde. El proyecto sustituirá las importaciones de amoníaco gris que alimentan la planta Prillex perteneciente a la empresa Enaex. La ampliación permitiría la exportación de amoníaco al mercado internacional.
<b>Atacama Hydrogen HUB</b>	Proyecto que busca desarrollar una instalación de hidrógeno verde para abastecer trenes a hidrógeno para el transporte de productos asociados a la industria minera. Las fases posteriores del proyecto se orientarían hacia la producción en grandes cantidades de derivados del hidrógeno verde para la exportación. Ya se encuentra asociado al Complejo Portuario Mejillones.
<b>AES Andes</b>	Producción de amoníaco verde contemplando suministro eléctrico a partir de una combinación de energía eólica y fotovoltaica
<b>Hoasis</b>	Proyecto desarrollado por la empresa TCI Gecomp que contempla la construcción de una planta de amoníaco verde para la exportación e incorpora además un modelo de economía circular que contempla la producción de fertilizantes y el desarrollo de productos agrícolas
<b>Región de Magallanes</b>	
<b>HIF</b>	Desarrollado por la empresa HIF, en conjunto con sus codesarrolladores, Siemens, Gasco y Porsche, y colaboración con Enel y Enap, contempla la producción de metanol y “e-gasolina” a partir de energía eólica y CO <sub>2</sub> capturado de la atmósfera para su exportación. El proyecto ya cuenta con compradores, como las empresas alemanas Porsche y Mabanaf y se espera que la fase piloto entre en operación en 2022.
<b>HNH Energy</b>	AustriaEnergy desarrolla un proyecto de amoníaco verde para la exportación, y cuenta con un memorando de entendimiento para la venta del amoníaco con Trammo.

**Fuente:** Ministerio de Energía

**Cuadro 3.** Principales proyectos que plantean abastecer la demanda interna y las soluciones piloto

Nombre	Breve descripción
<b>Región de Antofagasta</b>	
<b>Copec</b>	Copec está estudiando la viabilidad de crear una estación de repostaje de hidrógeno para buses del personal de las explotaciones mineras. La GIZ financia el estudio.
<b>Airliquide</b>	Airliquide está estudiando la viabilidad de producir hidrógeno verde y crear una estación de repostaje de hidrógeno para los autobuses de personal que transportan a los trabajadores a las minas. Su objetivo es empezar con un piloto en 2022
<b>Región de Valparaíso</b>	
<b>Minería San Pedro - CNP</b>	La empresa Minera San Pedro, en alianza con el Centro Nacional de Pilotaje (CNP), buscan probar la introducción de H <sub>2</sub> como combustible en operaciones mineras y el pilotaje de su uso en diversas aplicaciones.
<b>Región Metropolitana</b>	
<b>Walmart-Engie</b>	Walmart invertirá 15 millones de dólares con Engie para adaptar 259 grúas horquillas para que funcionen con celdas de combustible, las cuales serán alimentadas con hidrógeno verde producido mediante un electrolizador que será alimentado por energía solar fotovoltaica <i>in situ</i> . Walmart pretende utilizar hidrógeno verde en todas sus grúas horquillas para 2025
<b>Región del Biobío</b>	
<b>Cap-Paul Wurth</b>	La siderúrgica Huachipato, perteneciente a CAP, está estudiando incorporar hidrógeno verde para reemplazar el uso de <i>coke</i> en la producción de acero.

Fuente: Ministerio de Energía

## Referencias

- **Comité Solar e Innovación Estratégica, 2019.** Estrategia para el mercado del Hidrógeno verde en Chile: Resumen ejecutivo del diagnóstico. Disponible en: <http://bcn.cl/2rlp9>
- **Club de la Innovación, 2020.** Misión Cavendish, recursos. Disponible en: <https://clubdeinnovacion.com/cavendish-recursos/>
- **Ministerio de Energía, 2020.** Presentación Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde, 23/06/ 20. Disponible en: <http://bcn.cl/2rlpf>
- **Reporte Sostenible, 2020.** Edición Especial: Hidrogeno Verde. Disponible en: <http://reportesostenible.cl/edicion-especial-hidrogeno-verde-enero-febrero-2020/>
- **Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Miteco), 2020.** Hoja de ruta del hidrógeno renovable. Disponible en: <http://bcn.cl/2rloe>
- **World Energy Council, 2019.** Innovation Insights Brief 2019. Disponible en: <http://bcn.cl/2rlp6>
- **World Energy Council, 2021.** Working Paper: National Hydrogen Strategies. Disponible en: <http://bcn.cl/2rlp2>
- **GIZ, 2020.** Descarbonización del sector energético y chileno hidrógeno – cadenas de valor y legislación internacional, publicado el 25 de mayo 2020. Disponible en: <http://bcn.cl/2rloi>
- **GIZ, 2020.** Tecnologías del Hidrógeno y perspectivas para Chile, segunda edición publicada en mayo 2019. Disponible en: <http://bcn.cl/2rloq>
- **International Renewable Energy Agency (IRENA), 2019.** Hydrogen: A Renewable energy perspective. Disponible en: <http://bcn.cl/2rlox>
- **IEA, 2019.** The Future of Hydrogen. Disponible en: <http://bcn.cl/2rlp0>

### **Nota Aclaratoria**

Asesoría Técnica Parlamentaria está enfocada en apoyar preferentemente el trabajo de las Comisiones Legislativas de ambas Cámaras, con especial atención al seguimiento de los proyectos de ley. Con lo cual se pretende contribuir a la certeza legislativa y a disminuir la brecha de disponibilidad de información y análisis entre Legislativo y Ejecutivo.



Creative Commons Atribución 3.0  
(CC BY 3.0 CL)