

DOCUMENTO REFERENCIAL¹

Recopilación bibliográfica referencial de desafíos para el uso y adopción de hidrógeno en la industria chilena.

Mayo 2023

*Gerencia de Capacidades Tecnológicas – Programas y
Consortios Tecnológicos.*

¹ Este documento de carácter referencial recopila los principales diagnósticos y estudios de acceso público, en relación a desafíos para el uso y adopción de hidrógeno en la industria chilena, pudiendo utilizarse otras referencias y ser citadas en la postulación

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	3
Estudios asociados al uso de hidrógeno	4
Estudios y/o Diagnósticos asociados a transformación (transición) energética a hidrógeno en industrias locales con altas emisiones de co2:.....	4
Estudios y/o diagnósticos asociados a aplicaciones del hidrogeno verde como insumo químico en la elaboración de productos manufacturados en las industrias locales	6
Documentos públicos VINCULADOS A ESTUDIOS Y/O proyectos de Hidrogeno Verde:	7

INTRODUCCIÓN

El uso del hidrogeno ha sido clave durante muchas décadas, debido a su amplia gama de aplicaciones en diferentes procesos como: La industria de la alimentación, metales, química o vidrio. El hidrogeno como industria está totalmente establecido en el mundo, generando más de 50 millones de toneladas al anualmente.

Actualmente existen variados procesos de refinerías donde se puede utilizar, entre otros, el hidrogeno como:

- Hidro-desulfuración: los compuestos de azufre se hidrogenan a ácido sulfhídrico H_2S para quitar los desechos que contiene el petróleo desde su formación. Por ejemplo, la ENAP de Bio-Bio, declara que el hidrógeno que ellos producen se utiliza dentro del proceso de refinación, principalmente, en unidades que permiten cumplir con la especificación de niveles óptimos de azufre en gasolinas, Diesel y kerosene.
- Hidro-isomerización: parafinas normales se convierten en isoparafinas para mejorar las propiedades del producto (por ejemplo, RON)
- Des aromatización: los aromáticos se hidrogenan a ciclo parafinas o alcanos
- Hidro-craqueo: los hidrocarburos de cadena larga se rompen en cadenas más cortas como es el caso de las gasolinas

Los volúmenes de hidrógeno consumidos superan cada vez más a los que se producen en plataforma, por lo que deben complementarse desde otras fuentes. Procesos principales que necesitan de una generación de hidrógeno:

- El reformado con vapor de metano u otros hidrocarburos
- La recuperación de los gases residuales de la refinería
- La recuperación del gas de síntesis
- La gasificación de los residuos del refino del petróleo.

El hidrogeno se produce en base a petróleo, gas y carbono, lo que origina emisiones de CO₂, contaminando el medio ambiente. En base a esas consecuencias se ha creado la producción de hidrogeno en base a un proceso llamado electrólisis, que separa el hidrogeno y el oxígeno del agua en base a energías eléctricas renovables (solar o eólica), lo que se denomina Hidrogeno Verde.

Este proceso se ha vuelto muy importante a nivel mundial, ya que se puede utilizar para diferentes mecanismos de combustión en sectores industriales y productivos, disminuyendo considerablemente la contaminación y generando mayor empleo, y uso de capital humano.

El hidrogeno verde trae innumerables beneficios para nuestro país, ya que genera un gran crecimiento económico bajo la actividad de industrialización y de exportación, maximización de recursos, múltiples empleos, desconcentración de la economía y desarrollo social. [Link](#)

En el estudio sobre Chile y el hidrógeno verde (HV), se conceptualizó la idea de llevar adelante la industria del hidrógeno verde en Chile y el desarrollo de la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde, que fue lanzada por el Gobierno en noviembre de 2020, y destacan que se califique al H₂ verde como una tecnología con alto potencial para ayudar a mitigar el cambio climático. [Link](#)

ESTUDIOS ASOCIADOS AL USO DE HIDRÓGENO

ESTUDIOS Y/O DIAGNÓSTICOS ASOCIADOS A TRANSFORMACIÓN (TRANSICIÓN) ENERGÉTICA A HIDRÓGENO EN INDUSTRIAS LOCALES CON ALTAS EMISIONES DE CO₂:

1. El Ministerio de Energía realizó un detallado análisis y técnico en base a regiones en particular, en colaboración con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). En el proceso, analizaron los desafíos en materia de infraestructura, y otros aspectos, que requerirán las regiones de Antofagasta y Magallanes para consolidarse como valles y puertos de hidrógeno verde. Investigaciones que además consideraron sus impactos macroeconómicos, inversiones, infraestructuras, servicios, ingresos fiscales y creación de empleo; revelando que en la Región de Antofagasta podría existir -al 2050- una inversión de 70 billones de dólares (US\$ 70 mil millones). Mientras que la Región de Magallanes llegaría a los 100 billones de dólares. Los estudios, denominados Valles de Hidrógeno y Puertos para Antofagasta y Magallanes; establecen además que debería haber una reestructuración de la infraestructura existente hasta el 2030 y desde ese año la generación de nueva infraestructura. En cuanto a la creación de empleos, se prevé un fuerte aumento de puestos laborales entre el 2035 y 2040. [Link](#)
2. Vías de desarrollo de “hubs de hidrógeno” en Chile. Chile se ha fijado metas ambiciosas para el desarrollo de una industria de hidrógeno verde en la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde, estudios realizados para BID. Se han identificado seis sectores priorizados para desempeñar un papel clave en una demanda interna en fuerte crecimiento. Al mismo tiempo, Chile planea proporcionar hidrógeno y sus derivados a un mercado mundial en crecimiento dinámico. [Link](#)
3. Transición energética en América Latina y el Caribe. En el presente trabajo discute acerca de los desafíos, tendencias y rupturas que experimenta el sector energético de América Latina y el Caribe (ALC). En primer lugar, se esboza, a partir de la conjugación de tres elementos-Antropoceno, transición energética, agenda global para la sustentabilidad-el escenario mundial y regional actual. [Link](#)
4. Identificación de aspectos ambientales, sectoriales y territoriales para el desarrollo de proyectos de hidrógeno verde en toda su cadena de valor, realizado por GIZ, Inodú, Ministerio de Energía, Servicio de Evaluación Ambiental. El presente estudio ha tenido como propósito identificar y describir los desafíos ambientales que plantea la industria del hidrógeno verde a partir de electrólisis en todas sus etapas, junto con sus usuales prácticas de manejo a nivel internacional. Adicionalmente, se ha tenido la intención de facilitar antecedentes del proceso de regulación ambiental, sectorial, territorial chilena que tengan relación al desarrollo, implementación, ejecución y operación de proyectos de generación, almacenamiento, transporte y consumo de hidrógeno verde. [Link](#)

5. Reglamento de seguridad de instalaciones de hidrógeno. El 13 de febrero de 2021 se publicó en el Diario Oficial la Ley N° 21.305, sobre Eficiencia Energética, que introdujo modificaciones al Decreto Ley N° 2.224, de 1978, del Ministerio de Minería y al Decreto con Fuerza de Ley N° 1, de 1978, del Ministerio de Minería, que deroga Decreto N° 20, de 1964, y lo reemplaza por las disposiciones que indica, a efectos de incorporar al hidrógeno y a los combustibles obtenidos de él como parte integrante del sector energía. [Link](#)

ESTUDIOS Y/O DIAGNÓSTICOS ASOCIADOS A APLICACIONES DEL HIDROGENO VERDE COMO INSUMO QUÍMICO EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS MANUFACTURADOS EN LAS INDUSTRIAS LOCALES

1. El principal destino del hidrógeno en Argentina es su utilización para producción de amoníaco (en su mayoría para fertilizantes) y para la industria petroquímica – refinación de hidrocarburos– y la producción de metanol, el cual tiene diversos usos industriales y también interviene en la formulación de combustibles. [Link](#)
2. Evaluación técnica y económica del uso de hidrogeno verde en aplicaciones para la industria y desplazamiento de combustible fósil, financiado por Transelec S.A. Donde se analiza el ciclo de abastecimiento del hidrógeno verde desde su generación hasta su consumo final, detallando cada una de las principales alternativas asociadas a cada proceso, y cada producto que se puede generar en base al HV. [Link](#)
3. El estudio del uso del hidrógeno verde para disminuir el impacto de contaminación ambiental en la fabricación de los explosivos ANFOS, Donde se realizó una evaluación económica de una planta generadora de hidrógeno capaz de producir el total de hidrógeno anual necesario para producir nitrato de amonio durante los próximos 10 años [Link](#)
4. H2Chile realizó una demostración de usos de HV, específicamente en la minería y sus productos de manufactura. [Link](#)
5. Análisis de viabilidad para el uso de metano obtenido a partir de hidrógeno verde como agente reductor en fundiciones de cobre, sugiere que el uso de hidrógeno verde como agente reductor en la etapa de fundición de cobre para la producción de metano, es una solución viable con beneficios económicos y ambientales. Mediante el software Oracle Cristal Ball se realizó en un análisis técnico y financiero nacional, lo que se tradujo en un Valor Actual Neto (VAN) de US\$5.459M y un

período de retorno de la inversión de 11,8 años. El análisis multiparamétrico determinó que el VPN es positivo con un nivel de confianza de 97,32%, afectado principalmente por el precio del metano, con una contribución a la varianza del 97,8%. [Link](#)

DOCUMENTOS PÚBLICOS VINCULADOS A ESTUDIOS Y/O PROYECTOS DE HIDROGENO VERDE:

MINISTERIO DE ENERGIA

1. Haru Oni es un proyecto en proceso que considera la construcción de una planta para la producción de eCombustibles, una turbina eólica de 3,4 MW y una línea de transmisión de respaldo de 13 kV ubicada en el sur de Chile. La iniciativa fue aprobada por el Ministerio de Energía y elaborada por diferentes entidades privadas. Este proyecto está impulsado por el Ministerio de energía, sin embargo, el propietario de la planta es HIF, y cuenta con el respaldo de Enap, las alemanas Siemens y Porsche, y la italiana Enel Green Power, entre otras empresas. [Link](#)
2. El Proyecto H2 Magallanes, el más grande de Chile, es de la empresa internacional Total Eren, estará ubicado en la comuna de San Gregorio y contará con hasta 10 GW de capacidad instalada eólica, junto con hasta 8 GW de capacidad de electrólisis, una planta desalinizadora y una planta de amoníaco (NH3) [Link](#)
3. El Ministerio de Energía tiene como principal iniciativa, el realizar distintas mesas de trabajo sobre el retiro y/o reconversión de unidades a carbón. [Link](#)
4. Ministerio de Energía y Nuevo Pudahuel lanzan plan para incorporar hidrógeno en el Aeropuerto de Santiago. [Link](#)
5. En el marco de la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde y los compromisos asumidos en la COP 26 en Glasgow, Escocia, y la política de Bienes Nacionales para fomentar el desarrollo de este combustible en terrenos fiscales, los ministerios de Bienes Nacionales y Energía, anunciaron conjuntamente la apertura de un proceso inédito denominado “Ventana al Futuro”, para disponer terrenos de propiedad fiscal, a través de concesiones onerosas, para la instalación de plantas que produzcan Hidrógeno Verde (H2v). [Link](#)
6. El ministro de Energía de Chile y el alcalde Mayor de Hamburgo, han anunciado la firma de un Memorandum de Entendimiento (MdE) por el cual Chile se compromete a exportar hacia Alemania hidrógeno producido a partir de fuentes renovables. [Link](#)

ANID

1. El Fondo Crea y Valida I+D+i Empresarial Reactívalo de CORFO (21CVID2-183857), el Centro ANID Fraunhofer Chile está trabajando en una plataforma web para ofrecer valiosa información para estimar costos de producción para potenciar el desarrollo de proyectos de Hidrógeno Verde en el norte de Chile con tecnologías solares. [Link](#)
2. Proyecto “Multidimensional study of the hydrogen value chain applications in the local industry”, que se sustenta en el potencial que nuestro país tiene en el ámbito de las energías renovables y que se ha consolidado dentro de la matriz energética nacional, gracias a cambios en las políticas públicas, leyes y regulaciones aplicadas en la última década, las que estuvieron orientadas a generar una solución para reducir el riesgo asociado a la disponibilidad de fuentes hidrológicas y la dependencia de combustibles fósiles, como el carbón y el gas natural. [Link](#)

PROYECTOS DE INVERSIÓN PRODUCCIÓN HIDRÓGENO VERDE, APOYADOS POR CORFO:

1. Proyecto Faro del Sur: Presentado por la empresa Enel Green Power Chile S.A., la cual producirá 25.000 toneladas de hidrógeno verde por año en la Región de Magallanes, gracias a la instalación de 240 MW de electrolizadores y el suministro eléctrico de un parque eólico en la región. El hidrógeno verde se espera vender a HIF Chile, empresa que producirá metanol y gasolina para su exportación a Europa.
2. HyEx – Producción Hidrógeno Verde: Liderado por Engie S.A., el que busca generar una planta escala piloto industrial para la generación de 3.200 toneladas de hidrógeno verde por año, a partir de una capacidad de electrólisis de 26 MW en la Región de Antofagasta. Este hidrógeno verde será luego suministrado a Enaex para la producción de amoníaco verde, con el fin de reducir más de 30.000 toneladas de CO₂ anuales.
3. Antofagasta Mining Energy Renewable (AMER): Iniciativa a cargo de Air Liquide S.A. con la que se espera producir 60.000 toneladas por año de e-metanol a partir de energía renovable, hidrógeno verde y CO₂ capturado desde una fuente fija. Con una potencia de electrolizadores de 80 MW, se instalará en la Región de Antofagasta.
4. Hidrógeno Verde Bahía Quintero: Liderado por GNL Quintero S.A. que contempla el desarrollo, construcción y operación de la primera planta de hidrógeno verde de gran escala, ubicada en la zona central de Chile, en la Región de Valparaíso. El proyecto contará con una capacidad instalada de electrolización de 10 MW, con la que se espera producir al año 430 toneladas de hidrógeno verde.
5. “H2V CAP”: Que busca implementar, en la Región del Biobío, una planta de hidrógeno verde que tendrá una potencia de electrolizadores de 20 MW, con el

fin de producir 1.550 toneladas de hidrógeno verde al año y reducir más de 161.000 toneladas de CO₂ anuales.

SERNAGEOMIN

1. Guía de Hidrógeno Verde en Minería, documento que establece un marco de acción para el desarrollo de este combustible limpio en las faenas mineras, otorgando certeza a las empresas, eliminando barreras y facilitando una adopción segura del H₂v en la industria. [Link](#)