

Contexto latinoamericano del hidrógeno verde para su desarrollo y aplicación

Programa de Energías Renovables y Eficiencia Energética (PEERR)

La Paz, 27 de julio de 2021



Implementada por:



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
HIDROCARBUROS Y ENERGÍAS

Contenido

1. Fundamentos y mercado actual de H₂
2. Hidrógeno verde: producción y usos
3. Panorama en América Latina
4. Potencial de la región



ACERCA DE HINICIO

CONSULTORES ESTRATÉGICOS EN
ENERGÍA Y TRANSPORTE SOSTENIBLES

Compañía fundada en 2006.

Oficinas en **Bruselas, París, Bogotá, Buenos Aires y Santiago** y representación directa en **Beijing, Holanda y México.**



ESTRATEGIA



INVERSIÓN



POLÍTICAS PÚBLICAS



PROYECTOS



ALGUNOS DE NUESTROS CLIENTES

Experiencia en toda la cadena de valor del sector energía y transporte

SECTOR PRIVADO

- Multinacionales
- Start-ups
- Inversionistas
- Asociaciones comerciales



SECTOR PÚBLICO

- Organizaciones internacionales
- Instituciones europeas
- Gobiernos
- Entidades públicas





Hidrógeno: fundamentos y mercado actual

Generalidades del Hidrógeno



El hidrógeno es el elemento más abundante del universo, pero no en su forma pura



El hidrógeno necesita ser "extraído" de diferentes componentes, gases o líquidos



Tiene una alta densidad de energía por unidad de peso, pero baja densidad en términos volumétricos



Hay poca infraestructura dedicada; debe desarrollarse o usar la red de gas para su transporte



Actualmente el ~95% del H₂ producido es gris: proviene de fuentes fósiles y es intensivo en emisiones



La electrólisis del agua con energía renovable, proceso clave para un hidrógeno verde, sigue siendo costosa



Es un vector energético que permite electrificar indirectamente los usos difíciles de descarbonizar.



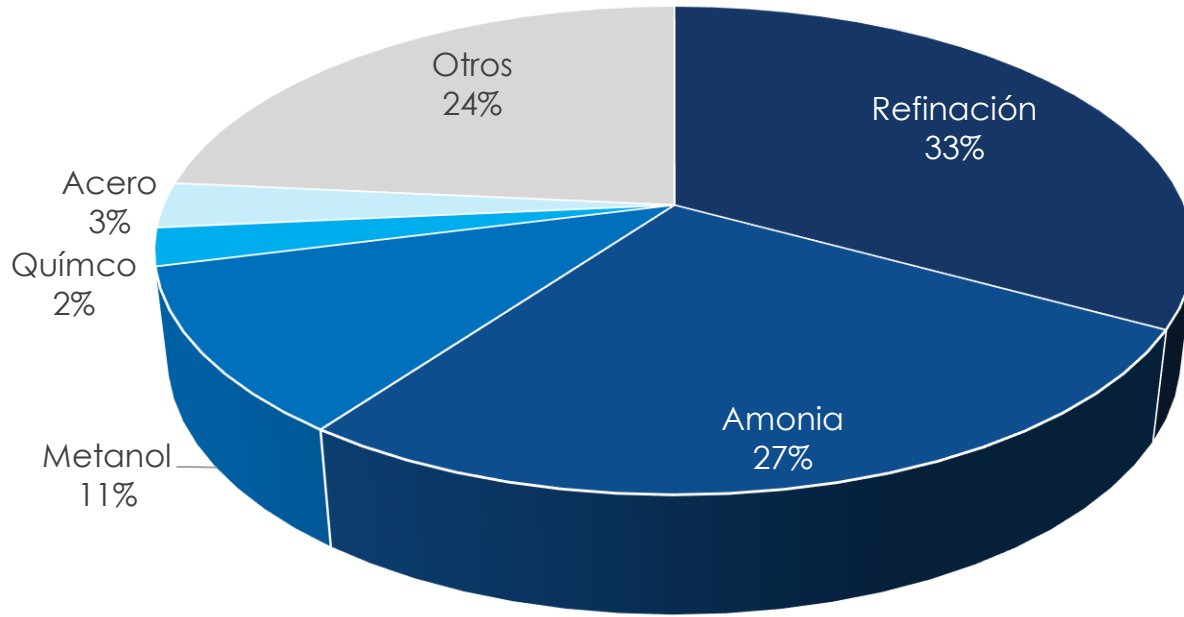
Una ton H₂ producida por SMR* genera hasta 14 ton CO₂. Vía electrólisis con fuentes renovables, es casi 0.

* SMR: Steam Methane Reforming por siglas en inglés

Mercado actual de hidrógeno a nivel mundial

China, Europa, Estados Unidos y Medio Oriente consumen más del 70% a nivel mundial

Distribución del consumo mundial de H₂ por uso en 2020



*Considerando un precio promedio de 1.67 USD/kg H₂ debido a que actualmente 95% del hidrógeno es de origen fósil.

** Fuente: IEA 2020, Energy Technology Perspectives

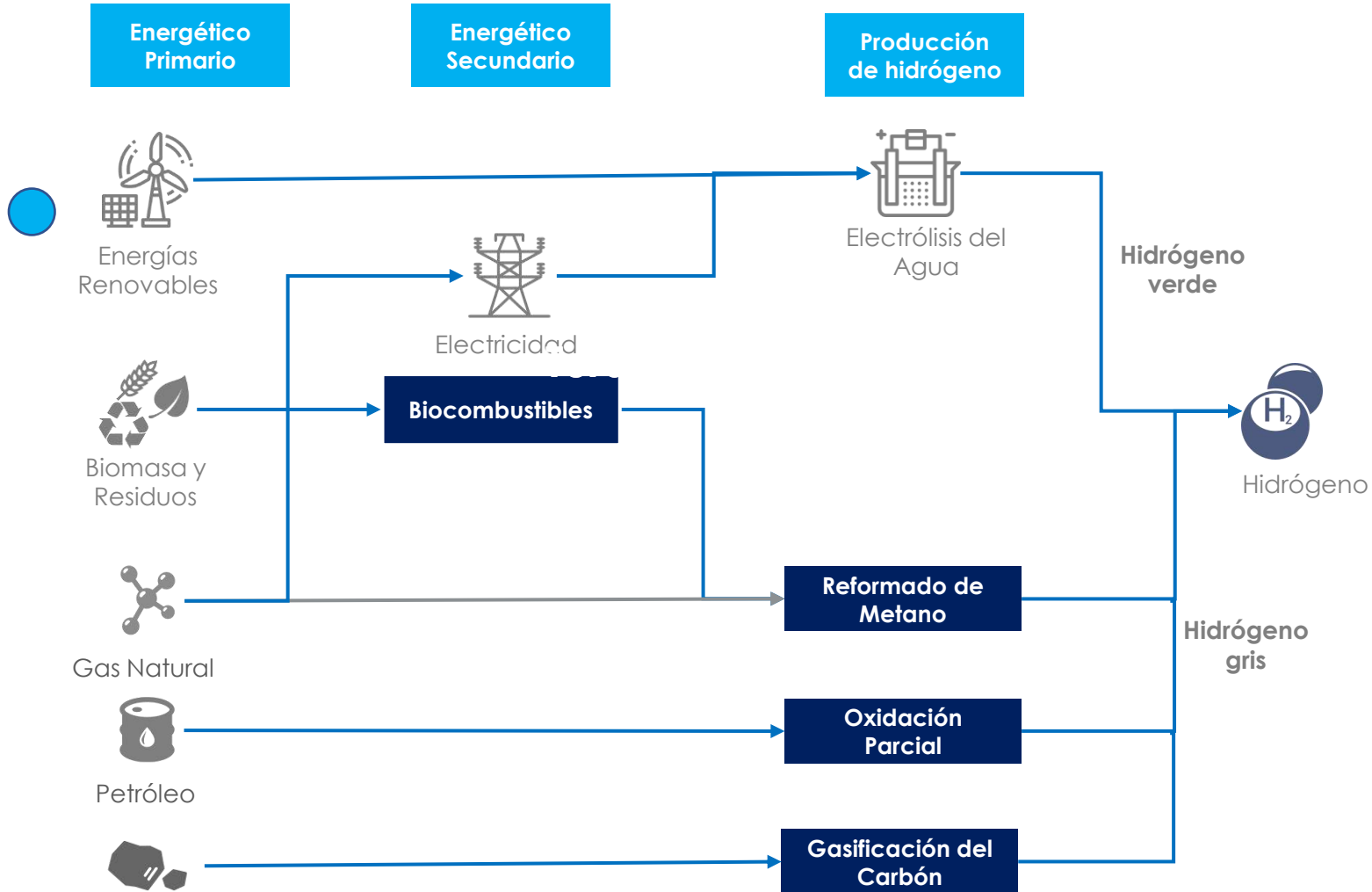


- El H₂ en la actualidad es producido por combustibles fósiles, siendo el gas natural el de mayor participación seguido del carbón principalmente en China.
- La producción de H₂ durante el 2020 generó emisiones > 800 MM toneladas CO₂.
- Uso principal del hidrogeno es como materia prima para industrias químicas y de refinería**

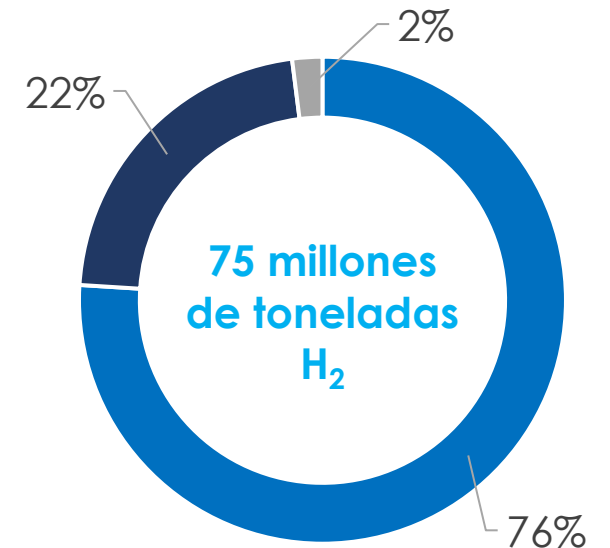
Consumo mundial 2020 de hidrógeno:
75 millones de toneladas, equivalentes a **125 mil millones de USD***

¿Cómo se produce el hidrógeno?

Actualmente predominan las fuentes fósiles de producción de hidrógeno



Producción global de hidrógeno (2020)



■ Gas natural ■ Carbón ■ Electrólisis

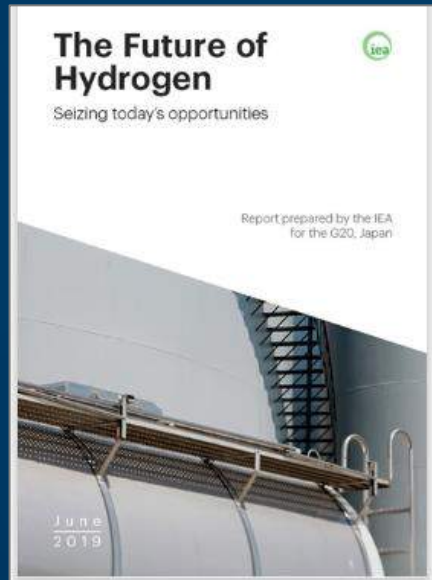
Fuente: US Department of Energy, Hydrogen Strategy (2020)

Los colores del hidrógeno

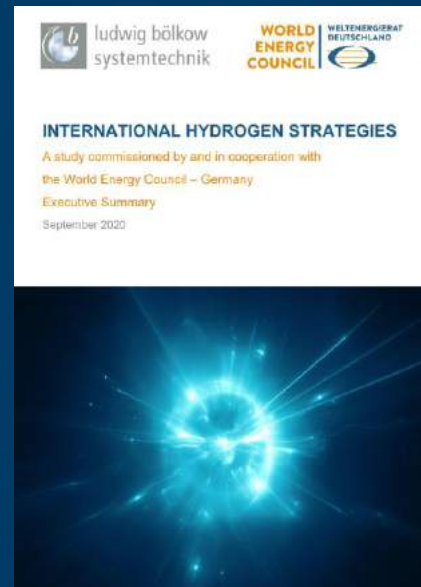
Están dados por la fuente de energía, materia prima y tecnología usada para producirlo

Color	Fuente energética	Materia prima	Tecnología de producción	Volúmenes de producción	Contribución a las metas de descarbonización
Gris	Combustibles fósiles	Metano	Reformado de Metano con Vapor (SMR)	100 – 600 ton H ₂ /día	Sin contribución en reducción de emisiones. Permite producir altos volúmenes de hidrógeno para pruebas de nuevas tecnologías
		Carbón	Gasificación		
Azul	Combustibles fósiles	Metano	SMR con captura de carbono	100 – 600 ton H ₂ /día	Permite producir altos volúmenes de hidrógeno para pruebas de nuevas tecnologías 80-90% de reducción de emisiones
		Carbón	Gasificación con captura de carbono		
Turquesa	Energía renovable o carbono-neutral	Metano o biometano	Pirólisis	Escala de laboratorio	Tecnología prevista para producir altos volúmenes de hidrógeno. Sin emisiones de CO ₂ a la atmosfera, pero con carbón sólido como subproducto
Rosa	Energía nuclear	Agua	Electrólisis acoplada a los sistemas de refrigeración de los reactores	0.1 – 2 ton H ₂ /día	Volúmenes medios de producción de hidrógeno. Sin emisiones de CO ₂ a la atmosfera, pero con residuos nucleares
Verde	Energía renovable	Agua	Electrólisis	0.1 – 2 ton H ₂ /día	Volúmenes medios de producción de hidrógeno. Sin emisiones de CO₂ atmosféricas ni otro tipo de residuos.

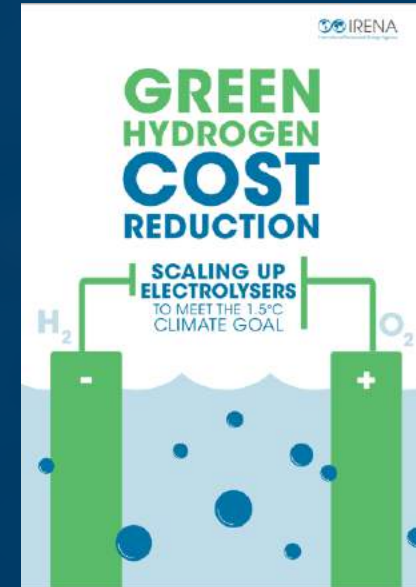
Organizaciones líderes del sector lo consideran una **pieza clave en la descarbonización del planeta**



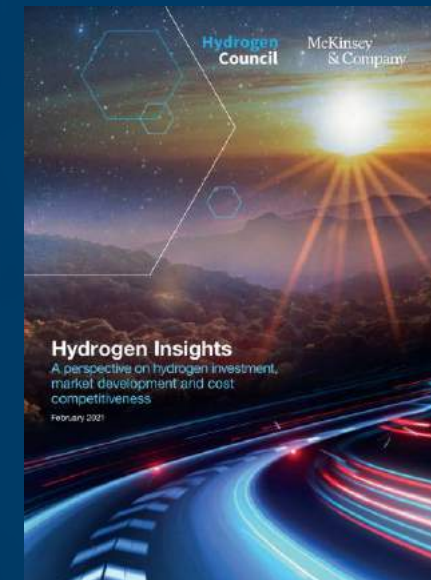
International Energy Agency
2019



World Energy Council
2020



International Renewable Energy Agency
2020



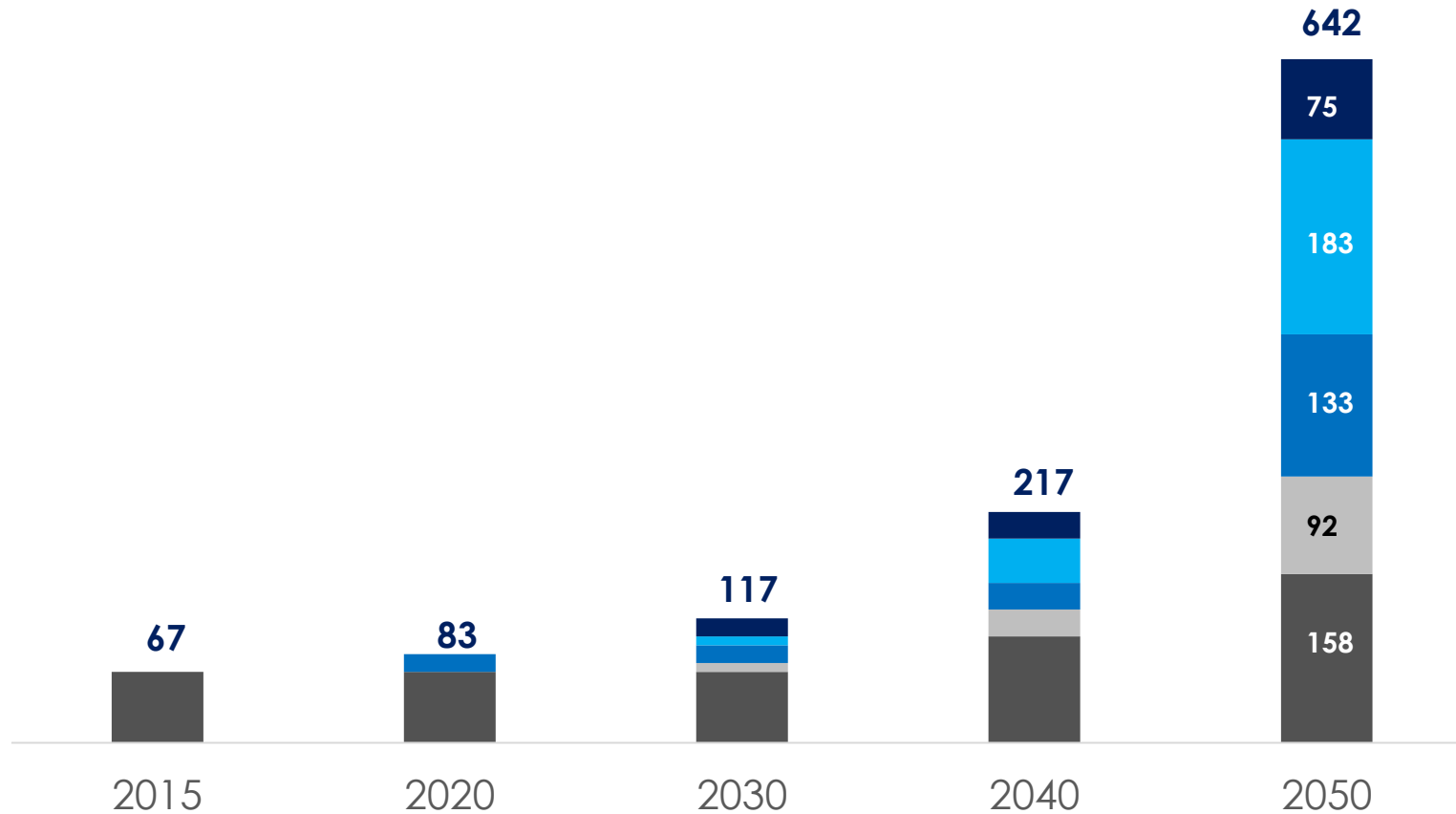
Hydrogen Council
2021

Crecimiento fuerte esperado de la demanda de H₂ a nivel mundial

Debido a su adopción proyectada en nuevos segmentos



Mercado Global de Hidrógeno, en Millones Ton/año



Fuente: Elaboración propia, basado en Hydrogen Council (2017)

Las estrategias nacionales de hidrógeno están acelerando las proyecciones de demanda

Países en la carrera por una economía de H₂ (Q2 2021) hojas de ruta del H₂

* La estrategia de Estados Unidos es una iniciativa del sector privado



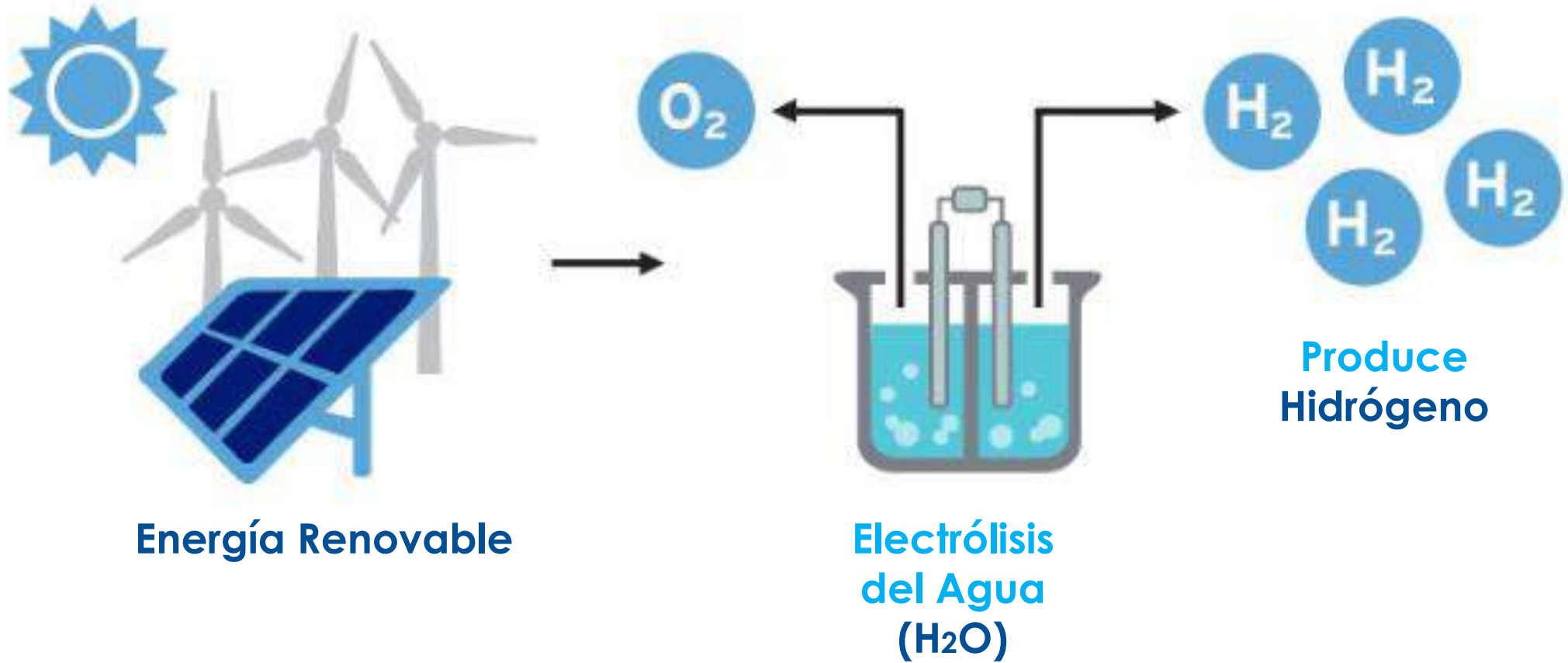
Fuente: Hinicio (2021)



Hidrógeno verde: producción y usos

¿Cómo se produce el hidrógeno verde?

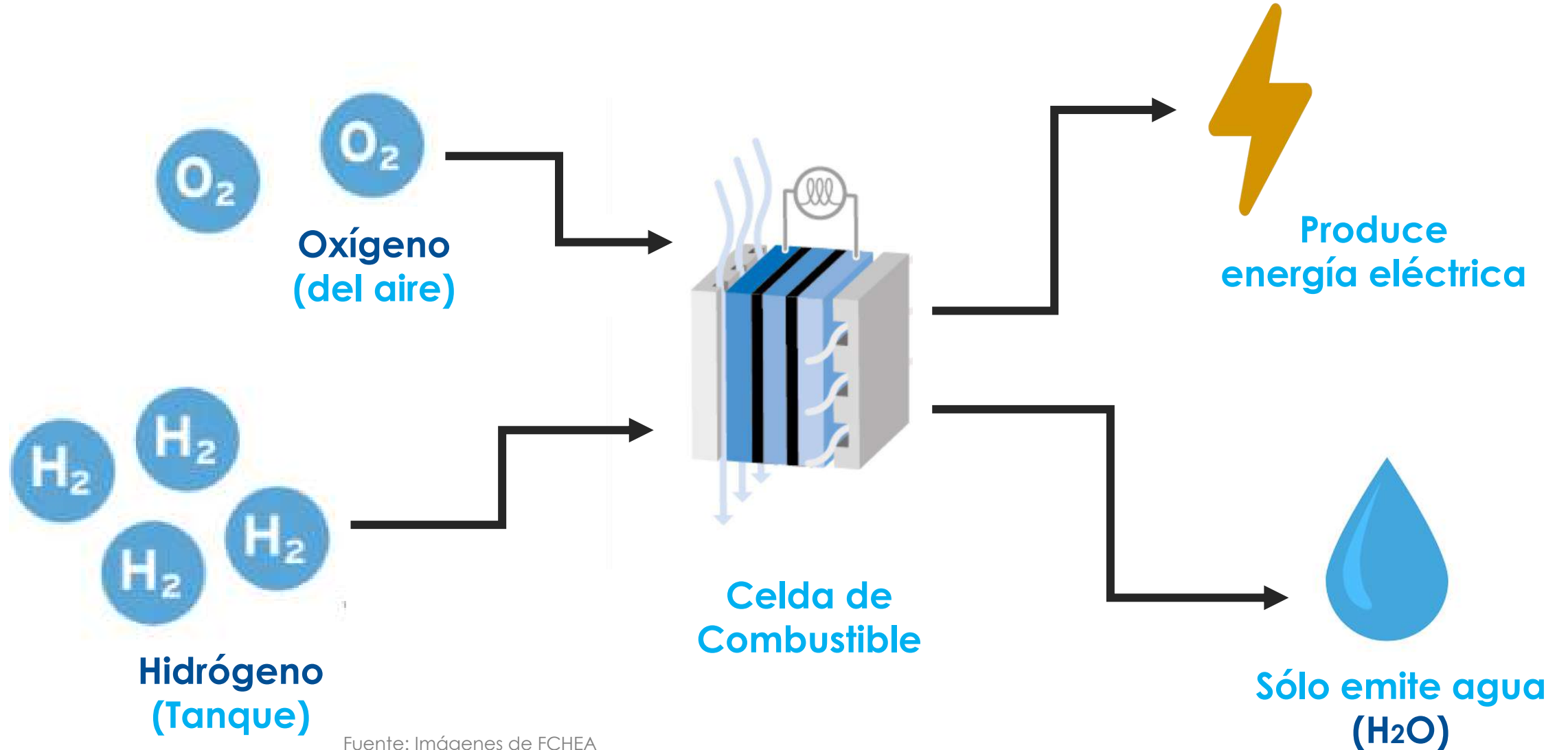
Usando un electrolizador y una fuente de energía libre de emisiones



Fuente: Imágenes de FCHEA

H₂ se puede transformar en energía eléctrica

A través de una celda de combustible usando H₂ y O₂



Fuente: Imágenes de FCHEA

Su potencial de descarbonización lo hace atractivo para usos tradicionales y nuevos



Fuente: Hinicio (2021)

Nuevos usos en energía, transporte e industria

Almacenamiento de renovables:

Días, semanas o inclusive meses

Electrólisis + Celda de Combustible: Gestión de red

Movilidad Eléctrica

Buses, autos, trenes, camiones, barcos...

Insumos industriales 100% verdes

- Amoniaco verde (fertilizantes)
- Refinerías
- Acero
- Química
- Metalurgia
- Vidrio
- Grasas y aceites

Descarbonización del gas natural

Inyección de hidrógeno verde en gasoductos para mezcla con gas natural

Combustibles Líquidos Renovables

Potencial a largo plazo de producción de E-Fuels (ej. E-Diésel, E-Metanol)

Gas metano 100% renovable

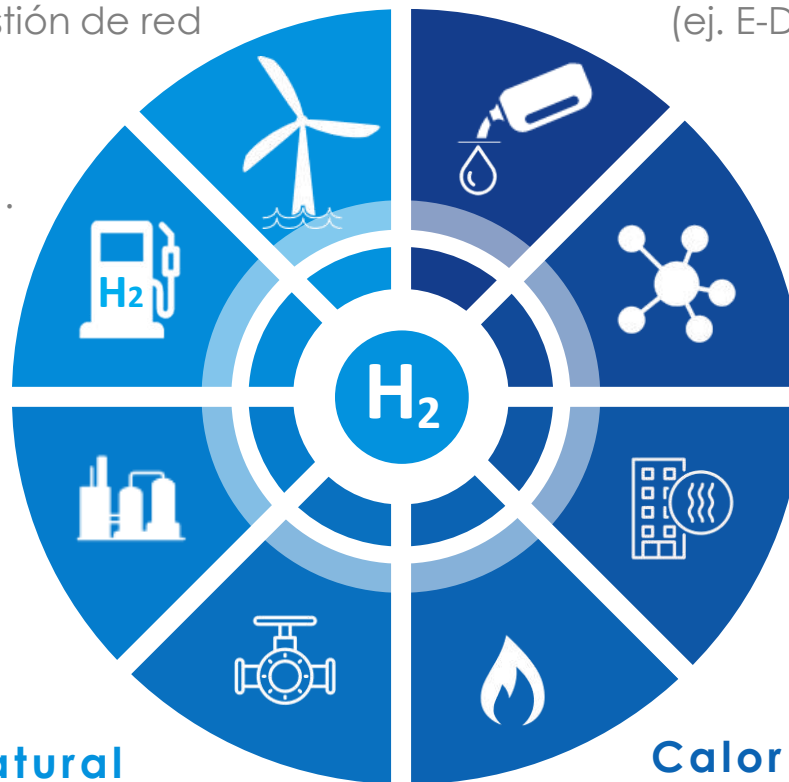
Producción de gas natural sintético
H₂ + CO₂ capturado

Edificaciones

Low-Combined Heat and Power

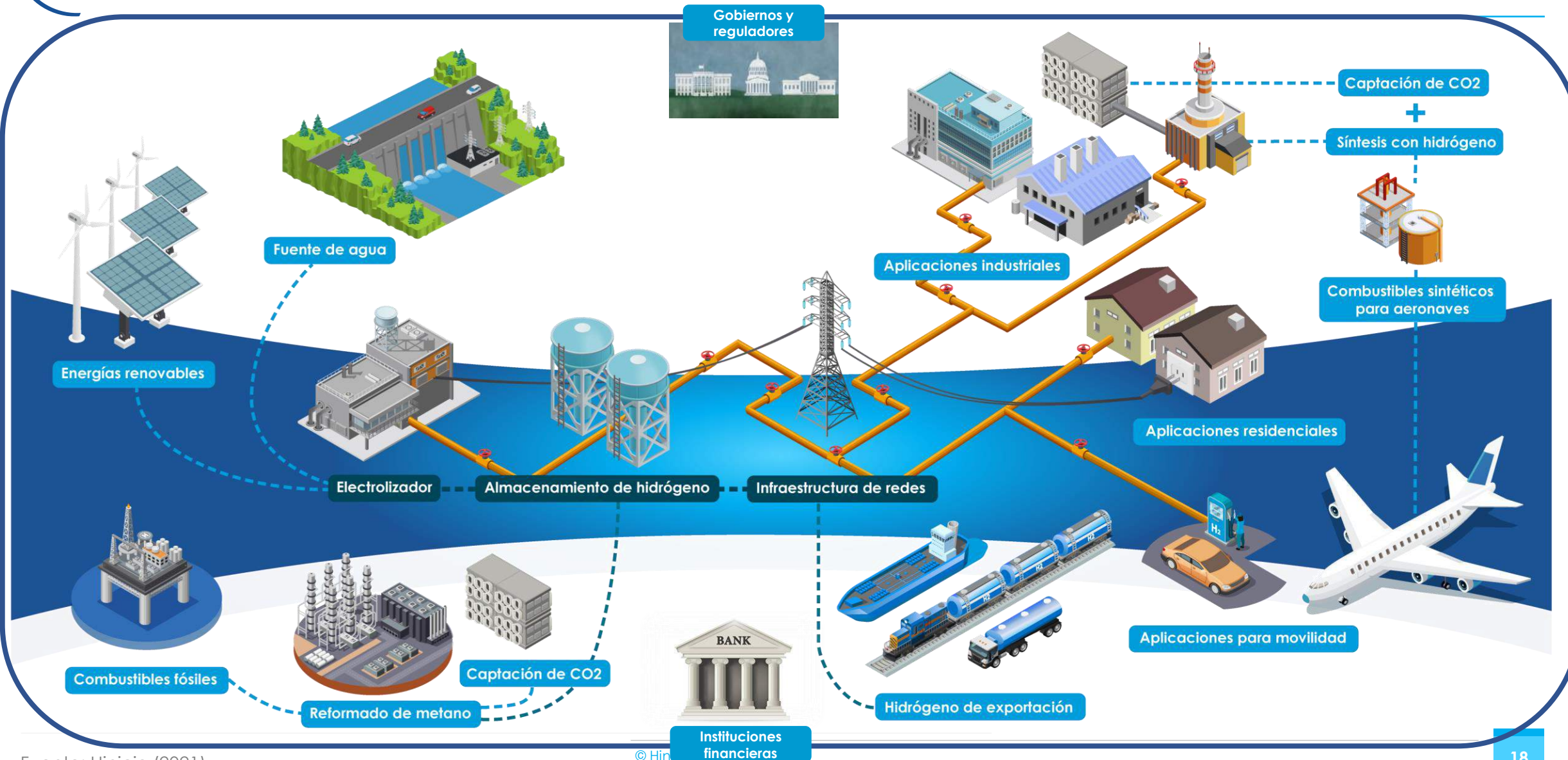
Calor industrial

Combustión directa en calderas, motores y turbinas
High Combined Heat and Power



Nuestra visión de la economía del H2

Un elemento clave que posibilita la integración de sectores



Power to X como concepto de los múltiples usos finales del H₂

P

POWER

G

GAS

C

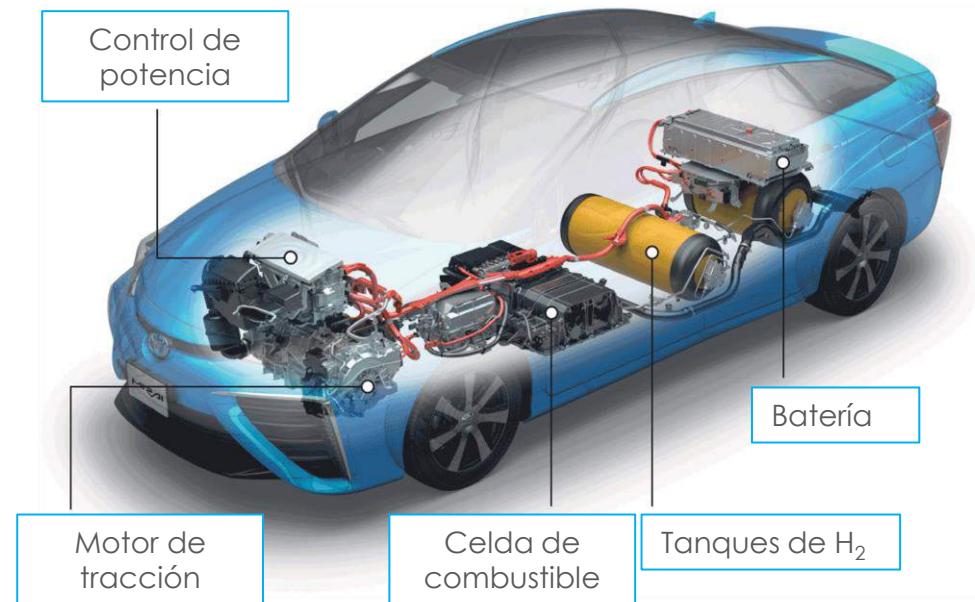
CHEMICALS

M

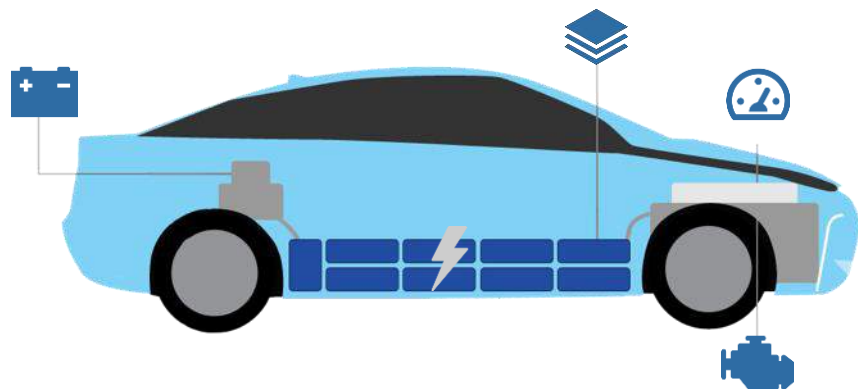
MOBILITY

¿Que son? ¿Como funcionan?

- Son vehículos eléctricos que funcionan con una batería acoplada a una celda de combustible.
- El motor eléctrico puede recibir energía tanto de la batería como de la celda de combustible.
- El combustible que se recarga al auto es H₂. Por ejemplo 5 kg a 700 bar de presión para un automóvil.
- La batería se recarga con la energía de la celda de combustible o con los frenos regenerativos del auto.



VEHÍCULOS A BATERÍA (BEV)



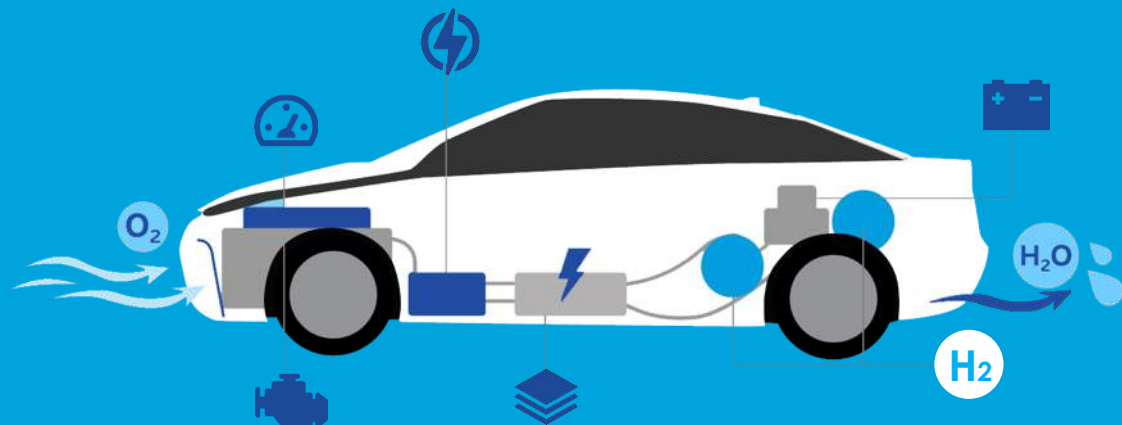
👎 Recarga 40mn - 8 h para 200 - 300 km

👍 Menor costo y mayor eficiencia

Mejor para:

- Segmentos livianos
- Distancias cortas y medias
- Uso particular

VEHÍCULOS A HIDRÓGENO (FCEV)




👍 Recarga 4 - 6 minutos para 550 - 750km

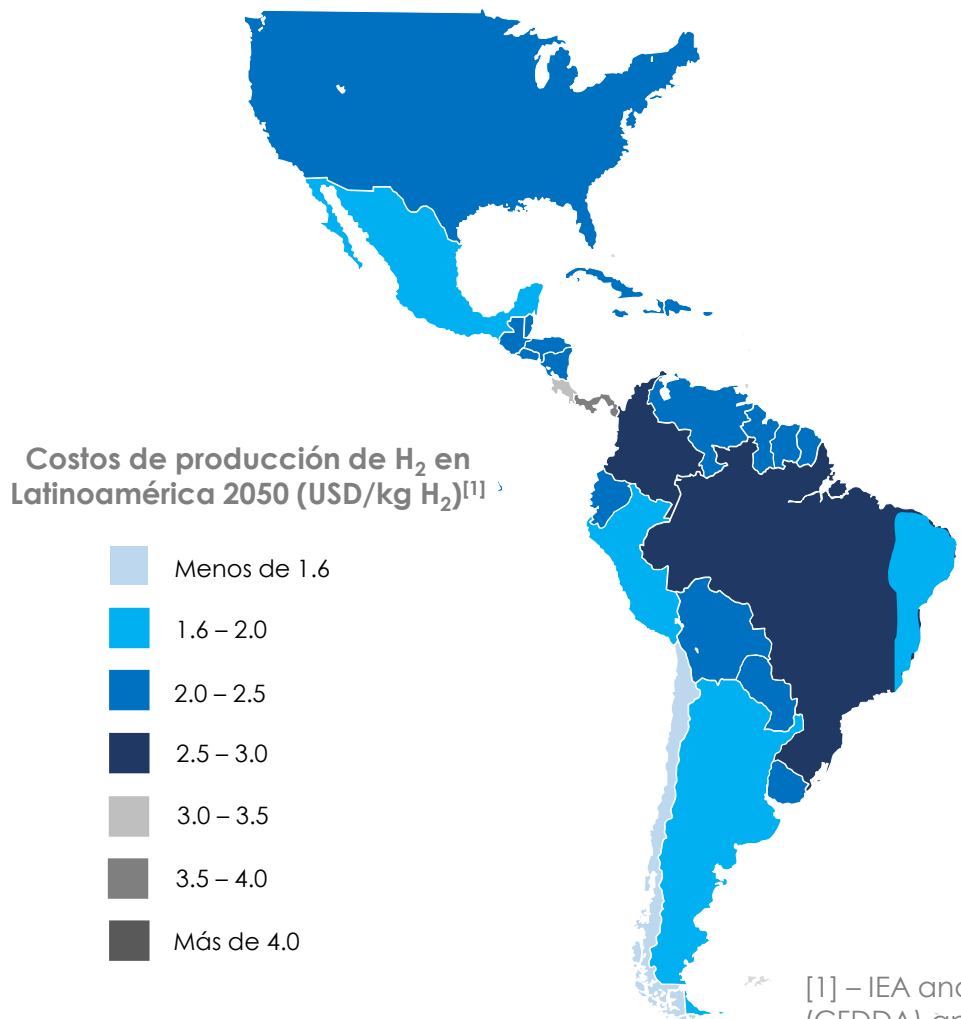
👎 Mayor costo y menor eficiencia energética

Mejor para:

- Segmentos pesados
- Larga distancias
- Uso comercial



Panorama del hidrógeno verde en América Latina



[1] – IEA analysis based on wind data from Rife et al. (2014), NCAR Global Climate Four-Dimensional Data Assimilation (CFDDA) and solar data from renewables.ninja (2019)

▶ Esfuerzos de descarbonización

- ▶ Sector transporte
- ▶ Minería y otras grandes industrias

▶ Recursos renovables en abundancia

- ▶ La presencia de recursos hidroeléctricos, solares y eólicos abundantes y rentables permitirán la producción de H₂ verde a precios muy competitivos
- ▶ Exportación de hidrógeno: una visión a largo plazo

▶ Diversificación para el sector hidrocarburos

- ▶ Grandes compañías públicas
- ▶ Establecimiento de capacidades técnicas, canales de distribución, y know-how para producir combustibles
- ▶ Infraestructura robusta existente



Un total de 35 proyectos piloto industriales de H₂ reportados en LATAM, la mayoría en desarrollo

- Autobuses o camiones
- Refinería
- Power to Power
- Minería
- Exportación / E-Fuels
- Industria / acero
- Marítimo

5 Operación
30 Pre-FID & Desarrollo

*Se excluyen proyectos I+D



Hinicio

Principales empresas explorando el H₂ verde en América Latina



Fuente: Hinicio (2021)

COSTA RICA

Plan Nacional de Energía: Incluye al H₂ como un combustible limpio y describe algunos cambios normativos requeridos.

Comisión del H₂: Ministerios + Empresas públicas para promover I+D, producción y comercialización de H₂.

Plan de Movilidad Eléctrica: incluye al H₂ explícitamente

URUGUAY

Estrategia Nacional de H₂ verde: En sus primeras etapas de desarrollo. Esperada en segundo semestre de 2021.

CHILE

Estrategia Nacional de H₂ verde: Única publicada en la región hasta el momento.

Guía de apoyo para Solicitud de Autorización de Proyectos Especiales de Hidrógeno ante SEC: Primer avance regulatorio de la estrategia, facilita la consecución de permisos para la implementación de proyectos relacionados a H₂ mientras la regulación específica no haya sido publicada.

Hidrógeno como energético a nivel regulatorio.

COLOMBIA

Estrategia Nacional de H₂: En construcción, y esperada en segundo semestre de 2021. H₂ verde y H₂ Azul.

Plan Energético Nacional 2050: Incluye objetivos de penetración de H₂ cero emisiones.

Ley de Movilidad Eléctrica: Incentivos incluyen explícitamente vehículos FC

BRASIL

Plan Energético Nacional : Incluye al hidrógeno verde y varios de sus usos finales dentro de los segmentos a desarrollar.

Plan para ER: Promueve diversas estrategias de I+D para el hidrógeno.

PARAGUAY

Ruta de H₂ Verde: Plan que analiza diferentes posibles estrategias para la implementación de H₂ verde en el país. Se podría considerar una “pre-Estrategia de H₂ verde”

ARGENTINA

Ley de promoción de hidrógeno (2006): Nunca fue reglamentada.

Plan Nacional de Hidrógeno del 2014: Nunca se implementó debido a cambio de gobierno.





Estrategia nacional:

- Creación de mercado interno inicial
- Posterior exportación
- 6 pilares de trabajo



Corporación para el Fomento a la Producción (CORFO):

- **Mecanismos de financiamiento** para la investigación y promoción del uso de H2 verde
- **Instituto Chileno de Tecnologías Limpias:** En proceso de implementación



- **Hydra:** Consorcios para **transporte minero** con H2, CORFO, Engie y Mining3
- **HyEx:** Piloto de **amoniaco verde** para explosivos de Enaex y Engie.
- **HIF (Haru Oni):** Proyecto de **e-fuels** y metanol en Magallanes

Principales retos a nivel de proyectos





Algunos pilotos de movilidad y estudios para el desarrollo de la economía del hidrógeno en el país



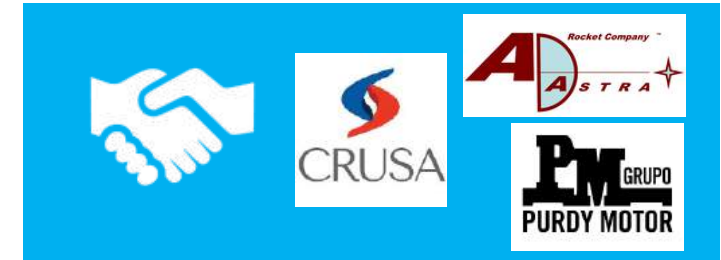
Ad Astra, Recope, Cummins, Toyota:

- 1 bus Cummins (2018) y 4 Toyota Mirai (2019) con H₂ verde (energía solar) operando.
- Vehículos utilizados en leasing para servicio de transporte VIP
- Fondos de Toyota Mobility Foundation para escalar piloto.
- Costa Rica fue el primer país de Latinoamérica al que llegó el modelo Mirai de Toyota.



Instituto Costarricense de Electricidad (ICE):

- Dos acuerdos de colaboración, firmados con Siemens y Ad Astra.
- Identificación de casos de negocio para el H₂.
 - Interés en reconversión de turbinas a gas
 - Parte del Plan Nacional de Descarbonización 2018–2050.



Alianza H₂ Costa Rica: impulsar y desarrollar el ecosistema de H₂ para la movilidad sostenible

- Varios actores están trabajando juntos para introducir el hidrogeno en Costa Rica
- CRUSA como ente administrador
- Fondos BID: Estudios técnico-financieros de movilidad H₂
- HINICIO viene desarrollando una hoja de ruta nacional.

Principales retos a nivel de proyectos





La empresa nacional de petróleo y gas desarrolla un proyecto piloto de transporte con FCEV

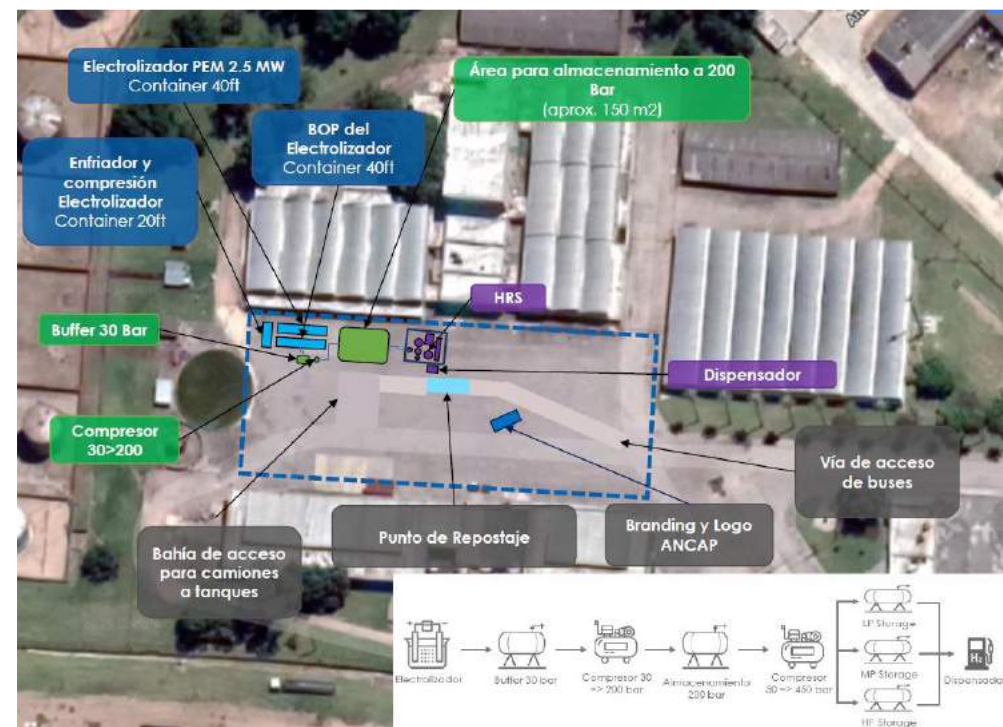
MIEM, UTE y ANCAP (2019): Piloto de buses interurbanos y camiones de carga.

- Inversiones estimadas ~ 15 millones USD
- Cooperación técnica del BID (250kUSD)
- Hoy en día llamado H2U



MEF y JBIC: Memorandum de Entendimiento para la cooperación en el desarrollo de proyectos verdes de H2

- Duración de 3 años
- Intercambio de información sobre tecnologías y proyectos existentes



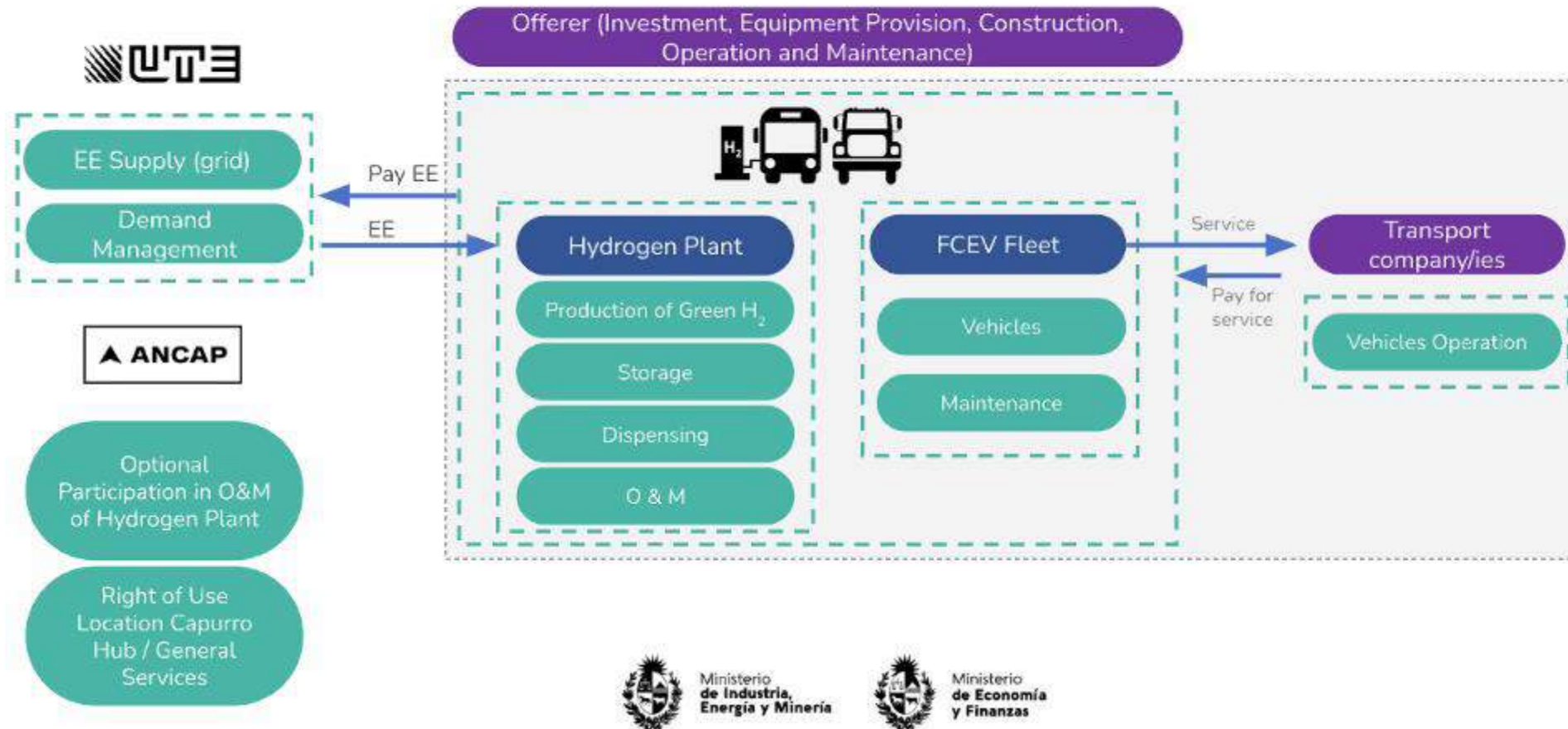
Principales retos a nivel de proyectos



Proyecto H2U (antes Verne)

Proyecto de Movilidad FC en Uruguay, con punto de recarga en Montevideo

Initial business model H₂U Pilot - Defined





Comienzan los esfuerzos públicos y privados para el desarrollo temprano de H₂, pero falta impulso político



Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovación y Comunicaciones (2018):

Programa Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para Energía Renovable y Biocombustibles.

- Metas para el desarrollo de la producción y consumo de hidrógeno verde



Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo (2015):

Piloto de 3 FCEB con participación de actores de importancia¹.

- Financiado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
- Fondos de la Agencia Brasileña para la Innovación.



Hub de Hidrógeno de Pecem:

Proyecto en etapas iniciales de desarrollo con potencial de:

- 5 GW de electrólisis
- 900 kton H₂/año
- 5.4 mil millones USD

Principales retos a nivel de proyectos

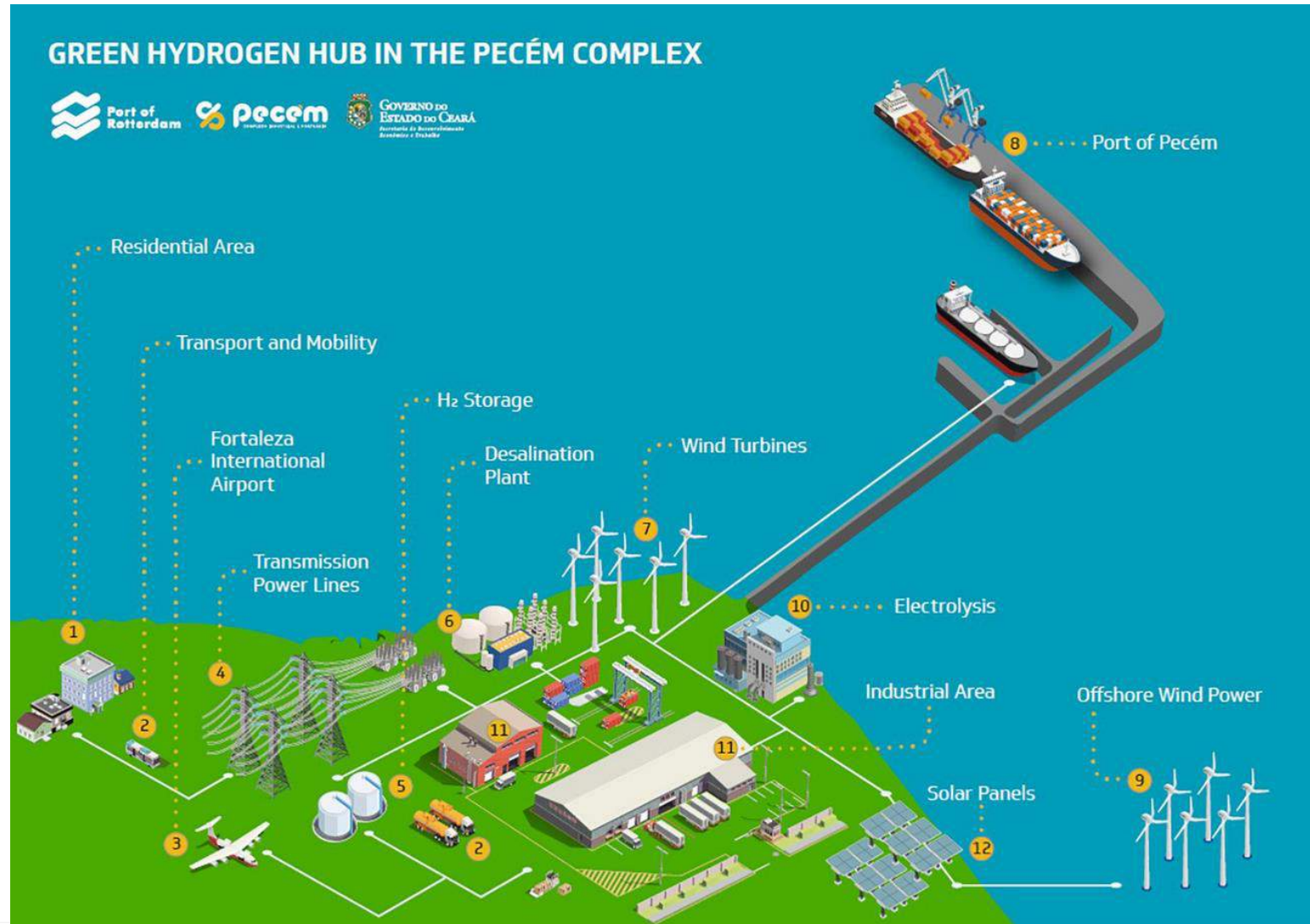


1 Fuente: <https://agenciabrasil.ebc.com.br>

2 Fuente: <https://revistapesquisa.fapesp.br>

Hub de Hidrógeno de Pecem

Posicionando como futuro hub de exportación de H₂ de Brasil a Europa





El país cuenta con una planta piloto de producción de hidrógeno verde acoplada a una planta eólica desde 2008



HyChico: Planta piloto de H₂ a partir de electrólisis de eólica en Patagonia.

- Capacidad eólica de **6.3 MW**
- Factor de planta de 54,9% neto
- **Planta de electrolisis** inaugurada en el 2008 con capacidad total de **120 Nm³ H₂/h y 60 Nm³ O₂/h**
- **Actualmente se mezcla con gas natural para alimentar un genset**
- El objetivo a largo plazo: abastecer futuros mercados regionales e internacionales de **Hidrógeno Verde**

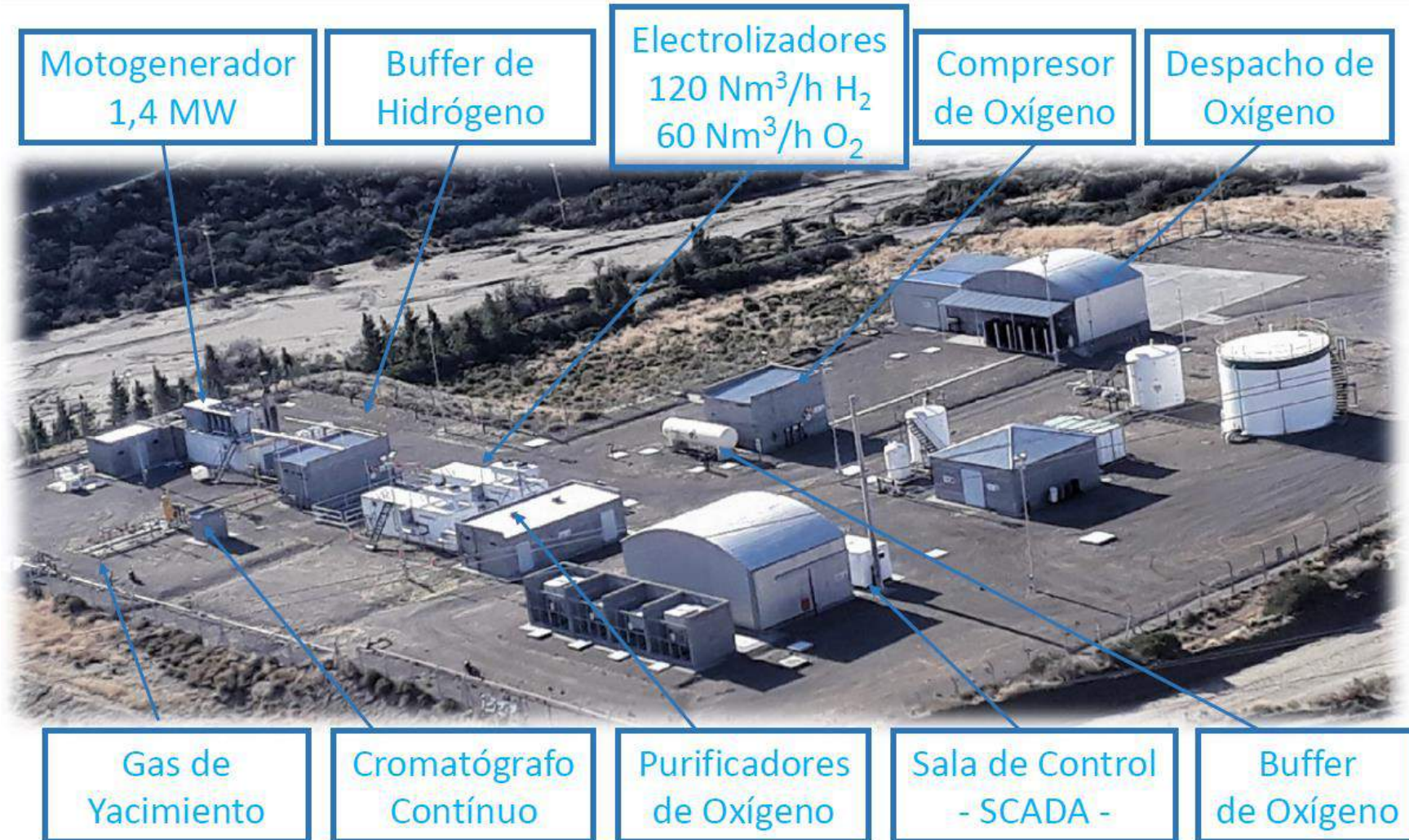


Hinicio esta analizando otros **proyectos para IPPs renovables** en la Patagonia desde la perspectiva de **LCOH y mercados locales**

Principales retos a nivel de proyectos



Hinicio HyChico



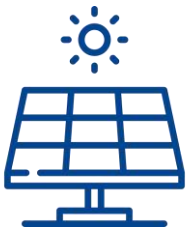


Entre 2021 y 2022 entrará en funcionamiento la planta de energía solar con la mayor capacidad de almacenamiento de H₂ en el mundo



Planta Eléctrica de Guayana Francesa Occidental

Parque solar de 55 MW con sistema de almacenamiento de energía renovable basado en hidrógeno (**140 MWh**), combinado con baterías de almacenamiento adicionales



Planta Solar + Almacenamiento H₂: Contaría con la capacidad de almacenamiento más grande del mundo de energía 100% limpia

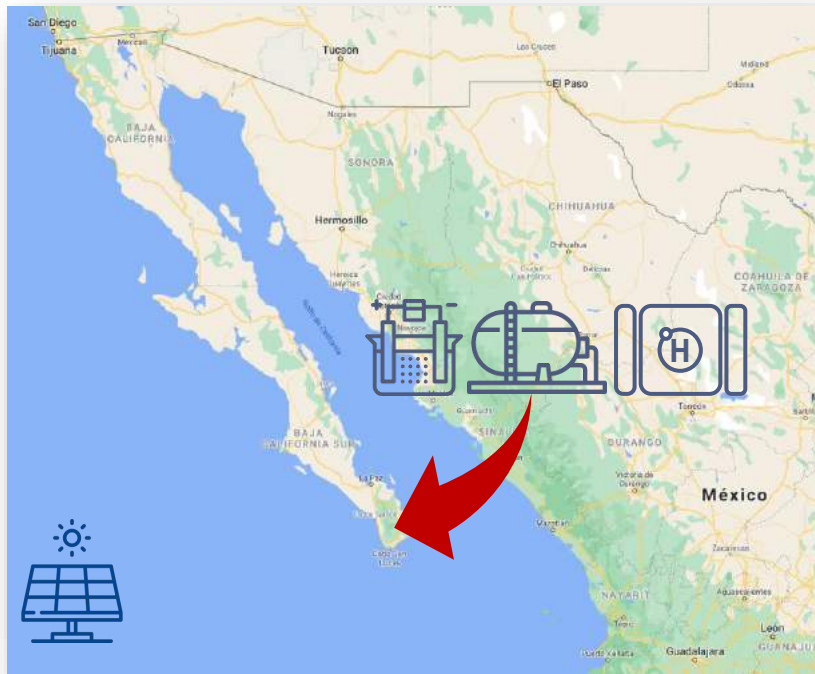
- Desarrollador: Hydrogene de France
- Inversión presupuestada ~ 90 millones de euros
- Actualmente en fase de construcción
- 2022: entra en operación

Principales retos a nivel de proyectos

Optimización
Rentabilidad depende de
subsídios

Optimización
modelo
de negocio

Optimización de la
cadena de valor



Mención en el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional Diagnóstico nacional para GIZ México desarrollado por Hinicio.

Bajo desarrollo de nuevos proyectos y baja certidumbre regulatoria en energías renovables.

No hay planes estatales o nacional de desarrollo del H₂.



HDF-Energy - Energía Los Cabos: Planta PV acoplada a un sistema Power-to-Power con FC y almacenamiento de H₂ y en baterías para gestionar las fluctuaciones de energía.

- Producirá 22MW durante el día y 6MW durante la noche
- La producción de energía anual será de 115 GWh, equivalente al consumo energético de 60,000 personas
- 2025: entrada en operación programada.

Principales retos a nivel de proyectos

No existe todavía ninguna política nacional sobre H₂

Falta de conocimiento técnico y proveedores

Optimización de modelos de negocio

Falta de incentivos y regulación



Existe un interés reciente pero creciente en el uso de H2 como vector energético por parte de empresas pujantes en el sector



Ricardo Sierra, **presidente de Celsia**, enfatizó sobre:

- Necesidad de incentivar a las energías limpias,
- Llamando a profundizar el desarrollo en Colombia de las energías eólica y solar, su acumulación con baterías y **el hidrógeno**¹



Promigas ha expresado su interés por evaluar la posible integración de **tecnologías P2G** para inyección de hidrógeno al sistema de transporte nacional de gas natural



Hinicio fue contratado por Ecopetrol, la principal empresa de Oil & Gas en Colombia, para evaluar:

- Oportunidades de **descarbonización de sus operaciones**
- **Casos de negocio** para integrar la producción de hidrógeno verde a la compañía

En la actualidad han anunciado su interés de ser carbono neutrales a 2050, y ven al hidrógeno como un pilar importante en este proceso.

Principales retos a nivel de proyectos



Colombia:

El H₂ se proyecta a tener una participación del 11% en la matriz energética nacional en el escenario más ambicioso: “Disrupción”

Fuente: Plan Energético Nacional 2050, Colombia, UPME



Aprox 1.7 MM ton H₂



Aprox 1.2 MM ton H₂

Consumo H₂ a 2050

La capacidad instalada para el escenario de disrupción debe de ser de







20 GW FNCER



1.8 GW H₂

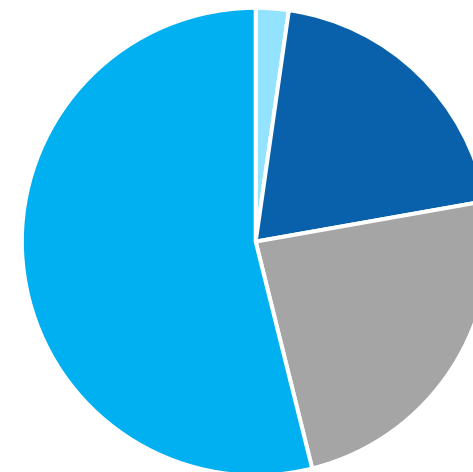
A mediano plazo (2030) del H₂, las principales demandas a nivel nacional podrían estar en transporte, gasoductos y refinerías.

Demanda H₂ 2030 Nuevos Sectores Premisas:

	600.000 vehículos eléctricos, y de éstos, un 1% (6.000) a un 10% (60.000) son FCEV.
	1% - 5% de toda la mezcla transportada en gasoductos es H ₂ , el resto es gas natural.
	5% - 10% de la capacidad total consumida en refinerías podrá ser suplida por H ₂ verde, el resto por SMR
	1% - 5% de la capacidad instalada de almacenamiento eléctrico es electrólisis y almacenamiento de H ₂ , el resto en baterías.

Min ~ 32,000 Ton H₂/año en 2030
Max ~ 192,000 Ton H₂/año en 2030

Demanda estimada de H₂ Colombia
Escenario mínimo - 2030



- Almacenamiento de Energía
- Refinerías
- Inyección en Gasoductos
- Movilidad terrestre

El potencial de la región

H₂ verde: Potencial de exportación de renovables para nuestra región

"Los números son extraordinarios para Chile": El análisis del ministro Jobet ante el potencial del país sobre el hidrógeno verde

Según el ministro de Energía, Chile está dentro del "top tres" entre los países con mejores condiciones para la producción y exportación de este combustible.

22 de Enero de 2020 | 11:06 | Redactado por Tomás Molina J., Emol



Fuente: El mercurio



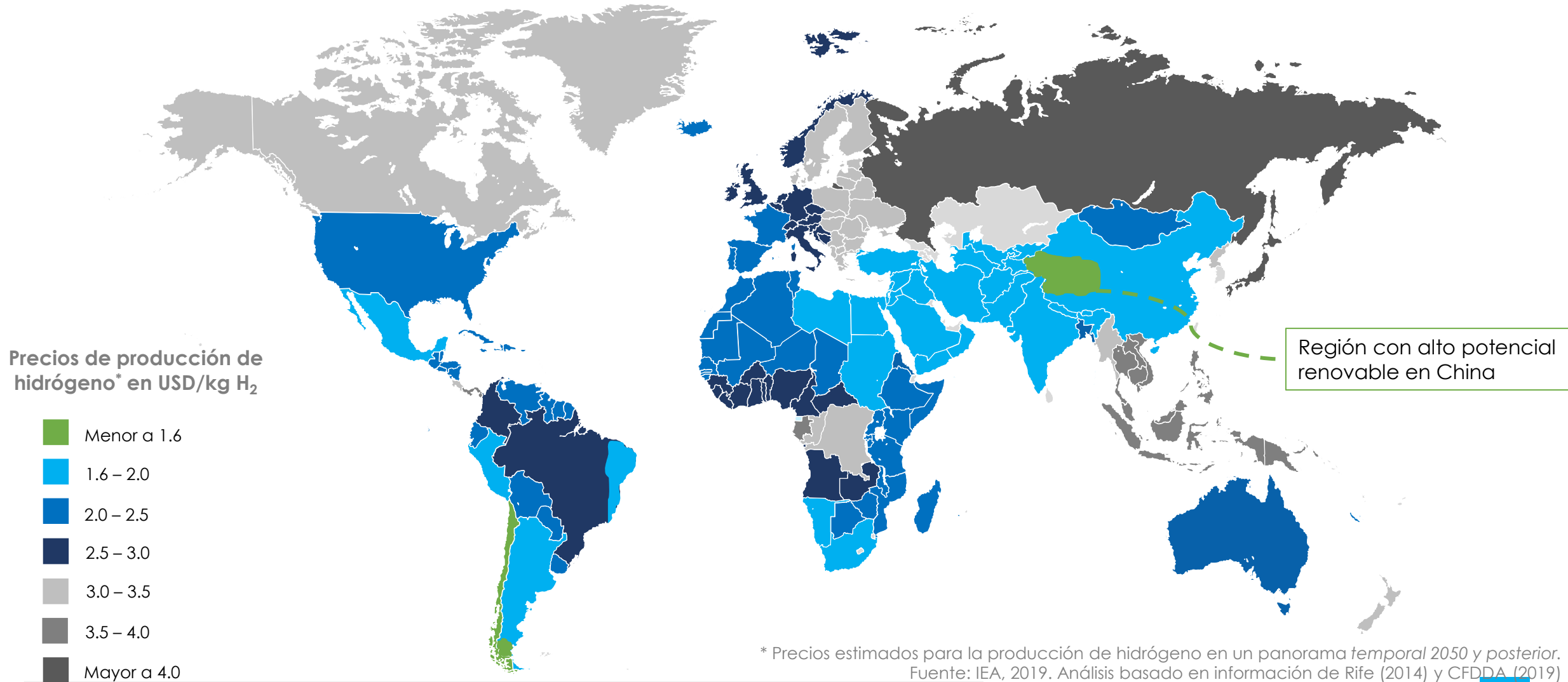
Toyota: "Argentina tiene las condiciones naturales para producir y exportar hidrógeno como combustible a gran escala"

8 AGOSTO, 2019

Fuente: AutoBlog

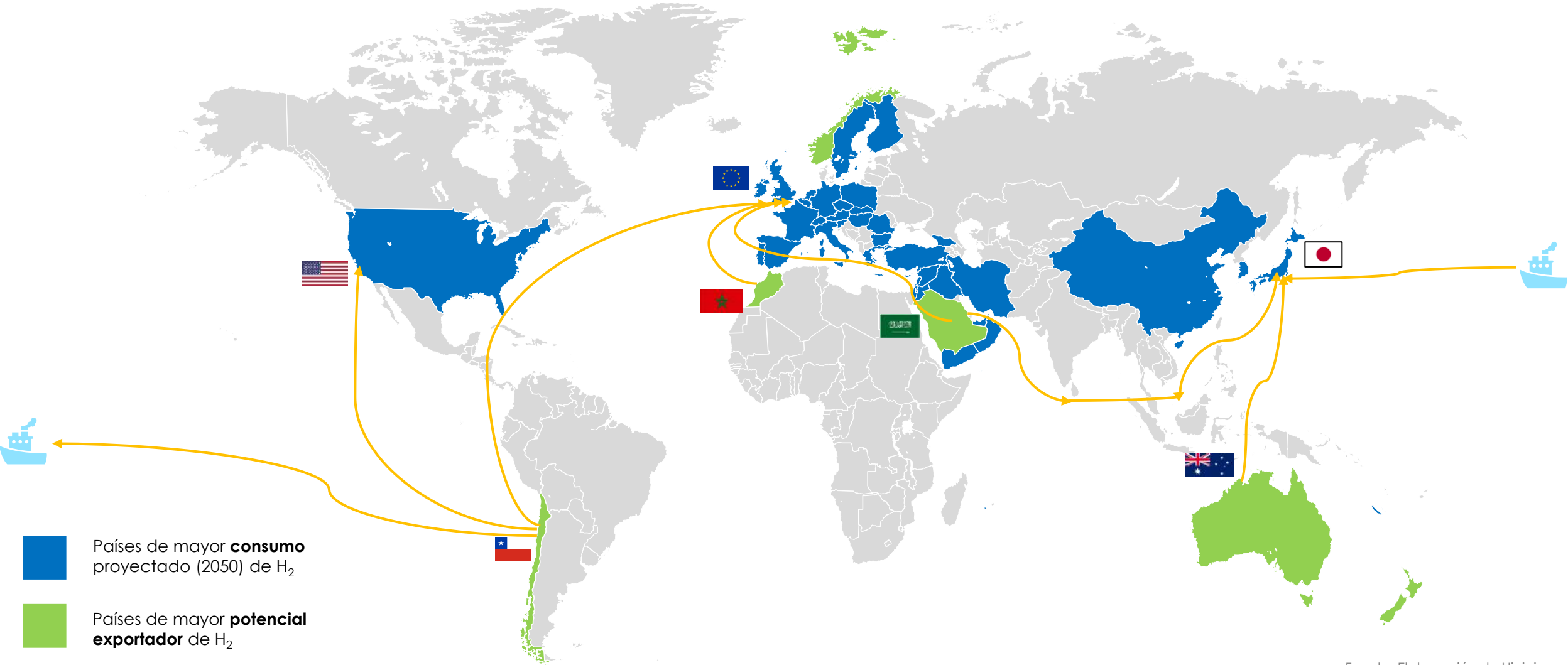
Costos de producción globales de H₂ verde

El potencial renovable de los países como factor decisivo para su postura comercial



Posibles rutas futuras para la exportación de H₂

Desde los países de alto potencial de producción hacia los de alto consumo



Países de mayor **consumo** proyectado (2050) de H₂

Países de mayor **potencial exportador** de H₂

Fuente: Elaboración de Hinicio



1. Políticas públicas, incentivos y regulación a nivel nacional

H₂ como componente de la planificación nacional de energía, descarbonización y movilidad eléctrica. Incentivos para promover la economía H₂. Regulación de producción/uso de H₂ como energético.

2. Ecosistema del Hidrógeno a nivel nacional

Asociación empresarial o entidades dedicadas al hidrógeno. Eventos de hidrógeno (grupos de trabajo, comités, conferencias). Proyecciones oficiales que describen oportunidades para la producción y/o uso de H₂. Tipos de hidrógeno que se promueven.

3. Proyectos industriales operando o en desarrollo

Proyectos operando o en desarrollo para aplicaciones H₂: e-fuels, industria, almacenamiento de energía, movilidad, P2P, calor, minería y exportación. Se excluyen los proyectos de I+D.

4. Adopción en el sector movilidad

Explotación de vehículos de celda de combustible de hidrógeno y estaciones de reabastecimiento de hidrógeno.

5. Exportaciones de H₂ y acuerdos de cooperación internacional

Negociaciones de exportación de hidrógeno. Acuerdos de cooperación internacional en vigor que enmarcan la producción, el transporte o el uso de H₂.

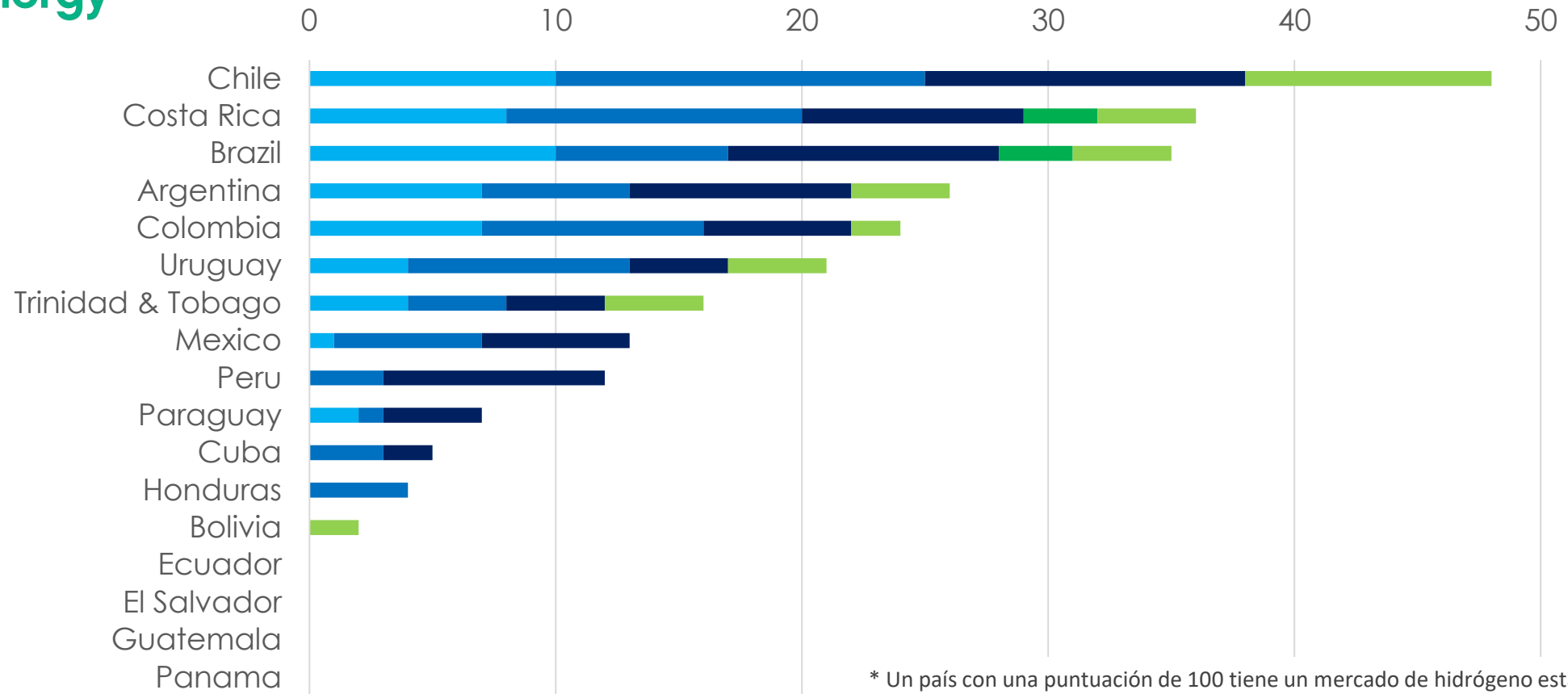


© Hinicio 2021

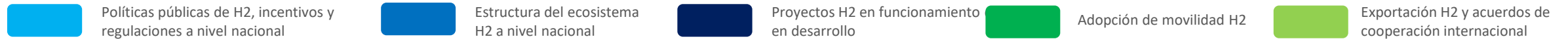
* A country with a score of 100 has an established hydrogen market



2021 LAC Hydrogen Index – Resultados



* Un país con una puntuación de 100 tiene un mercado de hidrógeno establecido



8 pasos a seguir para el desarrollo del hidrógeno en la región

1

Generar liderazgo político e industrial para integrar el hidrógeno en los nuevos sistemas energéticos, de transporte e industriales, dentro de la agenda climática regional mediante la elaboración de **estrategias nacionales**.

2

Mapear y estimular la demanda de H₂ a nivel regional para los sectores de petróleo & gas, minería, fertilizantes, transporte pesado y de larga distancia, donde las soluciones de baterías tienen limitaciones.

3

Definir marcos regulatorios para acercar el hidrógeno al público con alta calidad y de forma segura.

4

Definir políticas fiscales, mecanismos financieros y subsidios para alentar a los primeros desarrolladores y adoptantes de la tecnología.

5

Construir ecosistemas nacionales y asociaciones industriales capaces de contribuir con visiones y estrategias que se traduzcan en hojas de ruta concretas para atraer inversiones.

6

Acelerar la difusión del conocimiento y crear capacidades institucionales para que las tecnologías de hidrógeno se entiendan y se integren en las agendas de transición energética y mitigación del cambio climático.

7

Acumular la demanda regional de vehículos con el fin de generar una masa crítica que permita a los proveedores internacionales de autobuses y camiones interesarse en abordar el mercado Latinoamericano.

8

Fomentar la participación de organismos multilaterales que desempeñarán un papel fundamental en el apoyo y la replicación de proyectos exitosos en la región



SU ALIADO EXPERTO EN ESTRATEGIAS Y PROYECTOS DE
HIDROGENO EN LATINOAMERICA

Contacto



Carrera 12a # 78-40
Piso 4 Oficina 101
Bogotá, Colombia



<http://www.hinicio.com>



jorge.hinojosa@hinicio.com



+52 55 1 492 7891 (México)



[/company/hinicio](https://www.linkedin.com/company/hinicio)



HinicioSA



Muchas gracias

Como empresa federal, la GIZ asiste al Gobierno de la República Federal de Alemania en su labor para alcanzar sus objetivos en el ámbito de la cooperación internacional para el desarrollo sostenible.

Publicado por:

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Domicilios de la Sociedad
Bonn y Eschborn, Alemania

Programa de Energías Renovables (PEERR)

Av. Sánchez Bustamante Nro. 504, Calacoto

Casilla 11400, La Paz – Bolivia

T +591 2 2119499

E michael.mechlinski@giz.de

I www.giz.de

Coordinador:

Michael Mechlinski

Autor:

Arturo Loayza / José Ibáñez

Fotografías:

© GIZ/PEERR

La GIZ es responsable del contenido de la presente publicación.

En cooperación con:



Hoja de Ruta para el desarrollo del Hidrógeno Verde en Chile

Programa de Energías Renovables y Eficiencia Energética (PEERR)

La Paz, 27 de julio de 2021



Implementada por:



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
HIDROCARBUROS Y ENERGÍAS

Contenidos

1. Principales drivers
2. Estrategia de H₂ Verde de Chile
3. Avances en torno a la Estrategia



H₂
HYDROGEN
ENERGY STORAGE



1. PRINCIPALES DRIVERS

¿POR QUÉ EN CHILE?

Fortalezas que hacen de Chile uno de los más competitivos en la región



Inmenso potencial renovable

+1800 GW de capacidad potencial por instalar



Costos muy bajos de producción H₂ verde

Altos factores de carga combinados con bajos costos de energía renovable



Fuerte apoyo del gobierno

Metas ambientales del país para la descarbonización

¿POR QUÉ EN CHILE?

Fortalezas que hacen de Chile uno de los más competitivos en la región



Inmenso potencial renovable

+1800 GW de capacidad potencial por instalar



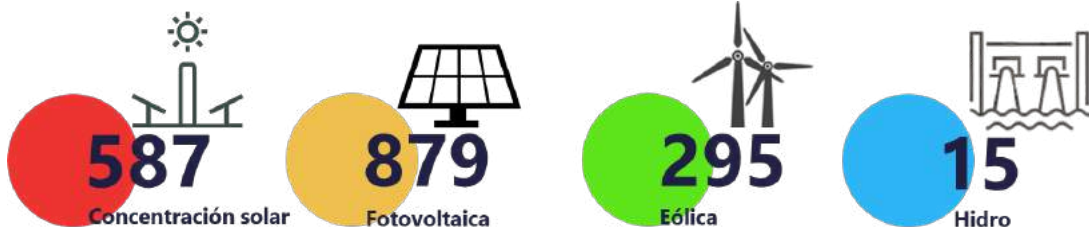
Costos muy bajos de producción H2 verde

Altos factores de carga combinados con bajos costos de energía renovable



Fuerte apoyo del gobierno

Metas ambientales del país para la descarbonización



Potencial (GW)

0 100 200 400 600 800 Km
Fuente: División Energías Renovables (agosto 2018)

Fuente: Ministerio de Energía

¿POR QUÉ EN CHILE?

Fortalezas que hacen de Chile uno de los más competitivos en la región



Inmenso potencial renovable

+1800 GW de capacidad potencial por instalar



Costos muy bajos de producción H₂ verde

Altos factores de carga combinados con bajos costos de energía renovable

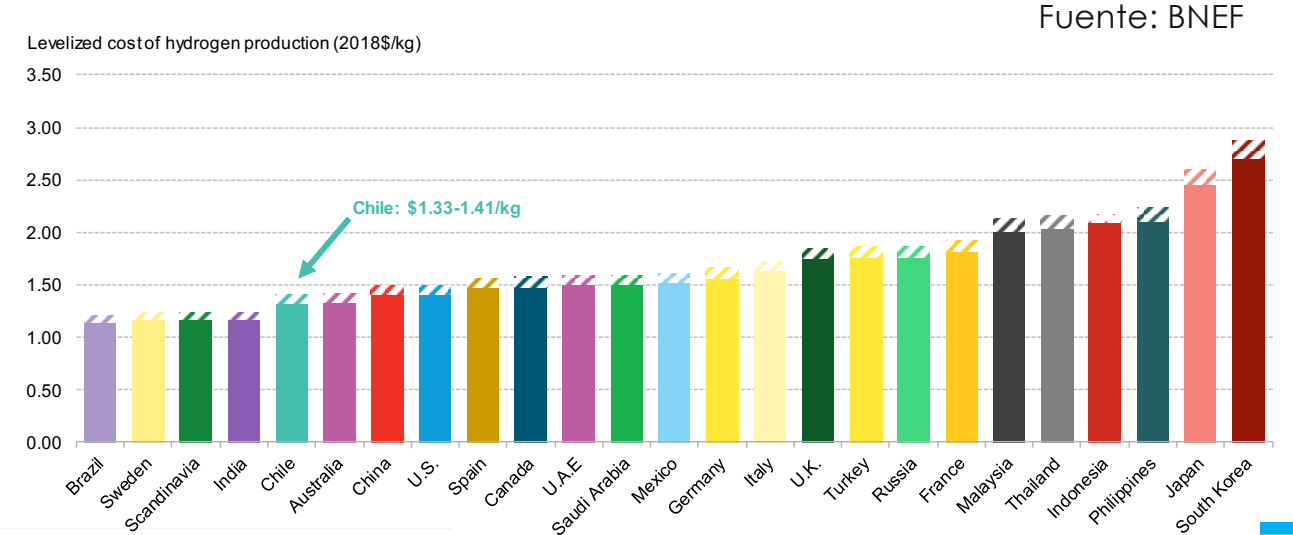
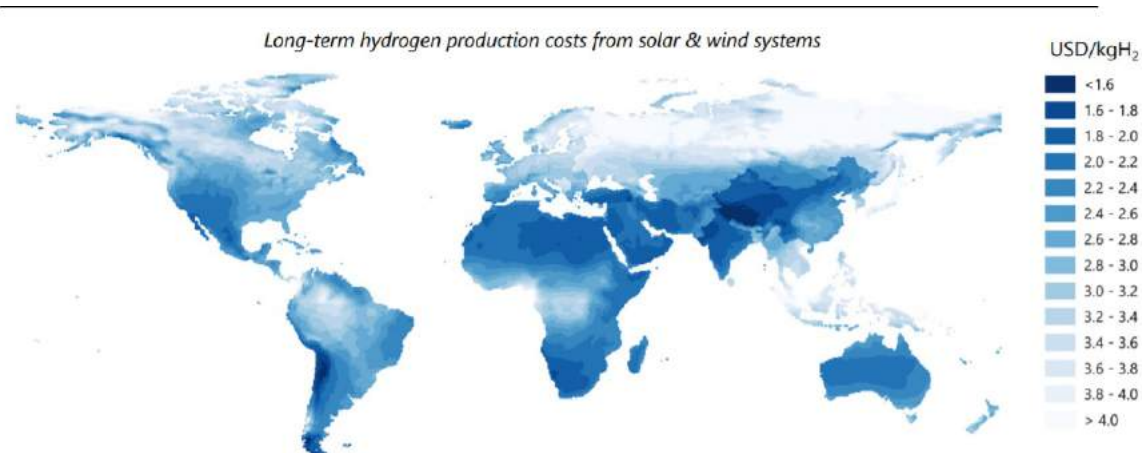


Fuerte apoyo del gobierno

Metas ambientales del país para la descarbonización

Long-term H₂ production cost from solar & wind systems

Forecast levelized cost of hydrogen production from renewables, 2030



The declining costs of solar PV and wind could make them a low-cost source for hydrogen production in regions with favourable resource conditions.

¿POR QUÉ EN CHILE?

Fortalezas que hacen de Chile uno de los más competitivos en la región



Inmenso potencial renovable

+1800 GW de capacidad potencial por instalar



Costos muy bajos de producción H2 verde

Altos factores de carga combinados con bajos costos de energía renovable



Fuerte apoyo del gobierno

Metas ambientales del país para la descarbonización

1

Disminuir dependencia de combustibles fósiles (BNE 2019, el 67% energía primaria fue petróleo crudo, carbón y GN)

2

Chile Carbono Neutral al 2050 (El 25% de emisiones GEI podrán ser mitigadas con H₂V al 2050)

3

NDC y metas sector transporte (Al 2050 se debiera tener un 70% del transporte de carga con H₂V)

4

Chile busca incrementar el uso de energías renovables:

- 70% al 2030
- 95% al 2050

A close-up photograph of numerous water droplets of varying sizes on a dark blue, textured surface. The droplets are illuminated from the side, creating bright highlights and deep shadows, giving them a three-dimensional appearance. The background is a solid, slightly lighter blue. The image is partially obscured by a white triangular shape on the right side of the slide.

2. ESTRATEGIA H₂ VERDE DE CHILE

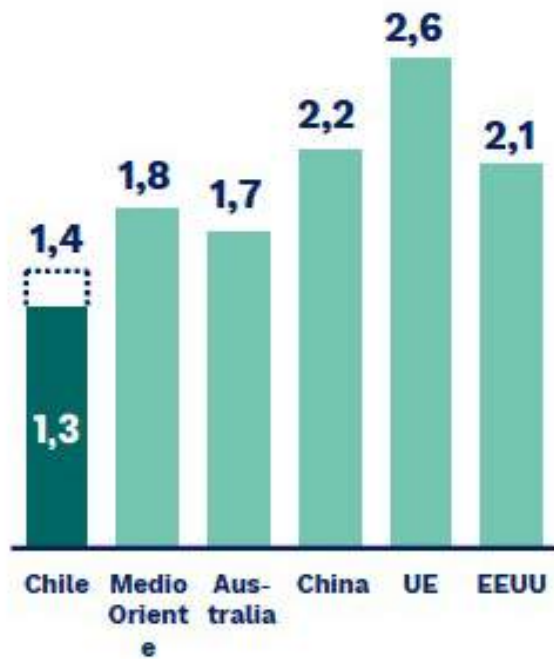
PROCESO MULTI-SECTORIAL, LIDERADO POR MINISTERIO DE ENERGÍA DE CHILE (2019-2020)



LCOH AL 2030 PARA CHILE Y PROYECCIONES DE MERCADOS CHILENOS

Dimensionando la oportunidad, clave para decidir qué camino tomar

LCOH (USD/kgH2) al 2030

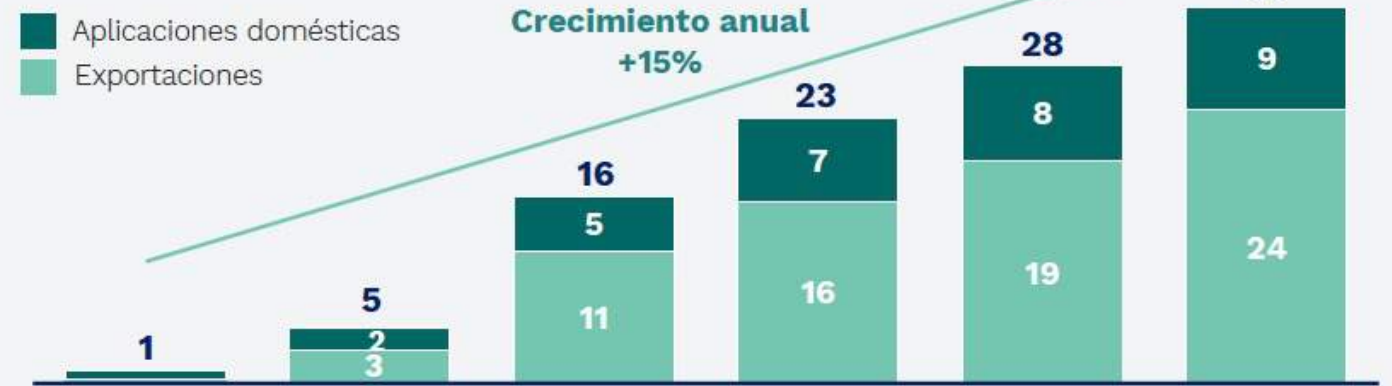


*Sin considerar costos de compresión, transporte y distribución, los que varían según la aplicación final.

Fuente: McKinsey & Company.

Proyección de mercados chilenos de hidrógeno verde y derivados (BUSD)

Fuente: McKinsey & Company.



Capacidad renovable asociada (GW)
Inversión necesaria acumulada (MUSD)

Año	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Capacidad renovable asociada (GW)	5-8	40	145	200	250	300
Inversión necesaria acumulada (MUSD)	8	45	150	220	270	330

Fuente: Estrategia Nacional del Hidrógeno, Ministerio de Energía, Noviembre 2020

PROCESO PARTICIPATIVO

Múltiples grupos de actores realizaron sesiones de trabajo durante el 2020



Mesas Técnicas

Se llevaron a cabo mesas técnicas con representantes de empresas, universidades, centros de investigación y asociaciones gremiales con el fin de identificar barreras al desarrollo del hidrógeno, proponer acciones y priorizarlas.

4 sesiones entre junio y julio de 2020

Participantes: 66 organizaciones.

Talleres Ciudadanos

Se realizaron talleres con representantes de ONGs y asociaciones ciudadanas locales con el fin de identificar principales preocupaciones de la ciudadanía y su percepción acerca del rol del Estado en estos desarrollos.

3 talleres en agosto de 2020

Participantes: 90 representantes.

Mesa Interinstitucional

Se formó una mesa que sesionó para elaborar un diagnóstico, proponer objetivos y crear un relato común para el desarrollo del hidrógeno verde en Chile.

4 sesiones entre abril y octubre de 2020

Participantes: Ministerios de Energía; Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación; Minería; Economía; Transporte y Telecomunicaciones; Medio Ambiente y Relaciones Exteriores, junto con CORFO e InvestChile, además de la agencia alemana GIZ.

Consejo Asesor

Este consejo se conformó con especialistas en políticas públicas para asesorar al Ministerio de Energía, convocados para aportar a la definición de lineamientos estratégicos de alto nivel.

4 sesiones entre mayo y agosto de 2020

Miembros: Ex Presidente Ricardo Lagos, Vivianne Blanlot, Jeannette von Wolfersdorff, Klaus Schmidt-Hebbel, Marcelo Mena, Gonzalo Muñoz.

Consulta Pública

Este documento está en proceso de consulta pública. Para participar de este proceso, visite el sitio web del Ministerio de Energía en **energía.gob.cl**.

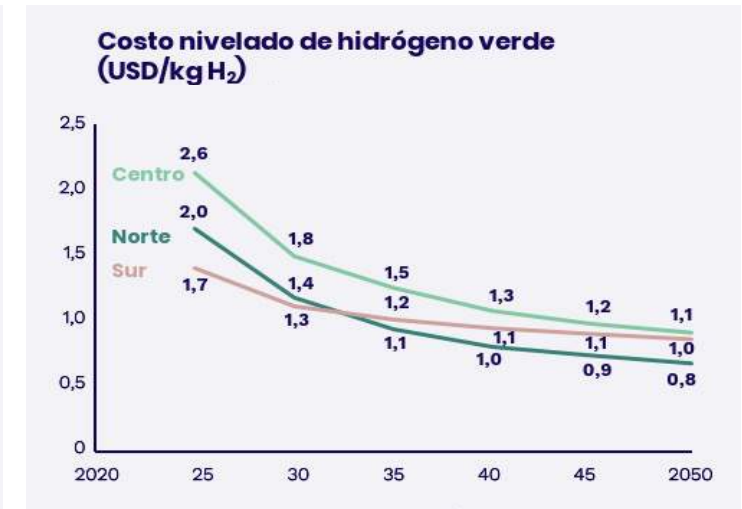
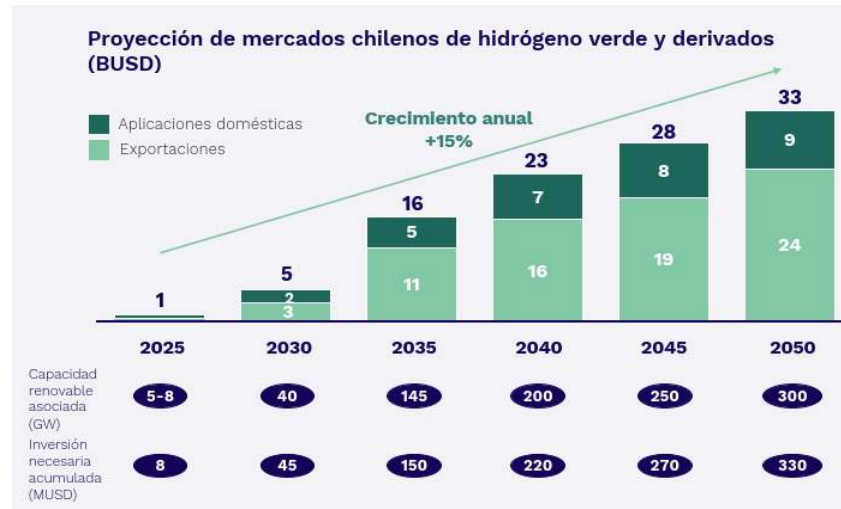
Fuente: Estrategia Nacional del Hidrógeno, Ministerio de Energía, Noviembre 2020

La Estrategia Chilena de H₂ Verde Paso necesario para un rápido desarrollo de mercado



OPORTUNIDADES PARA CHILE - FRASES CLAVE:

- El momento del hidrógeno **es ahora**.
- El hidrógeno verde **más competitivo** del planeta.
- Una **oportunidad única**: Industria limpia del tamaño de nuestra minería.
- Una **nueva identidad productiva** para Chile.



Fuente: Estrategia Nacional del Hidrógeno, Ministerio de Energía, Noviembre 2020



La Estrategia Chilena de H₂ Verde

Paso necesario para un rápido desarrollo de mercado



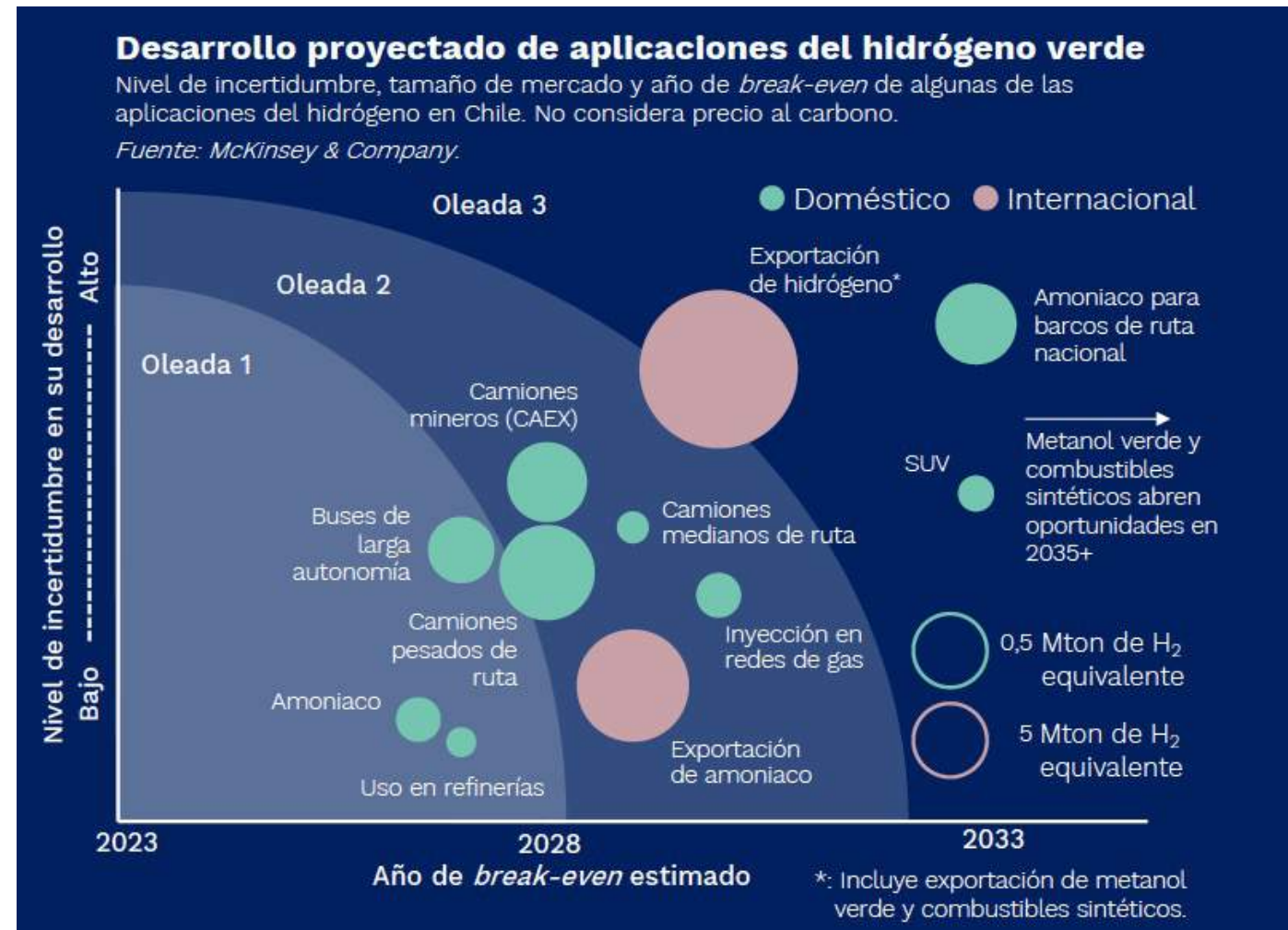
LA ESTRATEGIA – FRASES CLAVE:

Se sustenta en 3 oleadas de desarrollo:

1. La primera será de consumos domésticos de gran escala con demanda establecida.
2. En la segunda será de usos en transporte y el inicio de la exportación.
3. En el largo plazo, se abrirán nuevos mercados de exportación.

Oleada 1 (cómo?)

- ▶ Aplicaciones más cerca de mercado
- ▶ Mercados con demandas establecidas
- ▶ Concentrar demanda para lograr escala



ETAPA II Y III: 2025 – 2030 Y 2030+ Escalar para conquistar mercados globales

Etapa II: Apalancaremos la experiencia local para entrar con fuerza en mercados internacionales.

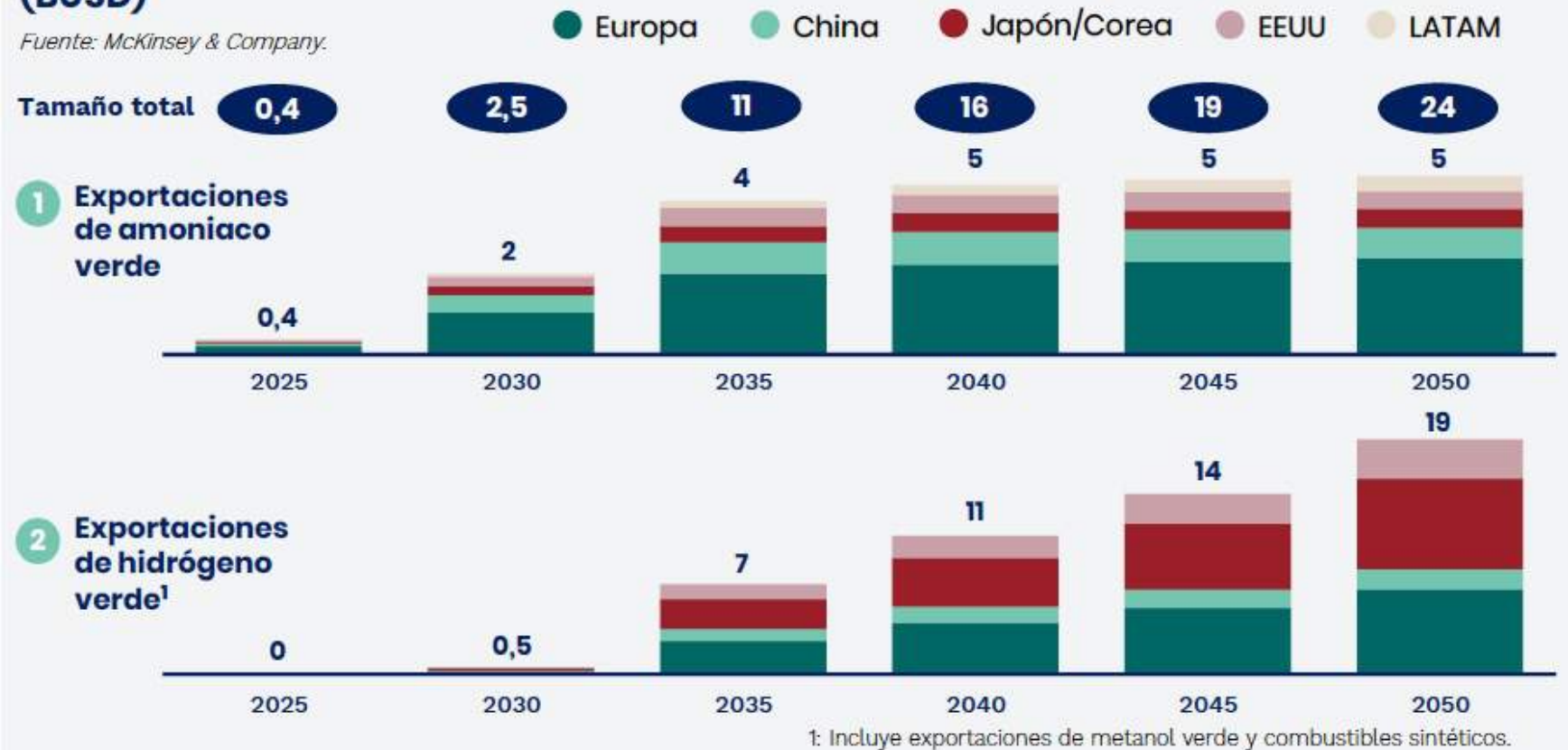
Se levantará una industria de producción y exportación de amoníaco verde mediante la atracción y promoción de consorcios de escala de GW. Además, se establecerán acuerdos para acelerar el desarrollo de la exportación de hidrógeno.

Etapa III: Explotaremos las sinergias y economías de escala para avanzar como proveedor global de energéticos limpios.

A medida que otros países refuercen sus iniciativas de descarbonización y se desarrollen nuevas tecnologías, el mercado de exportación escalará y se diversificará. Las nuevas aplicaciones incluirán el uso amoníaco verde en el transporte marítimo y los combustibles sintéticos en la aviación.

Tamaño de mercado estimado para exportaciones chilenas (BUSD)

Fuente: McKinsey & Company.



Estrategia con una visión que refleja gran ambición

Posee metas claras al 2025, 2030 y 2040; además de un Plan de Acción estructurado en 4 ejes.



Fuente: Estrategia Nacional del Hidrógeno, Ministerio de Energía, Noviembre 2020



3. AVANCES EN TORNO A LA ESTRATEGIA

Gobernanza

Ministerio de Energía
División de Combustibles y
Nuevos Energéticos

Consejo Nacional
del Hidrógeno
Verde

Tendrá la responsabilidad de realizar el seguimiento de esta estrategia, coordinar la ejecución del plan de acción y ejecutar la actualización de este proceso cada 3 años.

Coordinará mediante

Misión
Nacional

Acelerar el despliegue
de proyectos y
aplicaciones

**Plataforma público-
privada de diálogo**

Conectar con la
industria, academia,
sociedad civil y socios
internacionales

Misión
Internacional

Atraer inversiones e
impulsar la
formación de
consorcios

- ▶ CORFO: 50 MM USD para proyectos de producción de H2V
- ▶ ASE: 400 mil USD para pilotos de H2V
- ▶ CORE Región del Bio Bio, 845 mil USD para planta H2V en el sur de Chile
- ▶ Acuerdo TRAMMO, Región de Magallanes, Amoníaco verde

Chile y Alemania firman acuerdo para impulsar el hidrógeno verde

Ambos países acordaron fortalecer la cooperación en esta materia y anunciaron la creación de un grupo de trabajo para identificar proyectos viables del llamado "combustible del futuro".

En Magallanes

se aprobó el primer proyecto de hidrógeno verde

Iniciativa contempla la construcción de una planta productora de eCombustibles en base a H2 en el extremo sur de Chile.

Aprueban construcción de planta de hidrógeno verde en la Región del Biobío

- Proyecto impulsado por la UCSC buscará desarrollar este nuevo energético para aplicaciones industriales.
- Planta estará operativa en 2022.

Chile suma un nuevo acuerdo para producir hidrógeno y amoníaco verde en Magallanes

Este es el segundo proyecto en Chile que fabricará amoníaco verde a gran escala.

Iniciativa buscar producir 1 millón de toneladas de este compuesto que será utilizado como fertilizante en la industria agrícola nacional e internacional.



Proyecto HIF (HARU – ONI) en Chile

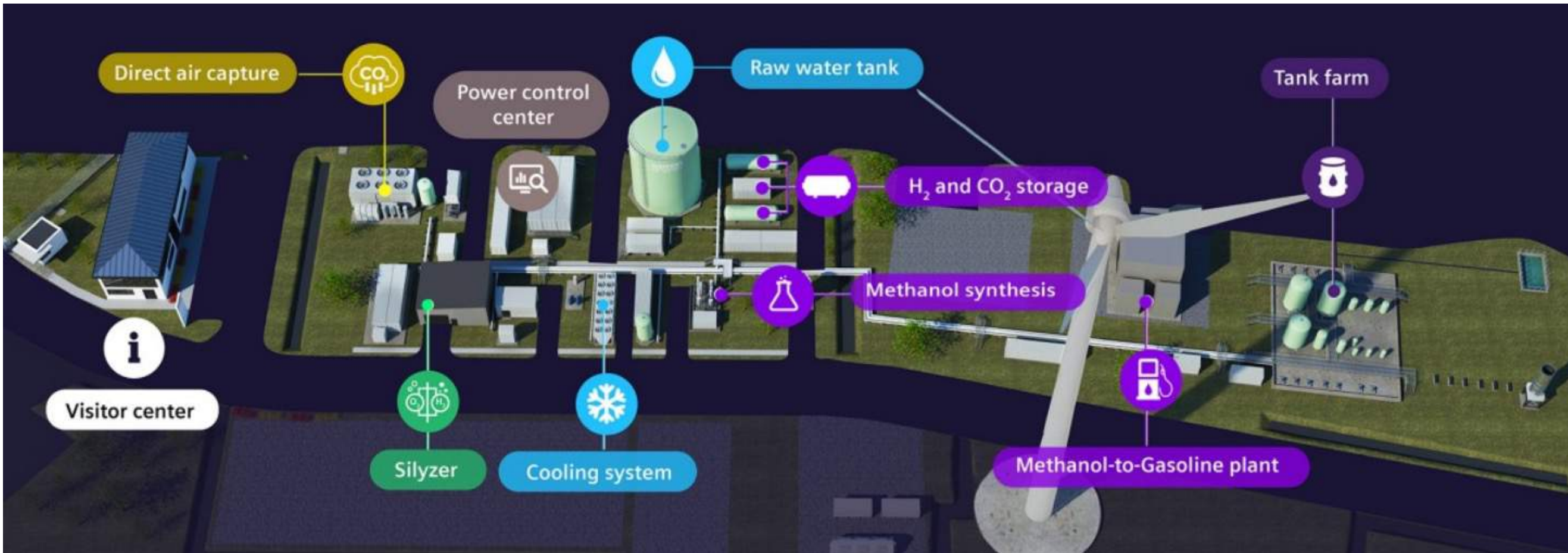
H2 para la exportación de metanol y combustibles verdes

Tamaño de 450 MWeI

H2 verde

Tecnología PEM

AME, ENAP, ENEL, SIEMENS, PORSCHE



2022: 130k litros/año e-fuel

2024: 55 MM litros/año e-fuel

2026: 550 MM litros/año e-fuel

- ▶ Normativa central H2
- ▶ Normativas para adelantar etapa de pilotaje
- ▶ Normativa para pilotos de movilidad a hidrógeno



Imparten primer curso en Seguridad del Hidrógeno dirigido a bomberos

20/07/2021

Energía

Twitter

WhatsApp

Instagram

YouTube

Compartir



APOYO PÚBLICO A INICIATIVAS DE H2

I+D, Capacitación, Regulación y Fomento al Desarrollo de Proyectos



FUEL CELLS FOR MINING FLEETS, ON UNDERGROUND MINING



5-year budget: MMUSD 2.2
(MMUSD 1.1 CORFO contribution)

DUAL HYDROGEN-DIESEL COMBUSTION FOR MINER EXTRACTION TRUCKS



5-year budget: MMUSD 20
(MMUSD 5.8 CORFO contribution)

Hydra: Hydrogen powered mining truck



Budget Phase 2 (Prefeasibility study + prototype): MMUSD 2.0
(~ MMUSD 0.33 CORFO Contribution)



PRIMERA ETAPA DE ESTE PROCESO PARTICIPATIVO

La primera etapa de este proceso participativo está focalizada en recopilar manifestaciones de interés en el mercado y la industria de desarrollar proyectos de gran y mediana escala industrial en Chile, lo cual se efectuará mediante el presente proceso de solicitud de información (Request for Information o RFI por sus siglas en inglés).



McKinsey
& Company

Chilean Hydrogen Pathway

Final Report
December 2020

Deliverable 4:
Advisory report on the development of a Green Hydrogen certification scheme in Chile

Consultancy Services for Technical Assistance Activity: Recommendations for a Green Hydrogen Certification Scheme in Chile that is compatible with national and international carbon markets

THE WORLD BANK

Cuantificación del encadenamiento industrial y laboral para el desarrollo del hidrógeno en Chile

Reporte final
30 Septiembre 2020

Proposición de Estrategia Regulatoria del Hidrógeno para Chile.

Informe final
20 Abril 2020

Descripción de la Planta

Principales Características

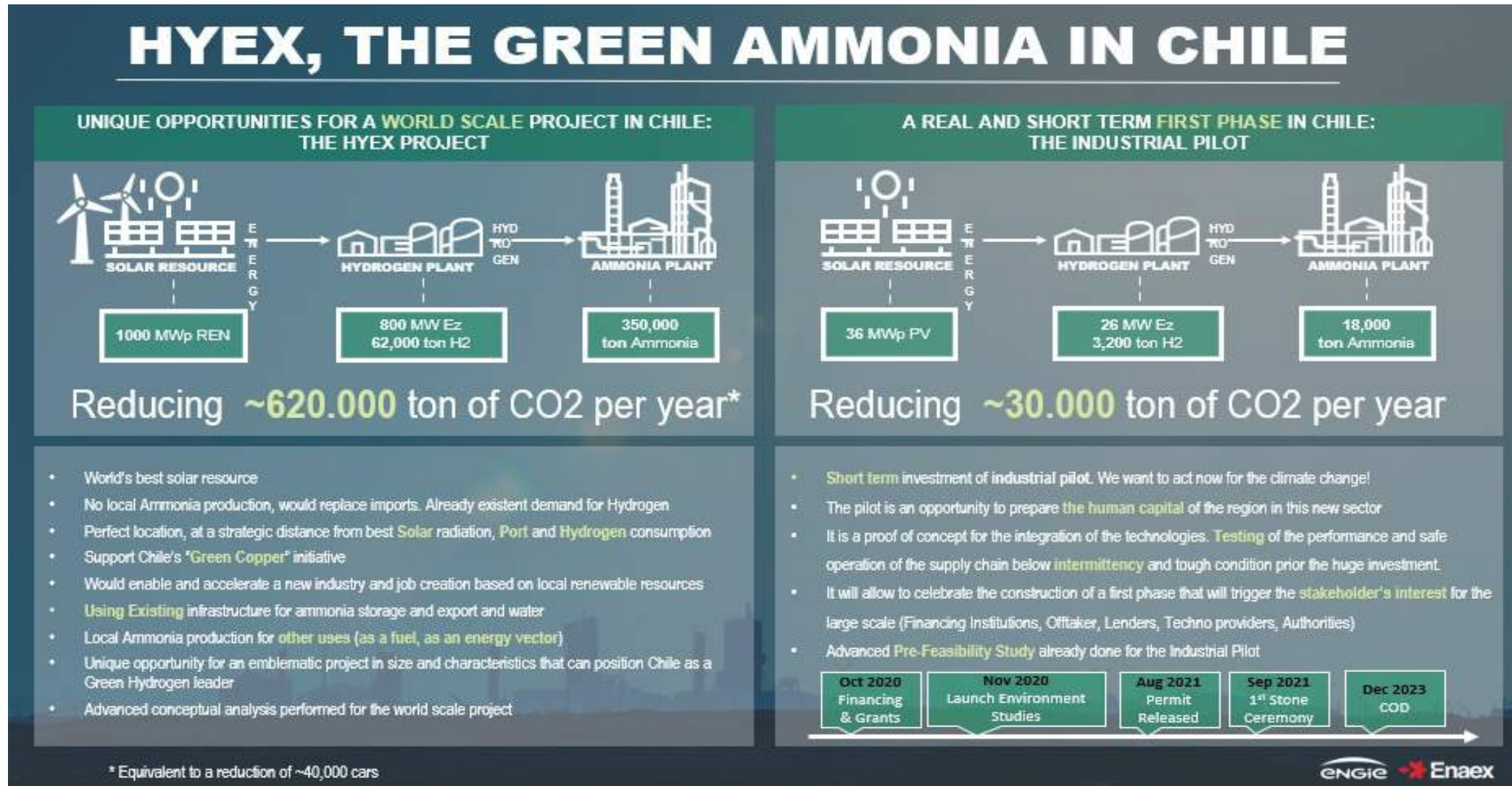


Principales Características:

- 143 MWh/año
- 132 kWh Li-ion
- 1 MWh H₂ gross capacity
- 125 kVA PCS
- 2x25 kW Electrolyzer
- 2x25 kW Fuel Cell

Proyecto HyEx en Antofagasta

H2 para amoníaco y explosivos verdes



giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Por encargo de:
Ministerio Federal
de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza
y Seguridad Nuclear
de la República Federal de Alemania

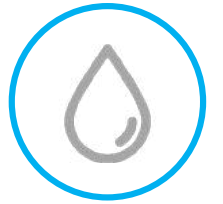


Tecnologías del
HIDRÓGENO
y perspectivas para Chile
segunda edición, mayo 2019

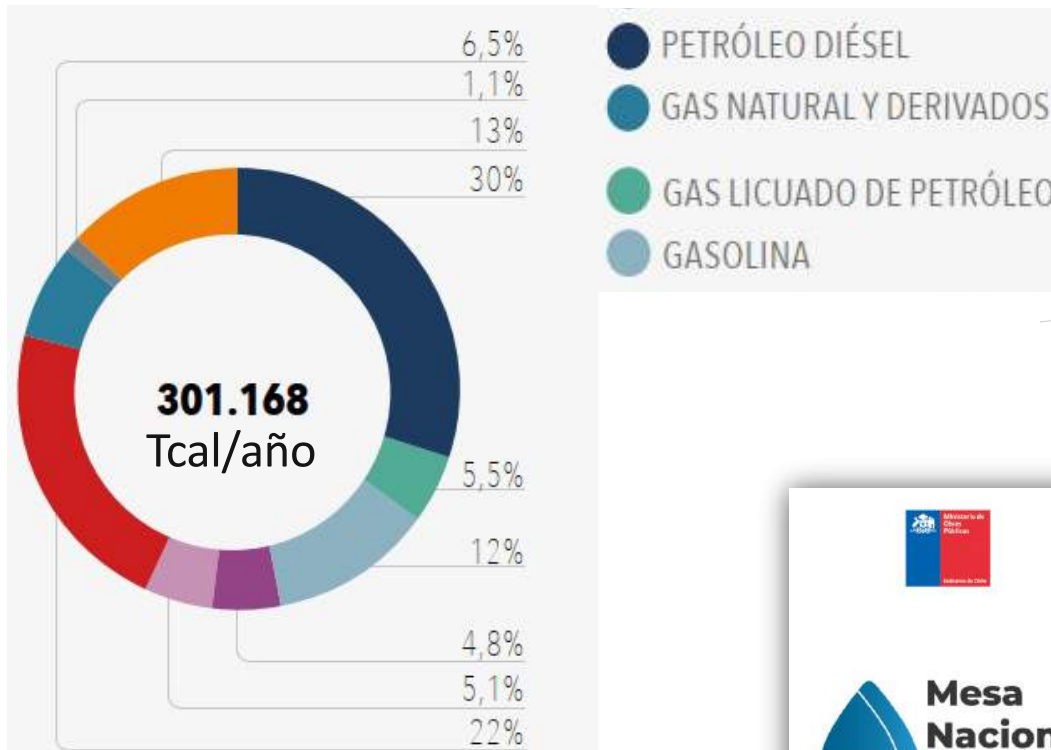


POWER – TO – X: HUELLA HÍDRICA

¿Estamos resolviendo un problema, mientras creamos otro?



12 L/kgH₂



$$162.630 \frac{Tcal}{año} \cdot \frac{4,18 TJ}{Tcal} \cdot \frac{1kton H_2}{120 TJ} \cdot \frac{10^6 kg H_2}{1kton H_2} \cdot \frac{12L H_2O}{kg H_2} \cdot \frac{1 m^3 H_2O}{1000L} \cdot \frac{año}{8760 h} \cdot \frac{h}{3600s} =$$

¿Cuánta Agua consume Chile?



El consumo nacional es del orden de 4900 m³/s
El uso consuntivo de agua es un 7% equivalente a 346 m³ Agua/s

Un 0.6% de uso del uso consuntivo del agua nacional es suficiente para producir el hidrógeno verde que reemplaza todo el diésel, gas natural, gas licuado y gasolina en Chile.

Fuente: Balance Nacional de Energía



SU ALIADO EXPERTO EN ESTRATEGIAS Y PROYECTOS DE
HIDROGENO EN LATINOAMERICA

Contacto



Carrera 12a # 78-40
Piso 4 Oficina 101
Bogotá, Colombia



<http://www.hinicio.com>



pilar.henriquez@hinicio.com



+56 9 7989 7504 (CHILE)



[/company/hinicio](https://www.linkedin.com/company/hinicio)



HinicioSA



Muchas gracias

Como empresa federal, la GIZ asiste al Gobierno de la República Federal de Alemania en su labor para alcanzar sus objetivos en el ámbito de la cooperación internacional para el desarrollo sostenible.

Publicado por:

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Domicilios de la Sociedad
Bonn y Eschborn, Alemania

Programa de Energías Renovables (PEERR)

Av. Sánchez Bustamante Nro. 504, Calacoto

Casilla 11400, La Paz – Bolivia

T +591 2 2119499

E michael.mechlinski@giz.de

I www.giz.de

Coordinador:

Michael Mechlinski

Autor:

Arturo Loayza / José Ibáñez

Fotografías:

© GIZ/PEERR

La GIZ es responsable del contenido de la presente publicación.

En cooperación con:

