

Junio de 2024. Píldora tecnológica

El hidrógeno en Cataluña

ACCIÓ
Generalitat de Catalunya



Los contenidos de este documento están sujetos a una licencia Creative Commons. Si no se indica lo contrario, se permite su reproducción, distribución y comunicación pública siempre que se cite al autor, no se haga un uso comercial y no se distribuyan obras derivadas. Puede consultar un resumen de los términos de la licencia en:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

El uso de marcas y logos en este informe es meramente informativo. Dichas marcas y logotipos pertenecen a sus respectivos titulares y en ningún caso son titularidad de ACCIÓ. Esta es una representación ilustrativa parcial de las empresas, organizaciones y entidades que forman parte del ecosistema del hidrógeno. Pueden existir empresas, organizaciones y entidades que no se han incluido en el estudio.

Realización

Unidad de Estrategia e Inteligencia Competitiva de ACCIÓ

Barcelona, junio de 2024

Resumen ejecutivo

1. Definición de hidrógeno

2. El mercado mundial del hidrógeno

3. Oportunidades y retos del hidrógeno

4. El hidrógeno en Cataluña

5. Casos de éxito en Cataluña

Entrevistas

El **hidrógeno limpio** permitirá ayudar a la descarbonización de la economía, ya sea en sus aplicaciones de vector energético, como por ejemplo en la movilidad pesada o la generación eléctrica, o como materia prima en industrias como la química.



Mercado mundial

Se prevé que el mercado del hidrógeno tendrá un valor cercano a los **1,4 billones de dólares anuales en 2050**.

Se estima que los costes de producción del hidrógeno verde bajarán de los **6 \$/kg actuales a los 1,5-2,5 \$/kg en 2030**.

Europa es líder mundial en proyectos de hidrógeno, con el 35% mundial y una inversión asociada de 117.000 millones de dólares.

Más de 40 países cuentan con una estrategia para adoptar el hidrógeno limpio, la mitad de ellos europeos.

La UE apoya el hidrógeno con iniciativas como la **Estrategia Europea para el Hidrógeno**, el **RepowerEU**, el **NZIA** y el **Banco Europeo de Hidrógeno**.

Cataluña cuenta con todos los elementos de la cadena de valor para posicionarse como **valle de hidrógeno de referencia en el sur de Europa**.

198 empresas a lo largo de la cadena de valor



41% más de empresas respecto a 2022.

Facturación de **700 M€ (+64%)** y **2.313** puestos de trabajo **(+74%)**.

El **70,4%** forman parte de las industrias auxiliares e ingenierías.

Ecosistema de agentes presentes en todos los segmentos de la cadena de valor



14 centros tecnológicos y de investigación

14 universidades y centros formativos

21 asociaciones y clústeres

18 instituciones y Administración pública

Iniciativas de referencia



Valle del Hidrógeno de Cataluña
Corredor del Hidrógeno del Ebro
Centro de Descarbonización de la Industria Química
Red catalana H2CAT
Centro Específico de investigación del Hidrógeno
Impulso del hidrógeno en la Copa América

Puertos y aeropuertos con grandes capacidades

1.º hub petroquímico del sur de Europa

Posición geoestratégica para el despliegue del hidrógeno en la movilidad pesada, la red de tuberías europea y los canales de import-export

H2MED (Barcelona-Marsella) para el transporte de hidrógeno al resto de Europa

Corredor del Hidrógeno del Ebro con el norte de la península ibérica

El hidrógeno en Cataluña

1. Definición de hidrógeno

El hidrógeno como materia

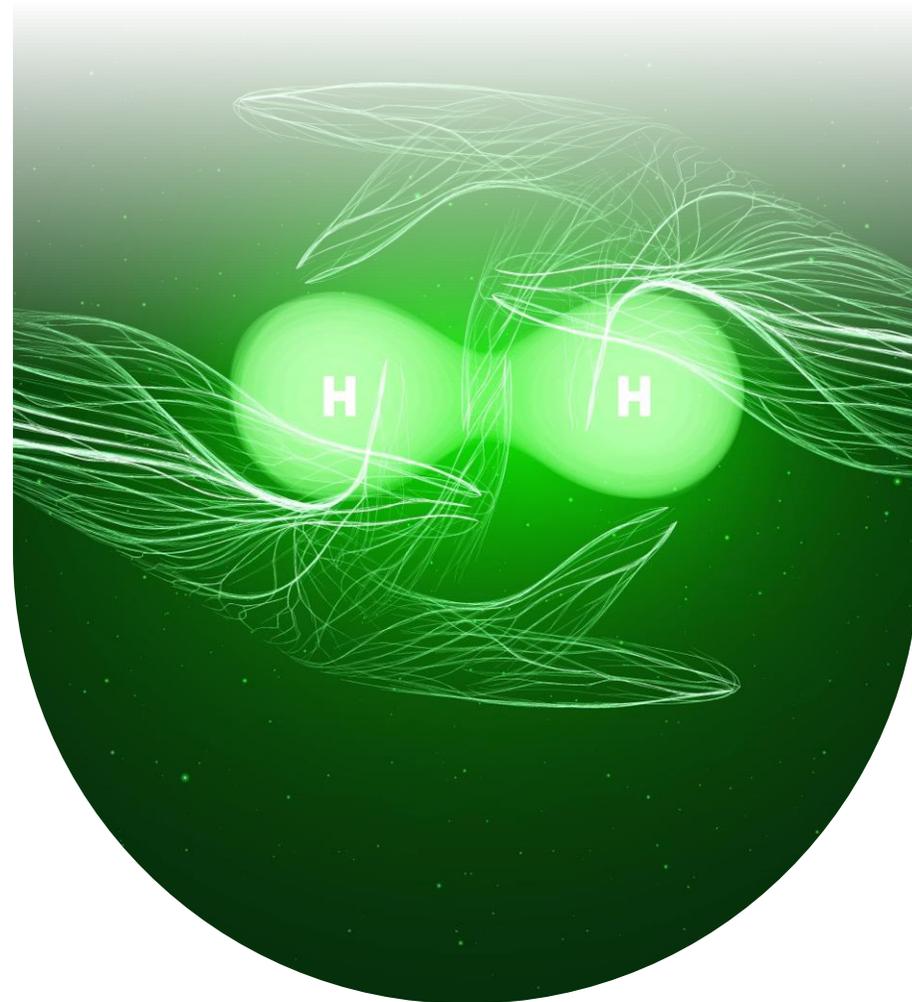
El hidrógeno constituye aproximadamente el 75% de la materia del universo y tiene un contenido energético tres veces superior al gas natural.

El hidrógeno es el primer elemento de la tabla periódica y es el elemento químico más ligero del universo: el átomo consta de un protón y un electrón y es estable como molécula diatómica (H_2). En condiciones normales, el hidrógeno se encuentra en estado gaseoso y es insípido, incoloro e inodoro.

Constituye aproximadamente el 75% de la materia del universo, pero se combina con otros elementos como el oxígeno para formar moléculas de agua o carbono para formar compuestos orgánicos.

Tiene el mayor contenido energético en comparación con los combustibles comunes en peso, aproximadamente tres veces más que el gasóleo, el gas natural o el bioetanol. Sin embargo, es un gas muy ligero, con una densidad de tan solo $0,09 \text{ kg/m}^3$.

Es un gas casi permanente y solo se licua a temperaturas muy bajas (por debajo de $-253 \text{ }^\circ\text{C}$). Al tener una densidad muy baja, normalmente se almacena a presión. La licuefacción aumenta su densidad en un factor 800. Su propiedad característica es la excelente inflamabilidad.



El hidrógeno como vector energético

El hidrógeno puede producirse a partir de varios precursores abundantes, como el gas natural, el carbón, el agua y las fuentes de energía renovables.

El hidrógeno tiene un contenido energético tres veces superior al gasóleo y al gas natural.

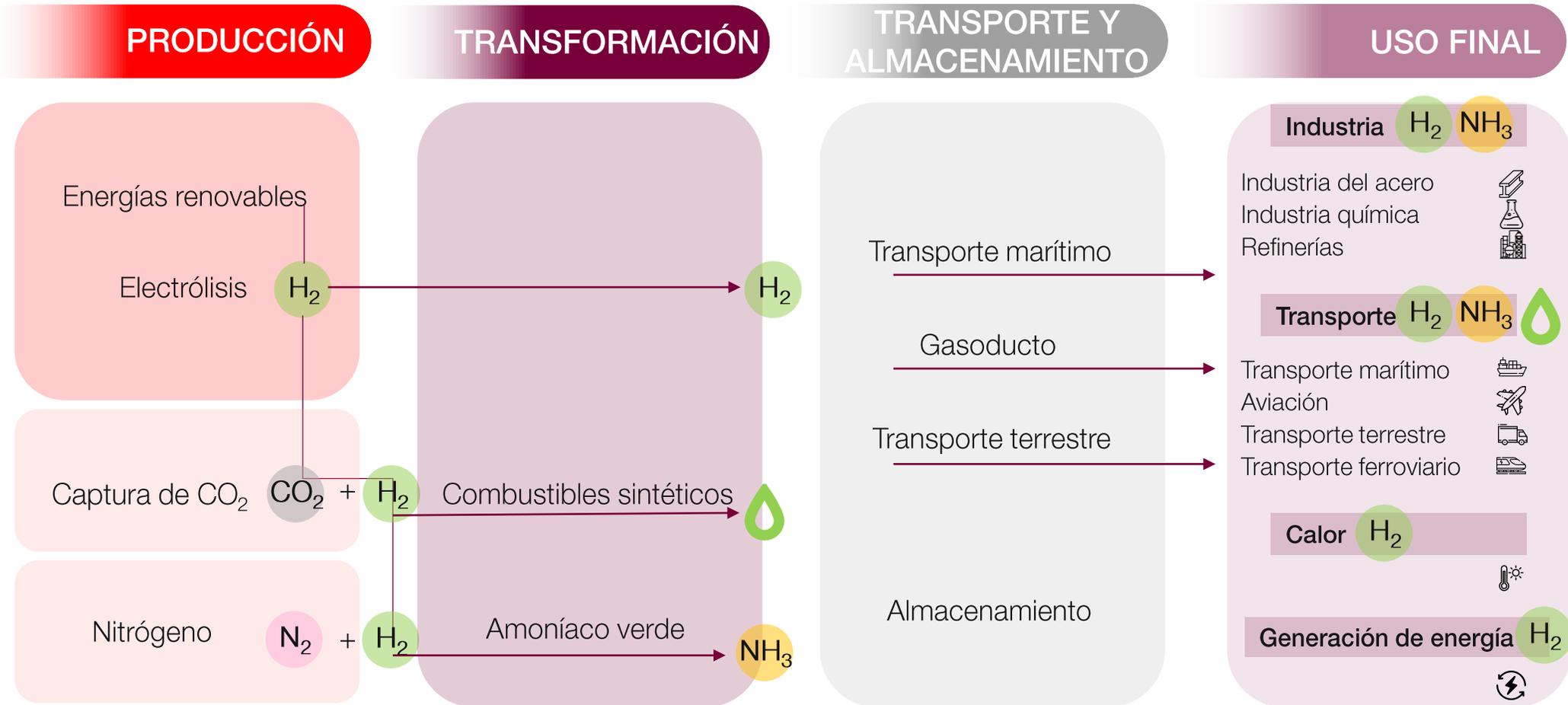
El hidrógeno no es una fuente de energía, sino que se considera un vector energético, es decir, una sustancia o dispositivo que almacena energía y que posteriormente puede utilizarse.

El hidrógeno es un buen vector energético, ya que puede producirse a partir de varios precursores abundantes, como el gas natural, el carbón, el agua y las fuentes de energía renovables.

El uso de hidrógeno permitirá diversificar el suministro de energía, con una mayor utilización de los recursos nacionales, reduciendo así la dependencia de las importaciones de petróleo y gas.



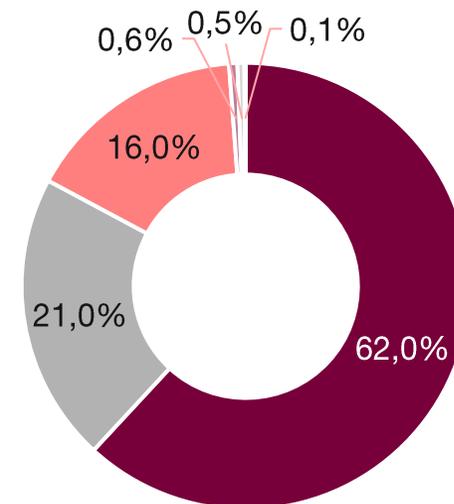
Cadena de valor del hidrógeno limpio



La producción mundial de hidrógeno sigue dominada por el uso de combustibles fósiles.

- La producción mundial de hidrógeno alcanzó casi **95 millones de toneladas** en 2022, un 3% más respecto a 2021.
- La producción estuvo dominada por el **uso de combustibles fósiles**:
 - El **gas natural** sin captación, utilización y almacenamiento de carbono (CCUS) representó el **62%** de la producción mundial.
 - En el caso del **carbón**, situado principalmente en China, fue responsable del **21%** de la producción mundial.
 - El **hidrógeno como subproducto**, que se produce en las refinerías y en la industria petroquímica, representó el **16%** de la producción mundial.
- La producción de **hidrógeno de bajas emisiones**, que incluye los procesos con captura de carbono y electrolíticos, tanto con energías renovables como de red, fue inferior a 1 millón de toneladas (**0,7%** de la producción mundial).
- La producción y uso de hidrógeno implicó más de **900 millones de toneladas de emisiones de CO₂** el año 2022.

Producción de hidrógeno por tecnología
(2022)



- Gas natural sin captura de carbono (62%)
- Carbón (21%)
- Subproducto de procesos petroquímicos (16%)
- Combustibles fósiles con captura de CO₂ (0,6%)
- Otros combustibles fósiles (0,5%)
- Electricidad (0,1%)

Fuente: IEA (2023) Global Hydrogen Review 2023

Impulsando hoy la **empresa** del mañana

De los colores a las emisiones.



El hidrógeno es un elemento clave en la descarbonización, en la diversificación de fuentes de energía en Europa y en la reducción de la dependencia de fuentes externas.



La necesidad de materiales críticos para la fabricación de electrodos y pilas de hidrógeno dificulta la fabricación, la viabilidad económica y puede sufrir crisis en la cadena de suministro.



No hay suficiente producción de hidrógeno verde para abastecer las necesidades de la industria.



La clasificación por colores pone el énfasis en métodos conocidos de producción, a menudo, mezcla procesos con materia prima o emisiones.

Hidrógeno bajo en carbono, renovable, limpio o circular: pasar de la paleta de colores a un sistema más realista basado en la intensidad de las emisiones de carbono, tanto desde el punto de vista de la producción como del ciclo de vida.

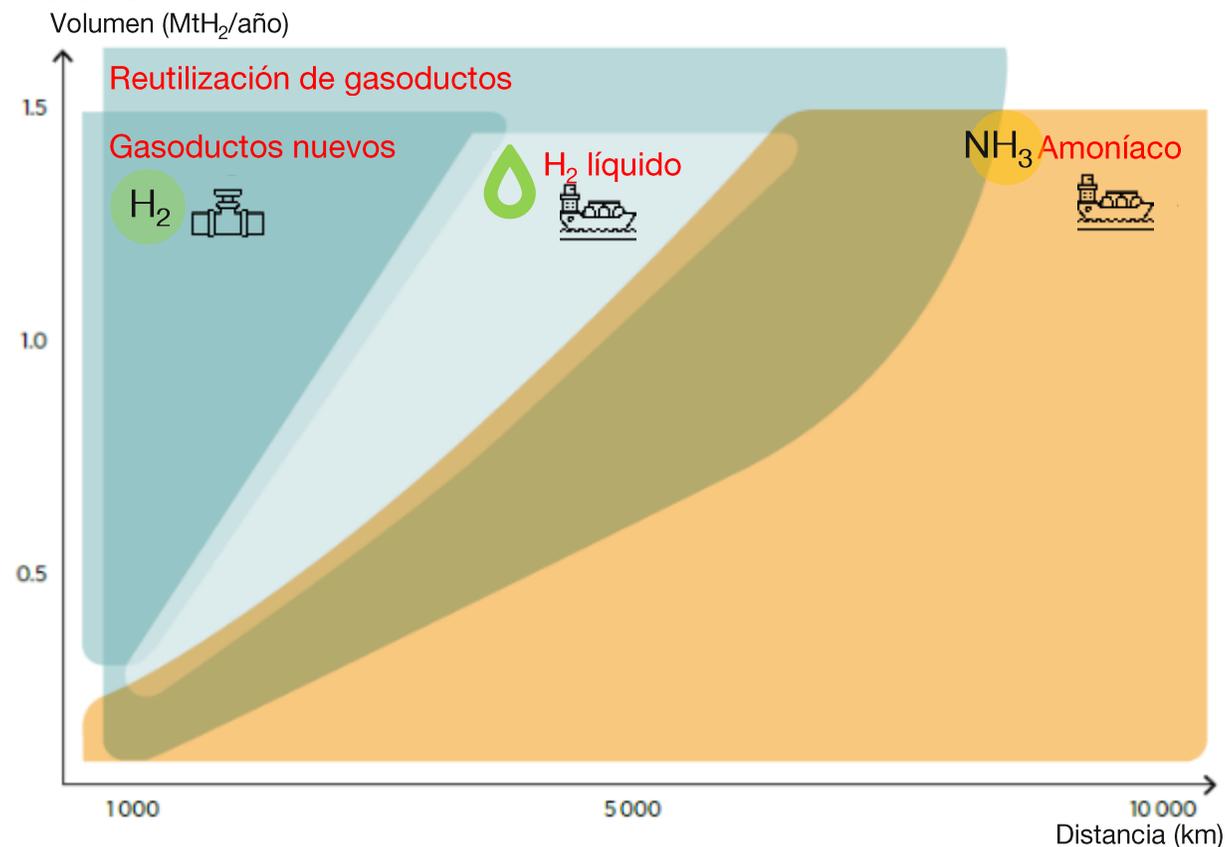
Para que la producción de hidrógeno se considere **baja en carbono**, debe estar por debajo del límite de emisiones propuesto por la UE de **3,38 kg de CO₂ equivalente por kg* de hidrógeno**, que es un 70% inferior al obtenido con combustibles fósiles, incluido el transporte y otras emisiones no relacionadas con la producción.

**En Estados Unidos, el límite se sitúa en 4,0 kg de CO₂ equivalente por kg de hidrógeno para poder acceder a las ventajas fiscales de producción de hidrógeno en el marco del IRA.*

Fuentes: Hydrogen Science Coalition, IEA, Department of Energy US Government, World Economic Forum, Hydrogen Europe, European Commission, Commission sets out rules for renewable hydrogen, February 2023; Capgemini

Los gasoductos y los barcos son las dos formas principales de transportar el hidrógeno; la distancia y el volumen determinan la forma más eficiente.

Opciones de transporte del hidrógeno teniendo en cuenta el volumen y la distancia



Métodos de transporte del hidrógeno en barco



Hidrógeno líquido

Las moléculas de hidrógeno se enfrían a -253 °C en las terminales portuarias antes de ser cargadas en barcos cisterna altamente aislados, un proceso que consume mucha energía. Una alternativa es utilizar compuestos orgánicos (LOHC) que pueden absorber y liberar hidrógeno sin necesidad de refrigeración.

Amoníaco

El hidrógeno se convierte en amoníaco en reacción con el nitrógeno. Existe un comercio internacional de amoníaco bien establecido; actualmente se utiliza como materia prima para fabricar fertilizantes, pero también podría utilizarse como combustible para la descarbonización. El inconveniente es que es tóxico si se producen escapes.

Fuente: IRENA (2023): *Geopolitics of the Energy Transformation*

Impulsando hoy la **empresa** del mañana

La transición hacia una economía climáticamente neutra y la necesidad de almacenamiento de energía son los principales factores que impulsan el desarrollo del almacenamiento del hidrógeno.

- La mayoría de los métodos de almacenamiento requieren compresión, enfriamiento o uso de material que se una al hidrógeno.
- El hidrógeno se almacena normalmente en forma gaseosa en recipientes a presión, en forma líquida en tanques criogénicos o químicamente mediante adsorción o absorción.
- En cuanto a los materiales, el amoníaco, los hidruros metálicos y la hidrogenación del dióxido de carbono son las técnicas principales y emergentes de almacenamiento de hidrógeno.



Fuentes: Hydrogen Europe; Frost&Sullivan, Shell, Naturgy

Impulsando hoy la **empresa** del mañana

Industria

- Amoníaco. Fertilizantes
- Amoníaco. Refrigerantes
- Alimentación. Saturación de grasas vegetales
- Soldadura
- Metalurgia
- Producción de vidrio plano
- Producción de componentes electrónicos, semiconductores, LED, etc.
- Peróxido de hidrógeno
- Otros productos químicos



Movilidad

- Exploración espacial
- Aviación
- Flotas de vehículos industriales
- Transporte público
- Transporte privado
- Barcos
- Trenes



Energía

- Pilas de combustible de hidrógeno
- Fuente de alimentación de reserva para hospitales, centros de datos o lugares remotos
- Producción de combustibles sintéticos



Calor

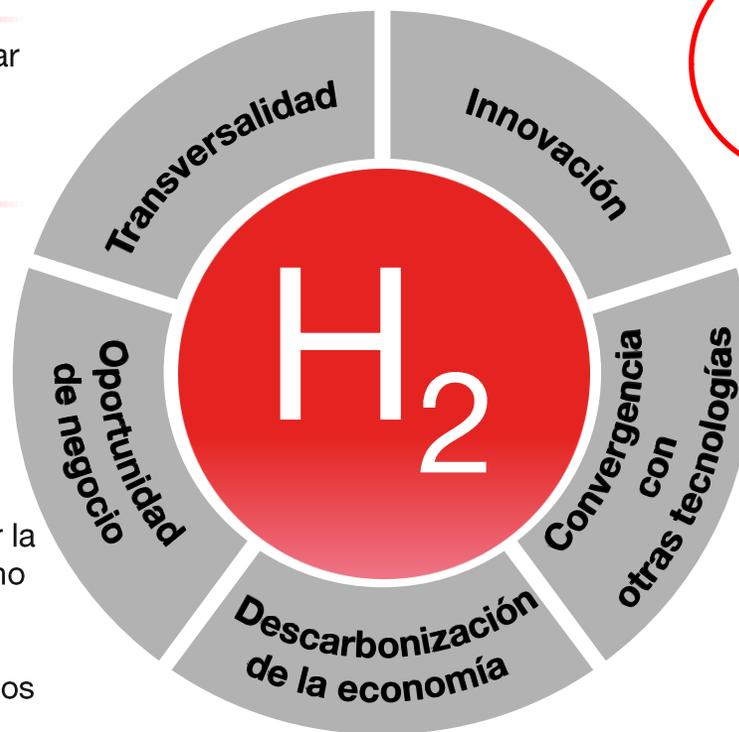
- Combinación con las redes de gas natural existentes
- Calor industrial
- Calefacciones
- Pilas de combustible estacionarias



Nota: La combustión del hidrógeno puede ser útil para producir calor, alcanzando altas temperaturas > 300 °C sin emitir partículas ni CO₂, pero es necesario controlar estrictamente las emisiones de NO_x para garantizar que la combustión sea sostenible y respetuosa con los requisitos de emisiones de gases de efecto invernadero.

La utilización del hidrógeno puede impactar en muchos ámbitos, desde las infraestructuras hasta las *smart cities*, pasando por los procesos productivos.

En un entorno cada vez más concienciado del cambio climático y con la voluntad de alcanzar la neutralidad climática, la utilización del hidrógeno puede crear nuevos modelos de negocio derivados de sus posibles aplicaciones en diferentes campos, como calor industrial y de los hogares, movilidad, etc.



La utilización del hidrógeno a gran escala presenta retos y oportunidades para el desarrollo de tecnologías que permitan su aplicación en diferentes sectores y a lo largo de toda la cadena de valor.

El desarrollo de las tecnologías del hidrógeno abarcan otros ámbitos como el diseño de materiales, la investigación de sistemas y métodos de transporte y almacenamiento, las adaptaciones de productos y procesos y elementos de seguridad.

El hidrógeno limpio permitirá ayudar a la descarbonización de la economía, ya sea en sus aplicaciones de vector energético o como materia prima en industrias como la química.

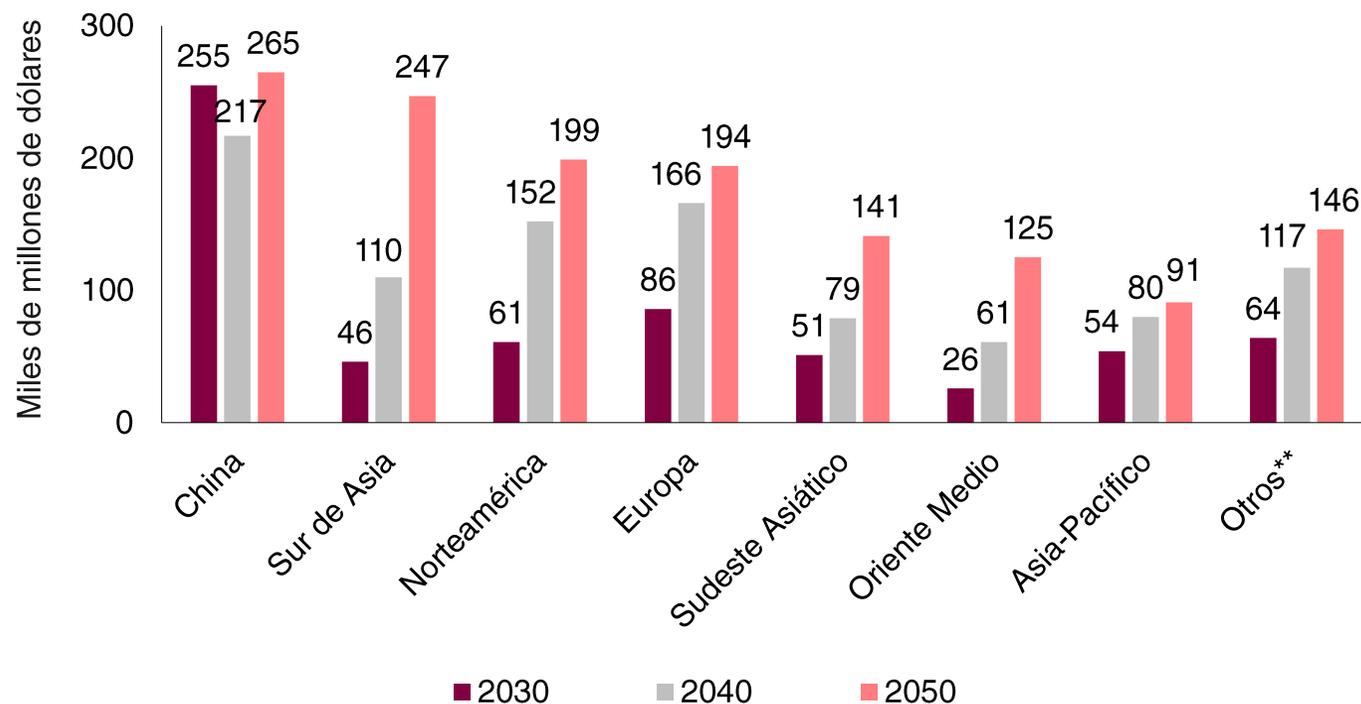
El hidrógeno en Cataluña

2. El mercado mundial del hidrógeno

Se espera que el mercado del hidrógeno limpio supere el valor del comercio mundial de GNL* en 2030 y crezca aún más hasta los **1,4 billones de dólares anuales en 2050**.

- Se necesitarán más de **9 billones de dólares de inversiones acumuladas** en la cadena global de suministro de hidrógeno limpio para ayudar a cumplir los objetivos de emisiones cero el año 2050.
- El hidrógeno limpio puede servir como catalizador para **apoyar a 2 millones de puestos de trabajo en todo el mundo cada año** entre 2030 y 2050.
- El **comercio interregional es clave** para ayudar a desbloquear todo el potencial del mercado de hidrógeno limpio, basado en una **infraestructura de transporte diversificada**.
- La **previsión para 2050 es que China y el sur de Asia** acaben siendo los principales polos de comercio de esta tecnología, con **265.000 y 247.000 millones de dólares** de valor de mercado respectivamente, seguidos en tercer lugar por **Norteamérica con 199.000 millones** de dólares.
- El comercio mundial de hidrógeno generará más de **280.000 millones de dólares en ingresos anuales de exportación en 2050**.

Evolución del mercado del hidrógeno por regiones en el mundo (miles de millones de dólares)



*GNL: gas natural licuado.

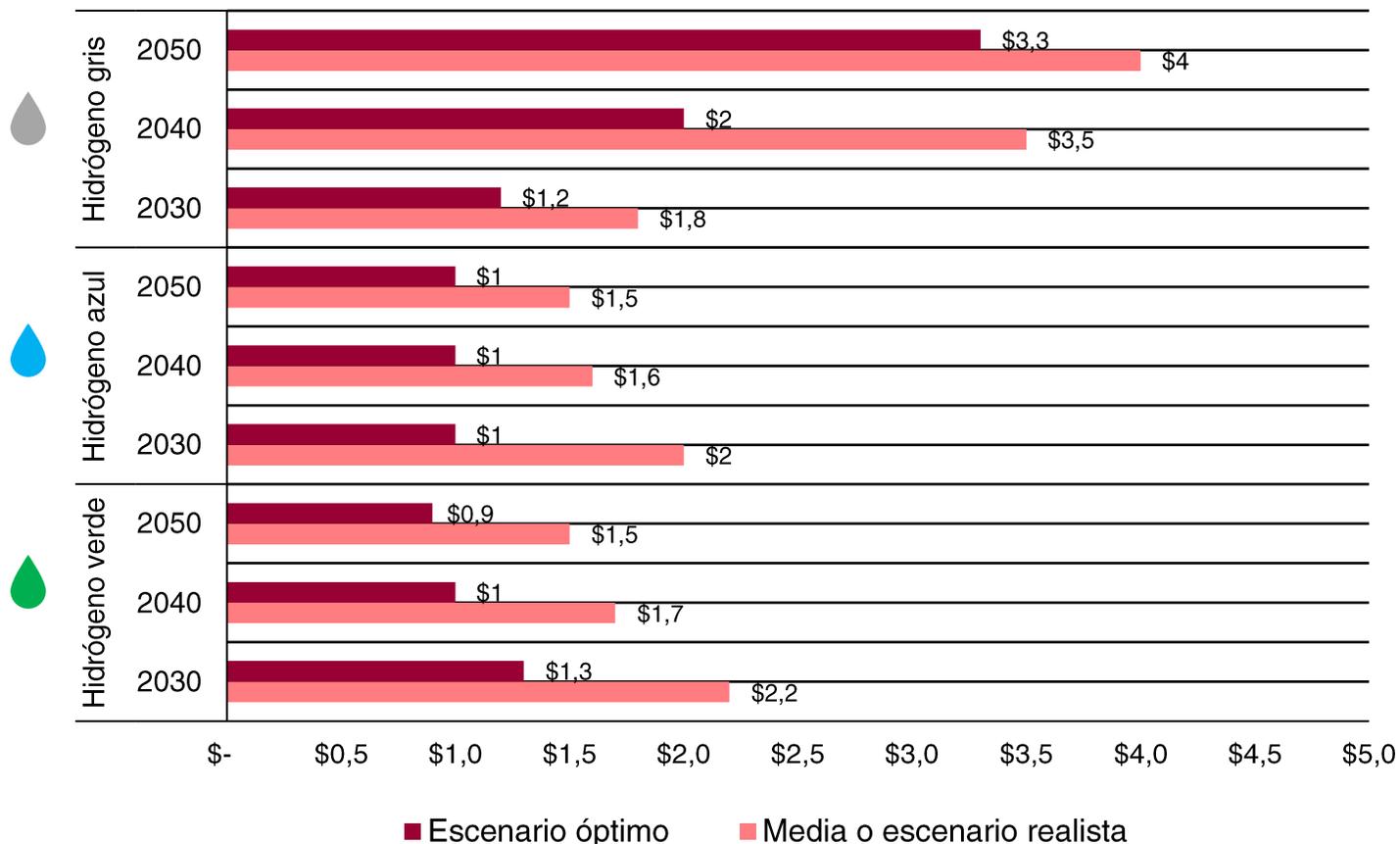
**Otros: incluye en este orden por mayor volumen de negocio: Eurasia, América Latina y África.

Fuente: Deloitte's 2023 global green hydrogen outlook

Impulsando hoy la **empresa** del mañana

Evolución de los precios del hidrógeno limpio

Coste de producción del hidrógeno* (\$/kg)



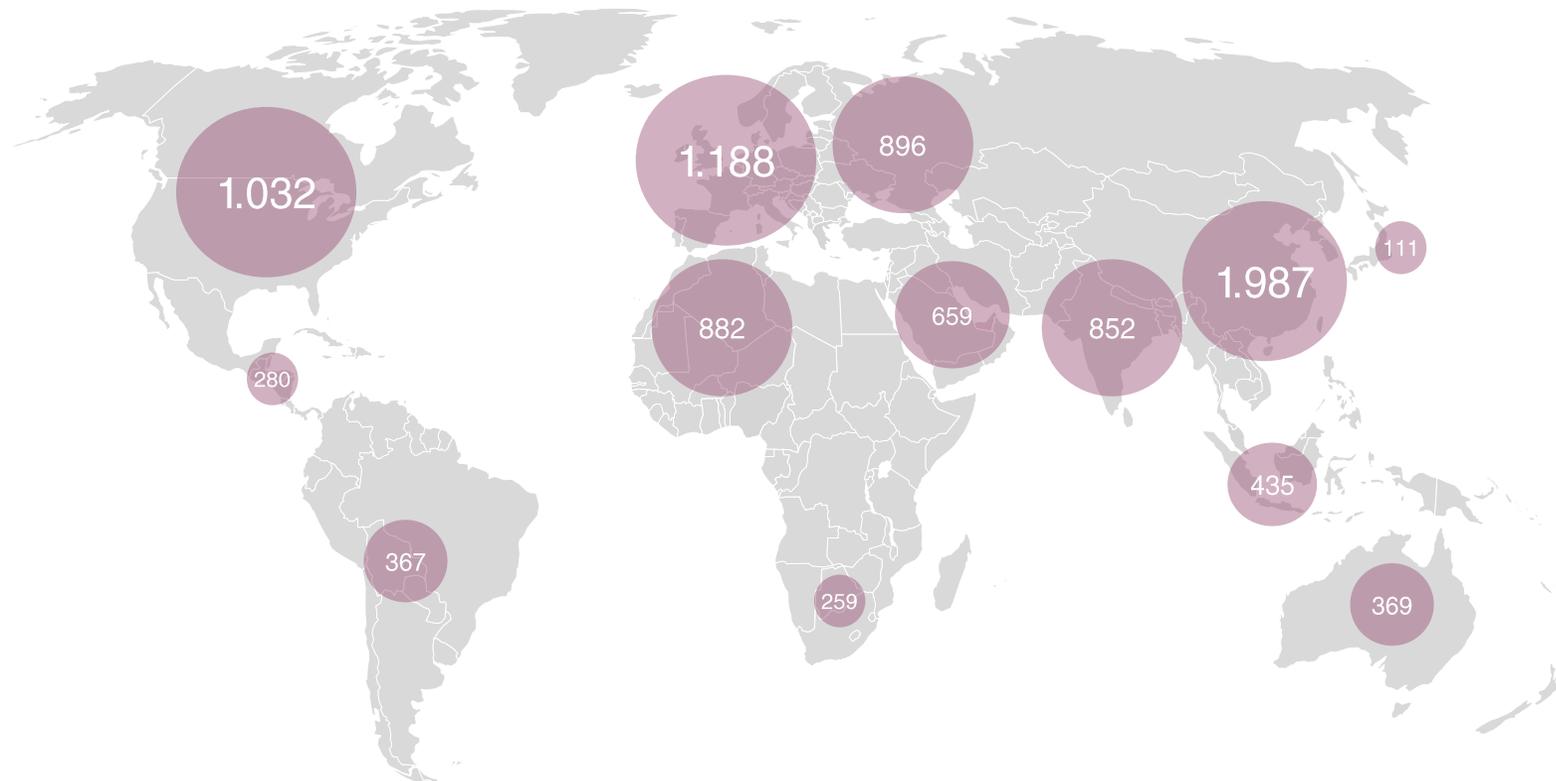
*Nota: *hidrógeno verde*: producido mediante electrólisis y energía renovable (0 emisiones de CO₂);
hidrógeno azul: obtenido a base de gas natural, en su producción se genera y captura el CO₂;
hidrógeno gris: obtenido a base de combustibles fósiles, se genera CO₂ que no se almacena y se libera.

- Las estimaciones apuntan a una **disminución progresiva de los costes del hidrógeno limpio** y, a la vez, a un **aumento progresivo de los costes y las tasas de emisiones de CO₂** que pueden sobrepasar de media los 300 \$/t CO₂e de cara a 2050 (para el hidrógeno producido que genera CO₂ o hidrógeno gris).
- En cuanto al hidrógeno verde, se estima que los **costes de producción disminuirán** hasta los 1,5-2,5 \$/kg en 2030, 1-1,7-2 \$/kg en 2040 y **1-1,5 \$/kg en 2050**. **Actualmente**, los costes de producción del **hidrógeno verde** son más elevados (**aprox. 6 \$/kg**) que el hidrógeno gris, y esto lo hace menos competitivo.
- En cuanto a los costes de producción de hidrógeno azul, disminuirán y se ubicarán entre **1-1,5 \$/kg en 2030** y se prevé que **se establezcan en torno a estos precios** hasta 2050.
- La estimación de la demanda de hidrógeno limpio se estima que crecerá hasta aproximadamente los 660 millones de toneladas métricas anuales en 2050, y el hidrógeno limpio alcanzará un **coste competitivo aplicado en muchos sectores**.

Fuente: McKinsey Hydrogen Insights y Carbon Pricing 2023 (World Bank Group)

Impulsando hoy la **empresa del mañana**

Inversiones acumuladas en la cadena de suministro de hidrógeno limpio en 2050 (miles de millones de dólares)



- La previsión de inversiones acumuladas en la cadena de suministro del hidrógeno limpio para 2050 sitúa a **China y al Sudeste Asiático, Europa y Norteamérica como los grandes actores globales** en hidrógeno limpio.
- Se espera que las **inversiones en China y en el Sudeste Asiático** superasen los **1,98 billones de dólares**; en **Europa** superasen los **1,18 billones de dólares** y en **Norteamérica**, los **1,03 billones de dólares**.
- Otras regiones globales también desarrollarán su infraestructura de hidrógeno limpio con importantes inversiones en su cadena de suministro, posicionándose como **proveedores o hubs de tráfico** internacionales como el **Magreb, sur de Asia o Europa del Este**.

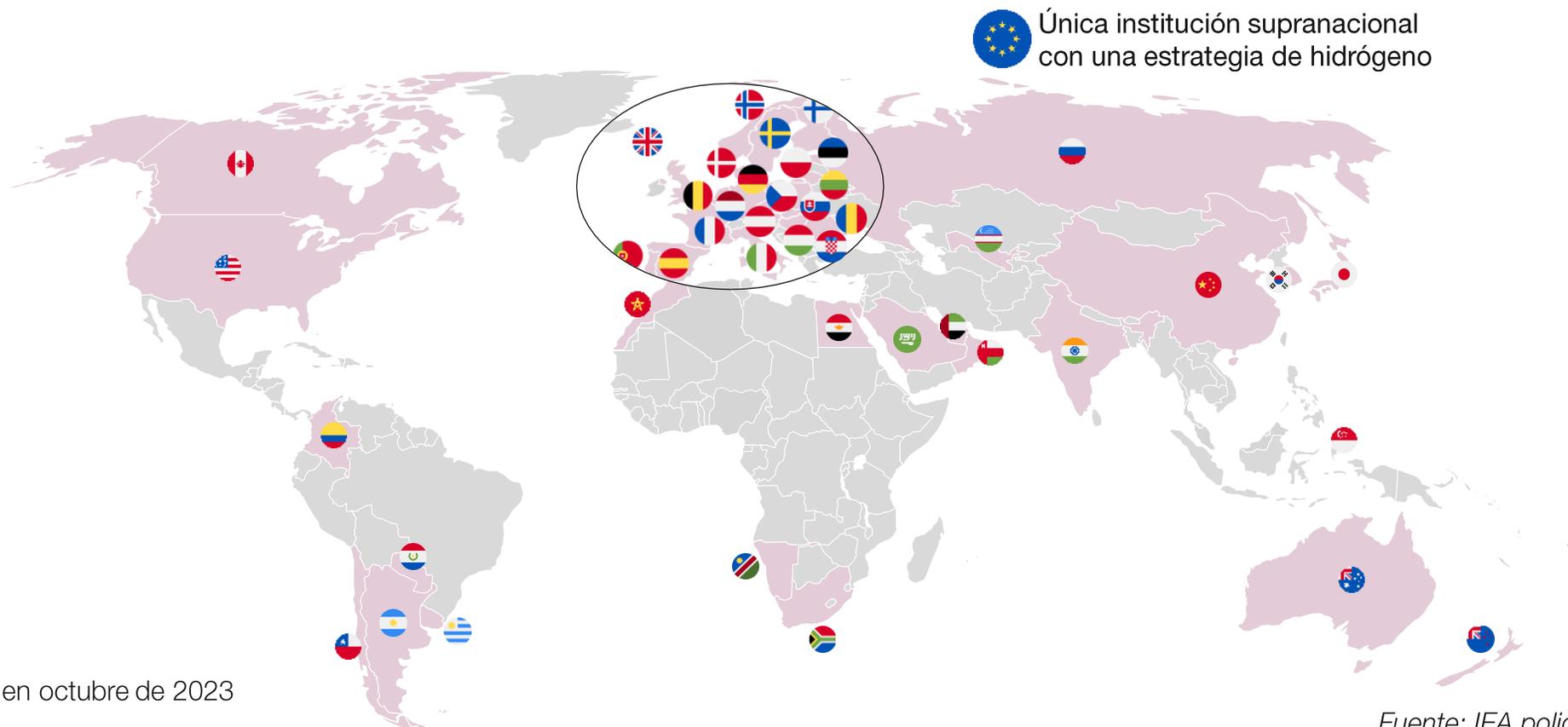
Fuente: Análisis de Deloitte basado en el HyPE model

Impulsando hoy la **empresa** del mañana

Estrategias nacionales en hidrógeno en el mundo

Más de **40 países** cuentan con una **estrategia nacional** o un acuerdo relevante para impulsar el hidrógeno y las tecnologías derivadas, **la mitad de ellos son europeos**.

Países con estrategias relacionadas con el hidrógeno



Nota: actualizado en octubre de 2023

Fuente: IEA policies Database

Estrategia europea para el Hidrógeno

La Estrategia, aprobada en 2020, da un impulso a la producción de hidrógeno limpio en la UE y lo convierte en una prioridad para impulsar el crecimiento económico.

2020 - 2024

Instalar **6 GW de electrolizadores en la UE** para producir **1 millón de toneladas de hidrógeno**.

2025 - 2030

Generar **40 GW** y producir **10 millones de toneladas de hidrógeno**.

2030 - ...

Despliegue a gran escala del hidrógeno limpio.

Otros instrumentos para el fomento del hidrógeno

REPowerEU

Plan para hacer frente a las perturbaciones en el mercado energético causadas por la guerra en Ucrania:

- **200 M€** destinados a la investigación en hidrógeno verde.
- **10 Mt** de importaciones de hidrógeno verde en 2030.
- Impulso del **marco normativo** para el hidrógeno verde.

Net-Zero Industry Act

Fomento de 8 tecnologías para conseguir la neutralidad climática:

- Contempla que se fabriquen en la UE el **40%** de los **electrolizadores y las pilas de combustible** en 2040.
- Simplifica el **marco regulador** para la fabricación de estas tecnologías.

Banco Europeo de Hidrógeno

Instrumento financiero para desbloquear inversiones en la cadena de valor del hidrógeno:

- Ha organizado una **subasta para reducir el gap entre el coste de producción del hidrógeno limpio y el fósil**. Se prevé una nueva a partir del abril del 2024.

Hoja de Ruta del Hidrógeno

Principales magnitudes en 2030

8.900 M€ en inversiones

4 GW de potencia instalada de electrolizadores

25% del consumo energético de la industria

100 - 150 de hidrogeneras de acceso público

Red de hidrógeno

Eje de la cornisa cantábrica, eje del valle del Ebro y eje Levante, con conexión Barcelona-Marsella (**H2MED**)

Eje Vía de la Plata (conectado con el Valle de Hidrógeno de Puertollano)



PERTE

PERTE de energías renovables, hidrógeno y almacenamiento (ERHA)

16.300 M€ de inversión movilizada de los cuales a proyectos de hidrógeno limpio
1.555 M€

PERTE de descarbonización industrial

3.100 M€ de inversión movilizada de los cuales a proyectos de hidrógeno limpio
450 M€

Programa H2 Pioneros

1.ª convocatoria

150 millones de euros
19 proyectos subvencionados

2.ª convocatoria

150 millones de euros
14 proyectos subvencionados

Principales empresas del mercado del hidrógeno en el mundo

Por sectores destacan las empresas gasísticas y, por nacionalidad, las estadounidenses.

Producción de hidrógeno



Hidrógeno verde



Pilas de combustible



 Presencia en Cataluña

El hidrógeno en Cataluña

3. Oportunidades y retos del hidrógeno

Oportunidades del hidrógeno

- **El hidrógeno limpio es un vector clave para alcanzar los objetivos de descarbonización**, especialmente en sectores industriales intensivos en energía o movilidad pesada.
- **Desarrollo de electrolizadores** con sistemas flexibles que aumenten la eficiencia en diferentes rangos y la vida media, reduzcan los costes y la dependencia de materiales críticos y mejoren su productividad. **Desarrollo de catalizadores.**
- **Desarrollo de nuevos soportes de almacenamiento.** Diseño de materiales para los depósitos que eviten fugas de hidrógeno y problemas de fragilidad.
- **Nuevos modelos de negocio y oportunidades** para la industria auxiliar en la adaptación de materiales y equipamiento, así como boquillas, turbinas, válvulas, recubrimientos, soldaduras y creación de redes de hidrogeneras o de distribución específica de hidrógeno.
- **Desarrollo de tecnologías específicas** para las distintas aplicaciones y con mejores eficiencias. La disponibilidad de H₂ abre nuevas vías a la hidrogenación de CO₂ y otras moléculas de base carbono, lo que posibilita la obtención de productos químicos, así como de combustibles sintéticos en gas o líquido, estos últimos para la aviación, el transporte marítimo o la maquinaria pesada. Especial énfasis en transporte marítimo y ferrocarril.
- La cadena de valor del hidrógeno requerirá **nuevas tecnologías y nuevos sectores**, como catalizadores, solventes, captura de carbono, membranas, tuberías, etc., y se necesitará personal cualificado como técnicos, ingenieros, fabricantes, instaladores, etc.



Retos del hidrógeno

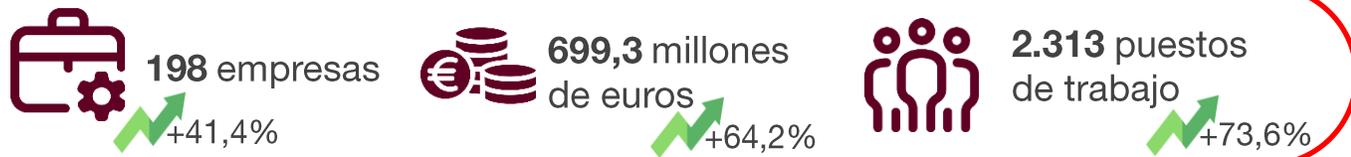
- Para la producción de hidrógeno limpio, especialmente a partir de las energías renovables, es necesario conseguir reducciones sustanciales de los costes. **El coste de la electricidad renovable marca el 75% del coste del hidrógeno.**
- El hidrógeno, a pesar de tener una densidad gravimétrica muy alta, tiene una densidad de energía volumétrica muy baja, lo que significa que **debe comprimirse y trabajar a presiones elevadas y temperaturas muy bajas** para el almacenamiento y transporte.
- El hidrógeno es un **gas muy reactivo y puede producir fragilidad en distintos materiales**, como el acero. Además, tiene una velocidad de combustión elevada. La infraestructura para poder hacer llegar el hidrógeno hasta el punto de consumo final debe reformarse y adaptarse.
- **El hidrógeno es un portador de energía** que en determinadas condiciones puede combustionar (reaccionar con oxígeno), por lo que se debe trabajar con estrictas medidas de seguridad. Sin embargo, el objetivo es utilizarlo electroquímicamente o en procesos químicos. Falta un marco regulador armonizado que facilite la introducción del hidrógeno a gran escala.
- **El coste y la adaptabilidad a diferentes entornos de las pilas de combustible** no está solucionada y algunas tecnologías, como las SOEC, están en estado precomercial.
- Los electrolizadores dependen de **materias primas críticas como las tierras raras**, dominadas por China. Sin el control de toda la cadena de valor, no se pueden asegurar los objetivos de aprovisionamiento y manufactura en la UE.



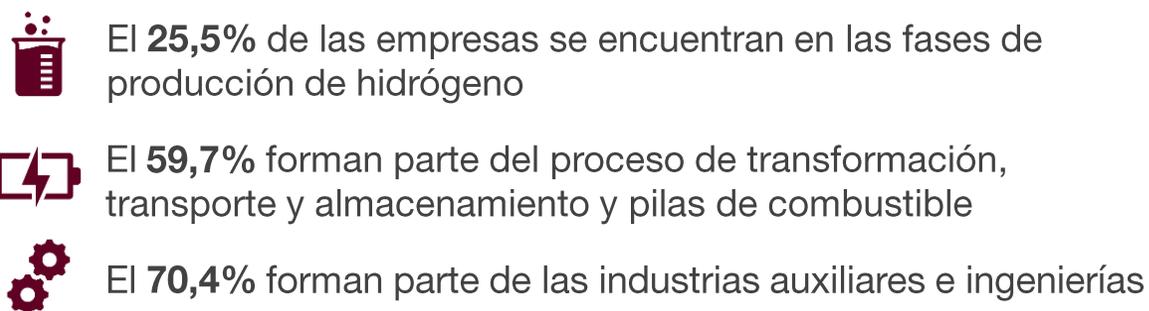
El hidrógeno en Cataluña

4. El hidrógeno en Cataluña

Mapeo del ecosistema del hidrógeno en Cataluña



Por segmentos*

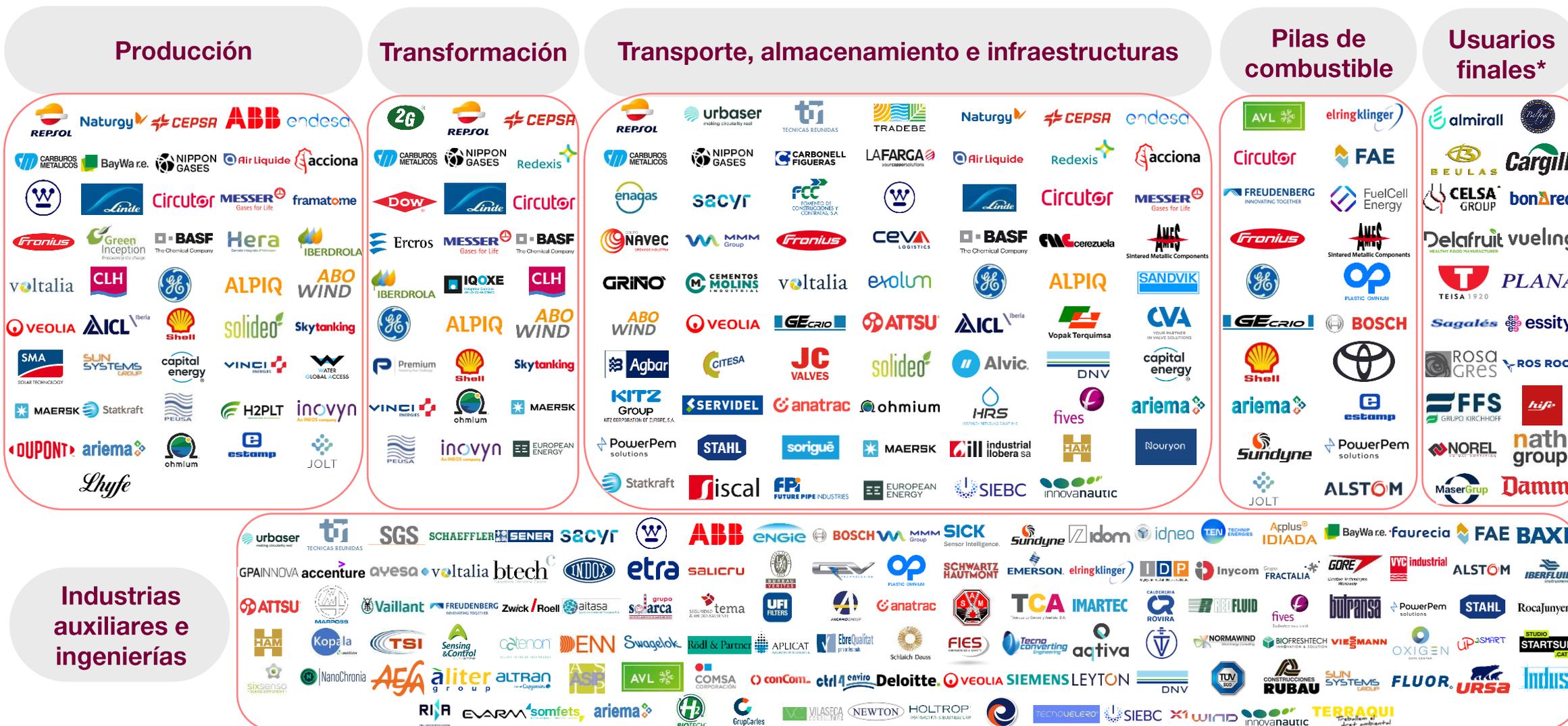


*Las empresas pueden estar clasificadas en más de un segmento dentro de la cadena de valor del hidrógeno.

Fuente: ACCIÓ (2022, últimos datos disponibles)

Impulsando hoy la **empresa** del mañana

Ecosistema del hidrógeno en Cataluña



*Muestra representativa. Las empresas no están cuantificadas a efectos del mapeo empresarial.

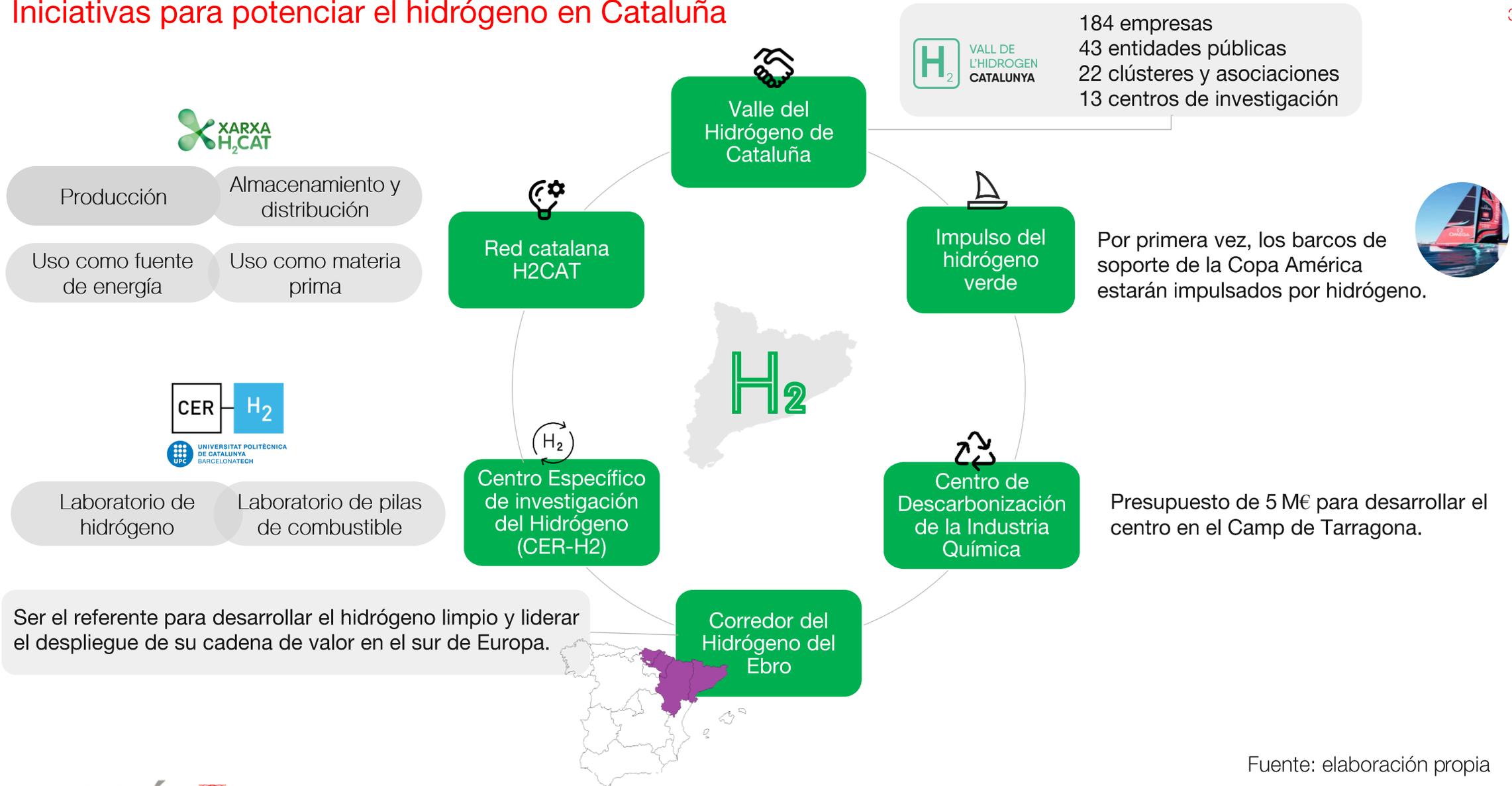
Fuente: ACCIÓ

Agentes del ecosistema del hidrógeno en Cataluña



Fuente: ACCIÓ

Iniciativas para potenciar el hidrógeno en Cataluña



Capacidad de distribución estratégica: un *hub* de conexiones internacionales preparado para el hidrógeno

La excelente posición geoestratégica de Cataluña permite establecer unas **conexiones intercontinentales eficientes** con Asia y América y una **distribución rápida y fácil** en el sur de Europa y en el norte de África. Esta ubicación estratégica servirá para convertirse en un polo de referencia capaz de servir hidrógeno en el resto de Europa.

Una capacidad de distribución inigualable

La ubicación estratégica y la amplia red de infraestructuras hacen de Cataluña la puerta de entrada al sur de Europa y el centro de distribución líder del Mediterráneo.

La red logística puede llegar a **400 M de consumidores** en Europa y en el Mediterráneo/África en menos de 48 horas.*



* Con todos los medios de transporte: avión, tren, camión y barco.

El H2MED ayudará al desarrollo del hidrógeno en Europa

El H2MED* prevé la conexión marítima entre Barcelona y Marsella para enviar **2 millones de toneladas de hidrógeno verde al año** al resto de Europa.

Esto permitirá a Cataluña ser un *hub* tanto de recepción de hidrógeno como de producción y exportación para servir a un mercado de hidrógeno muy demandante en los próximos años.



* La entrada en vigor está prevista en 2030.



Puertos catalanes:
Puerto de Barcelona
Puerto de Tarragona

Ambos puertos disponen de servicios e infraestructuras especializadas en la manipulación y expedición de determinados tipos de productos, lo que favorece su importación y exportación.

Puerto de Barcelona



Port de Barcelona

- El Puerto de Barcelona, especializado en carga general y mercancías de alto valor añadido, conecta con 178 puertos de todo el mundo a través de 88 líneas regulares.
- Ofrece una de las mayores productividades de Europa y es un puerto de referencia de la región euromediterránea.
- Es líder del Estado en valor de las mercancías y la mayor infraestructura de transporte y servicios de Cataluña.
- Acoge una hidrogenera para apoyar la celebración de la 37.^a Copa América.

Puerto de Tarragona



Port Tarragona

- Con infraestructuras y calados de primer nivel, se posiciona como *hub* en el Mediterráneo para el almacenamiento y la distribución de productos energéticos.
- La inversión en el Muelle de la Química ha permitido doblar la superficie del puerto dedicada al almacenamiento de todo tipo de líquidos a granel, ya sean hidrocarburos, productos químicos u otros derivados de la transición energética, como amoníaco para capturar y almacenar hidrógeno.
- La capacidad actual de almacenamiento supera los 800.000 m³ y la intención es crecer en capacidad año tras año hasta alcanzar los 1,2 millones de m³.

Fuentes: Puerto de Barcelona y Puerto de Tarragona

Capacidades de Cataluña en hidrógeno

Rico ecosistema de conocimiento y talento 

Industria potente y diversificada 

Nodo logístico de primer orden 

 **Posición geoestratégica** para el despliegue del hidrógeno en la movilidad pesada, la red de tuberías europea y los canales de import-export

H₂

Hidrógeno para la aviación  Lleida

Más de 3 millones de habitantes en el AMB (movilidad e industria)   

Puertos y aeropuertos con grandes capacidades  

1.º hub petroquímico del sur de Europa (necesidad de hidrógeno limpio para la descarbonización)  

Tarragona

Barcelona



H2MED (Barcelona-Marsella) para el transporte de hidrógeno al resto de Europa



Corredor del Hidrógeno del Ebro con el norte de la península Ibérica

Fuente: adaptado del Valle del Hidrógeno de Cataluña

Impulsando hoy la **empresa** del mañana

Máster interuniversitario en Tecnologías de Hidrógeno: con el objetivo de capacitar a profesionales en las diferentes tecnologías de la cadena valor del hidrógeno en generación, almacenamiento, transporte, distribución, transformación y aplicaciones. En 2023 ha comenzado la 3.ª edición.



Grados

Másteres y posgrados

Formación profesional



Grado en Ingeniería de la Energía y Sostenibilidad



Máster en Energías Renovables y Sostenibilidad Energética



Curso de producción de hidrógeno verde por electrólisis (HELEC)



Grado en Ingeniería de la Energía

Máster en Electrónica de Potencia



Máster universitario en Ingeniería de Automoción

Máster universitario en Ingeniería de la Energía

Master's degree in Interdisciplinary & Innovative Engineering

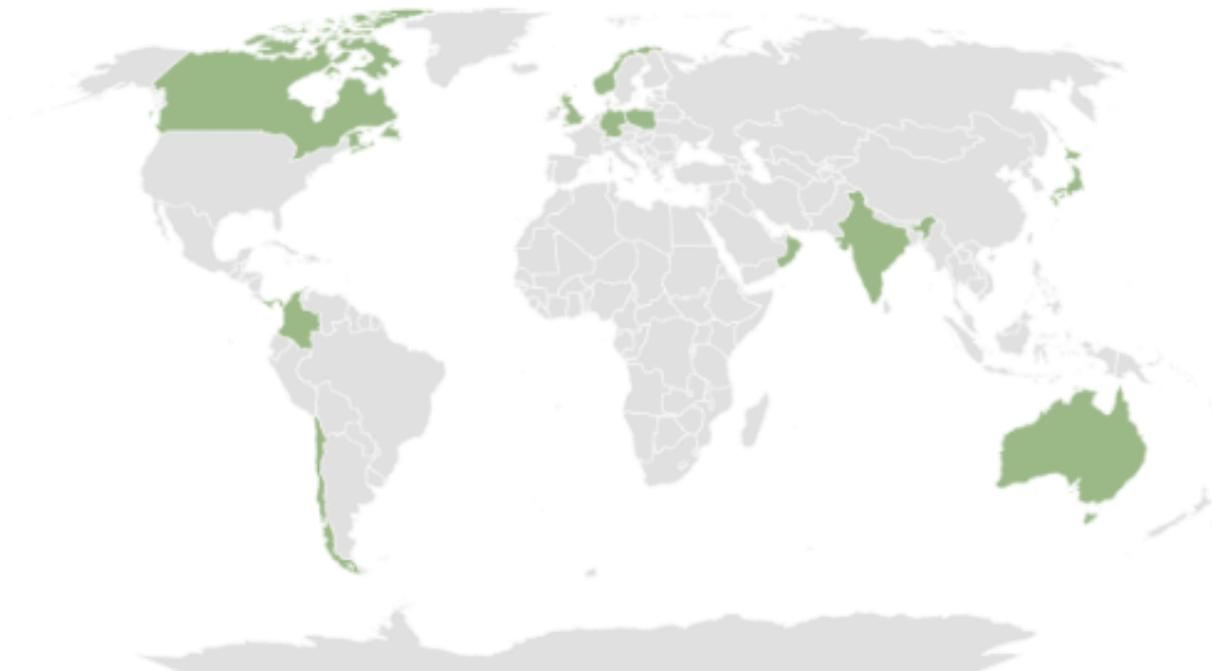
Hydrogen as an energy vector: Technologies and application



Training for a Hydrogen Economy based Renewable Energy Society in the Anthropocene: primer programa europeo de doctorado para especialistas legales en el campo del hidrógeno.



Oportunidades internacionales del hidrógeno



Panamá
Equipamiento, tecnología y servicios de ingeniería para proyectos de hidrógeno verde

Canadá
Mercado energético canadiense: tecnologías limpias y sostenibilidad

Chile
Plan Energético Chile 2050

Colombia
A la vanguardia de la diversificación energética

Reino Unido
Net Zero 2050: compromiso de gobierno

Australia
Hidrógeno y renovables, las grandes apuestas del gobierno para 2023-2024

Polonia
El hidrógeno como eje de la descarbonización en Polonia

Noruega
Noruega, donde el futuro de la energía ya está presente

Bélgica
Apuesta belga por las energías verdes y pilar estratégico europeo

Alemania
Retos tecnológicos para el sector de las energías renovables alemán

Países Bajos
Una industria 100% sostenible en 2050

Japón
Japón, potencia en automoción hacia el vehículo del futuro

Singapur
Singapur quiere diversificar las fuentes energéticas del país

Omán
Infraestructuras que impulsarán el turismo, el comercio y la economía

India
Alternativas de energía verde para la movilidad

Fortalezas



Gran presencia de industria intensiva en el uso de hidrógeno, especialmente la química



Participación en el Corredor del Ebro y en otras iniciativas europeas



Presencia de centros de investigación y universidades



TMB - AMB es pionera en el Estado español en aplicar el H₂ en flotas de vehículos

Oportunidades



Apuesta decidida por la neutralidad climática y la descarbonización en la UE: el hidrógeno limpio será clave



Necesidad de conexión del H₂MED con el Puerto de Tarragona



Ayudas del Next Generation EU



Creación y desarrollo de tecnologías aplicadas a lo largo de la cadena de valor

Debilidades



Pocas empresas especializadas



Baja penetración de energías renovables



Falta de inversión en I+D industrial



Incertidumbre política, normativa y de estándares

Amenazas



El coste del hidrógeno renovable sigue siendo elevado en comparación con los combustibles fósiles



Algunas tecnologías todavía no están maduras



La producción y conversión de hidrógeno conllevan importantes pérdidas de energía



Falta de regulación y certificación

El hidrógeno en Cataluña

5. Casos de éxito en Cataluña

Casos de éxito en Cataluña



El **Aeropuerto Lleida-Alguaire** instalará un electrolizador para generar hidrógeno con su parque fotovoltaico y una hidrogenera.



Vueling apuesta por los combustibles sostenibles, en la línea de los objetivos establecidos por la estrategia europea ReFuelEU Aviation.



El **Puerto de Tarragona** está adaptando su infraestructura para exportar e importar hidrógeno de todo el mundo y convertirse en un *hub* logístico.



El **Puerto de Barcelona** acogerá la Copa América de 2024, donde los buques de soporte serán propulsados por hidrógeno suministrado por **Carburos Metálicos**.



Evarm ha desarrollado el primer prototipo de automóvil con hidrógeno y el camión con motor de hidrógeno que ha participado en el último Dakar.



Applus IDIADA colabora con distintos socios para el desarrollo de pilas de combustible y vehículos de hidrógeno.



Hydrogenizing BCN es una iniciativa que pretende crear un ecosistema para las pymes y startups que les permita participar en la economía del hidrógeno.



TMB ha hecho una apuesta por el uso de hidrógeno en el transporte público. A los 8 buses de hidrógeno que ya circulan por Barcelona se sumarán otros 36.



QEV Technologies contará con plataformas eléctricas y de hidrógeno para autobuses y camiones pesados en el D-Hub, en la Zona Franca.



Hydrogen-Refueling-Solutions ha elegido Barcelona para su primera oficina fuera de Francia, para acelerar la red de aprovisionamiento de hidrógeno.



Repsol lidera un consorcio para instalar un electrolizador de 150 MW que proveerá de hidrógeno renovable al polo petroquímico de Tarragona.



Celsa ensaya la producción de hidrógeno verde con nuevas tecnologías aplicables a la industria siderúrgica para la revalorización de subproductos.



Jolt ha patentado la tecnología que consiste en un nuevo método de recubrimiento de superficies para fabricar electrodos industriales más eficientes.



Indox ha desarrollado una planta de hidrógeno verde para el autoconsumo industrial.



MMM está especializada en la generación de hidrógeno y biogás de forma limpia, eficiente y descentralizada.



AMES lidera un proyecto para la generación de tecnología de electrólisis de alta temperatura para la generación de hidrógeno renovable de forma eficiente.



NanoChronia, spin-off de la **URV** que ha desarrollado nanosensores para detectar gases específicos como el hidrógeno.



La Plataforma PRIMA, desarrollada por el **IREC** en Gurb desde 2022, es una plataforma de integración de energías renovables y almacenamiento.

Entrevistas a instituciones

Queremos agradecer a todas las instituciones que han contribuido a la realización de este estudio, su tiempo y el conocimiento compartido.



Contáctanos!

934 767 206

info.accio@gencat.cat

Passeig de Gràcia, 129
08008 Barcelona

accio.gencat.cat

catalonia.com

Consulte el informe aquí:

<https://www.accio.gencat.cat/ca/serveis/banc-coneixement/cercador/BancConeixement/eic-hidrogen-catalunya>



Más información sobre el sector, noticias y oportunidades:

<https://www.accio.gencat.cat/ca/sectors/energia-eficiencia>



Síguenos en las redes sociales!



@accio_cat

@Catalonia_TI



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

[linkedin.com/company/invest-in-catalonia/](https://www.linkedin.com/company/invest-in-catalonia/)