

Observatorio Ciudadano de la Energía

“Retos y oportunidades de la industria del hidrógeno en México”

Dr. Pablo René Díaz Herrera, ICAyCC-UNAM

Secretario de la SMH

pablор.diazh@gmail.com

Cel. 7771862239



INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA
ATMÓSFERA
Y CAMBIO CLIMÁTICO



Fecha: 25 de marzo de 2023

Contenido

1. Introducción: ¿tipos de hidrógeno y sus principales aplicaciones?
2. Oportunidades del hidrógeno en México y proyectos piloto.
3. Retos de la producción del hidrógeno en México
4. Conclusiones.

Sobre mí...

Ingeniero químico, Universidad de Guadalajara (2012).
Tesis: *“Estudio de solubilidad de CO₂ en mezclas acuosas de alcanolaminas”*.

Maestro en ingeniería química, UNAM (2015).
Tesis: *“Estudio del material cerámico Li₈SiO₆ para la captura de CO₂ de corrientes gaseosas”*.

Doctor en ingeniería en energía, UNAM (2021). Tesis: *“Papel de la captura de CO₂ e hidrógeno en la descarbonización del sector eléctrico nacional”*.

Posdoctorado ICAyCC, UNAM (2021). Proyecto: *“Producción de biometano vehicular a partir de biogás generado en rellenos sanitarios de la CDMX: Prados de la Montaña y Bordo Poniente”*.

Research and Experience in Carbon Sequestration program (RECS 2014)



Foto tomada en las instalaciones de Kemper Project en Kemper County, Mississippi. (9 de junio de 2014).





ENOS 2nd Spring School on CO₂ Geological Storage



Foto tomada en las instalaciones del proyecto piloto de almacenamiento de CO₂ en Hontomín, España. (28 de mayo de 2019).

Sobre mí...

2022

 Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias
12 h · 

Premian la tesis doctoral de Pablo Díaz Herrera como resultado del concurso de Tesis sobre hidrógeno organizado por la Sociedad Mexicana del Hidrógeno. Pablo realizó su tesis de doctorado en el #INEEL bajo la supervisión de la Dra. Abigail González Díaz.
<https://www.sciencedirect.com/.../pii/S0360319920338738...>

2013



Egresado del CUCEI gana el Concurso a la Mejor Tesis de Licenciatura en Termodinámica del 2012



2014

Egresado de CUCEI obtuvo el Premio Estatal de Tecnología e Innovación, en la categoría de t



2019

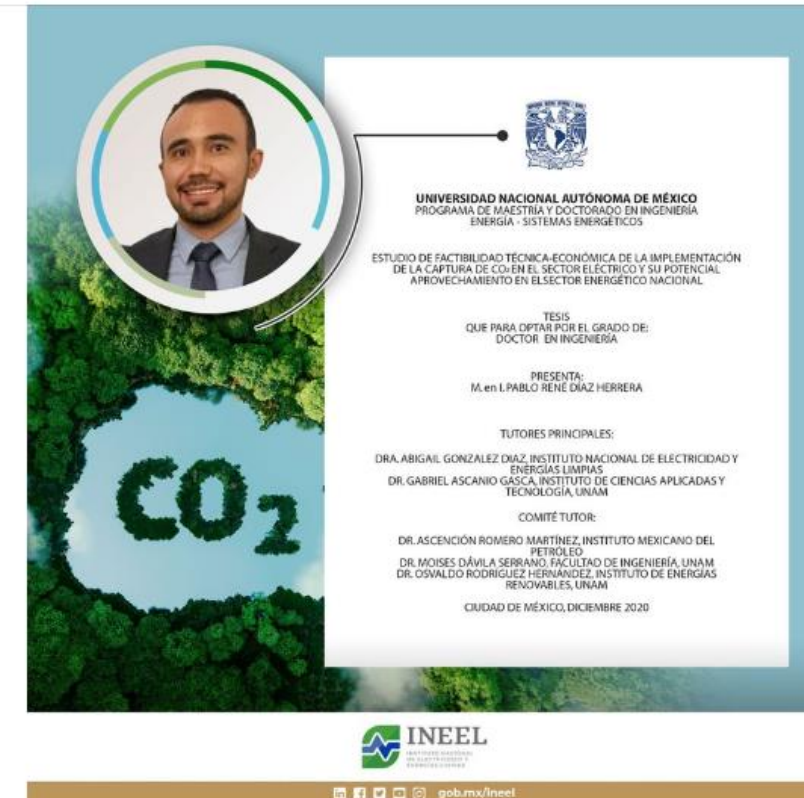
Tesista doctoral del INEEL obtiene Best Presentation Award en Japón

El trabajo presentado se titula: Alternatives to optimize the incorporation of post-combustion process in existing NGCC power plants for reducing CO₂ emissions in Mexico. La asistencia permitió conocer el avance que tienen otras regiones y países en el tema de CCUS y otras energías limpias, tales como: energía del océano, eólica y solar.



Becario de tesis de doctorado del INEEL obtiene el Best Presentation Award en la novena Conferencia Internacional en Energías Renovables y Limpias en Tokio, Japón.

2022



Los “colores” del hidrógeno

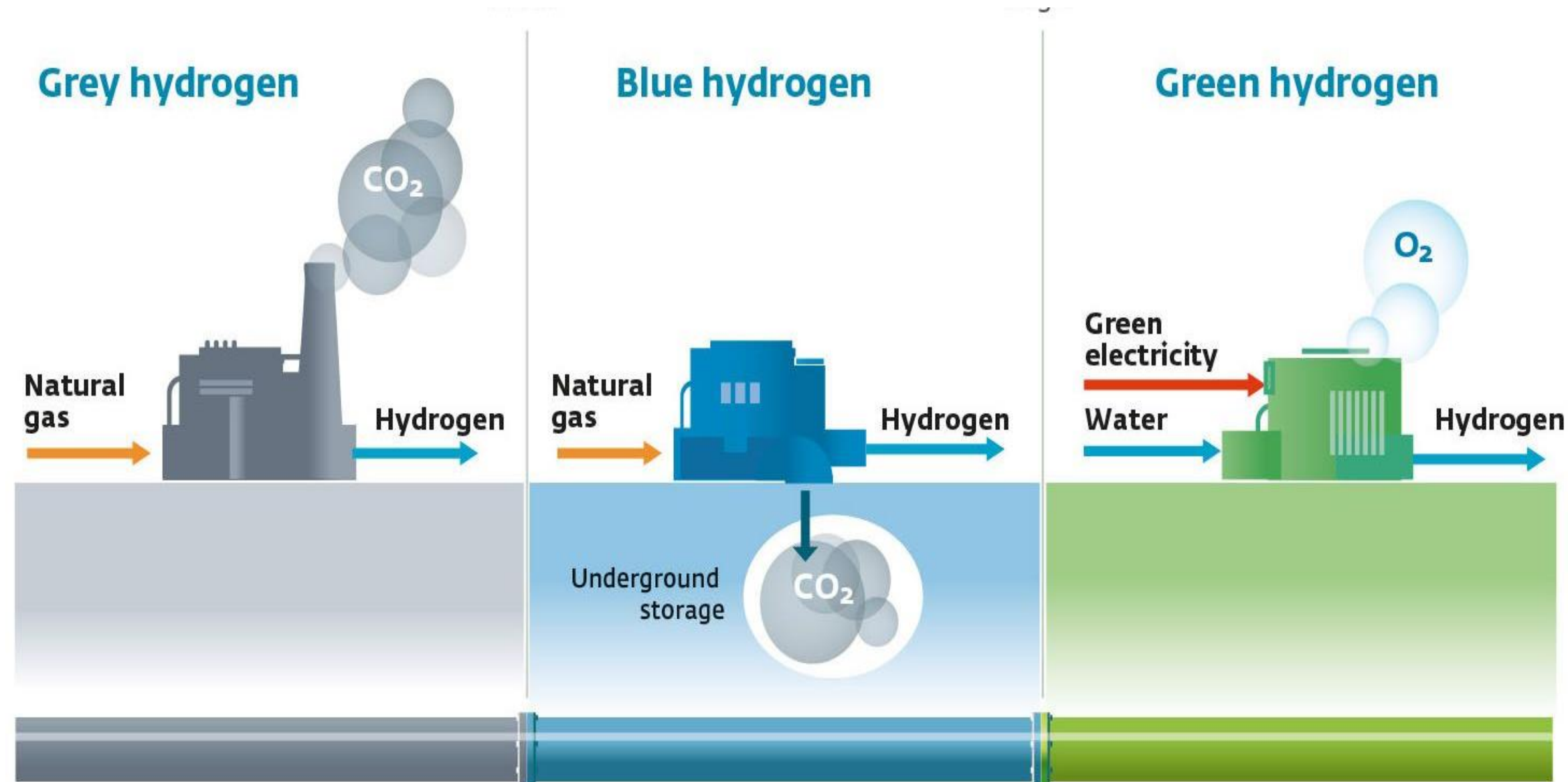


Fig. 1. Tipos de hidrógeno: gris (grH_2), azul (bH_2) y verde (gH_2).

Fuente: <https://www.theworldofhydrogen.com/gasunie/what-is-hydrogen/>

Usos del H₂

Figura 1-9. Usos tradicionales y nuevos del hidrógeno (Hinicio, 2020)

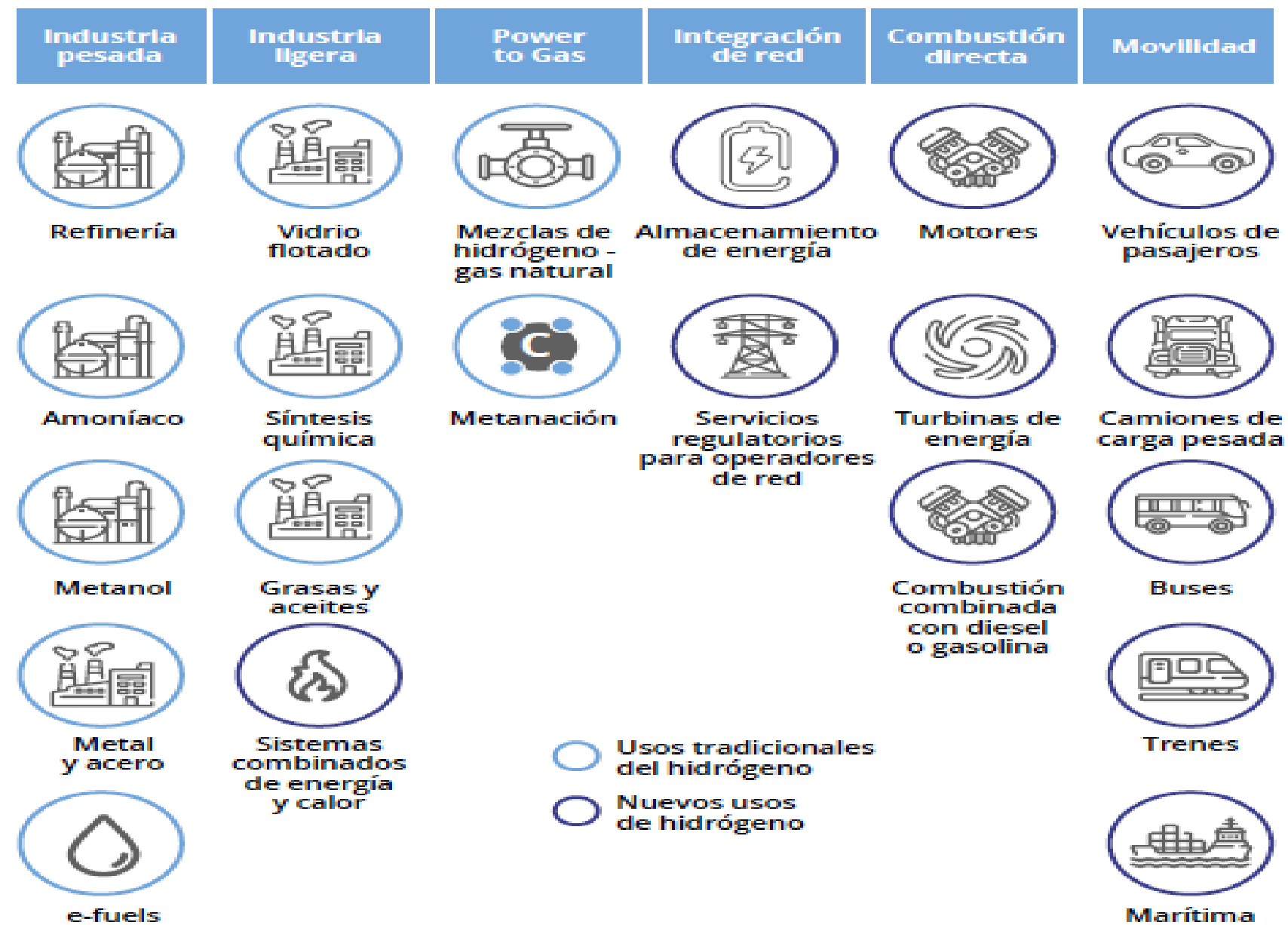
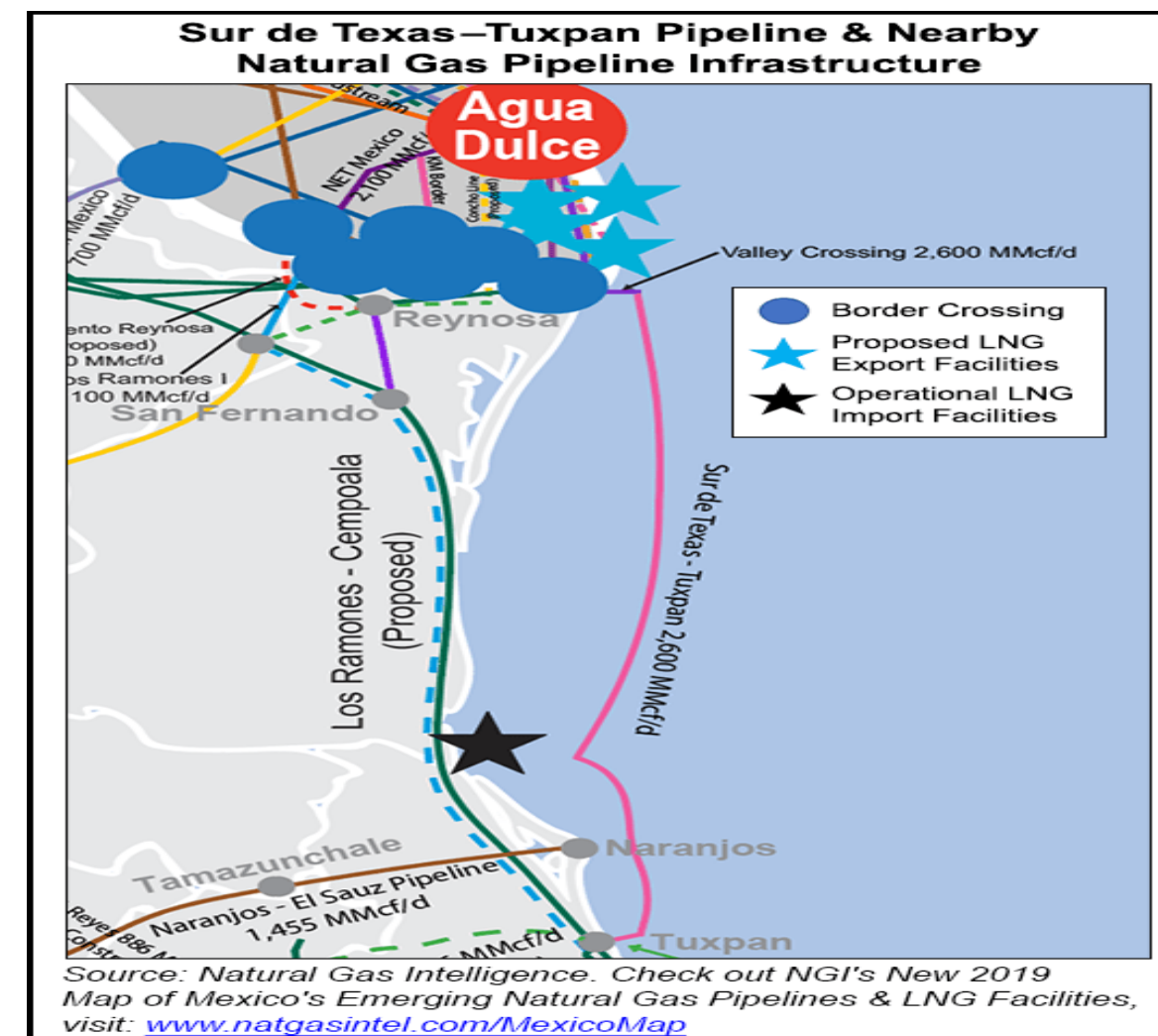
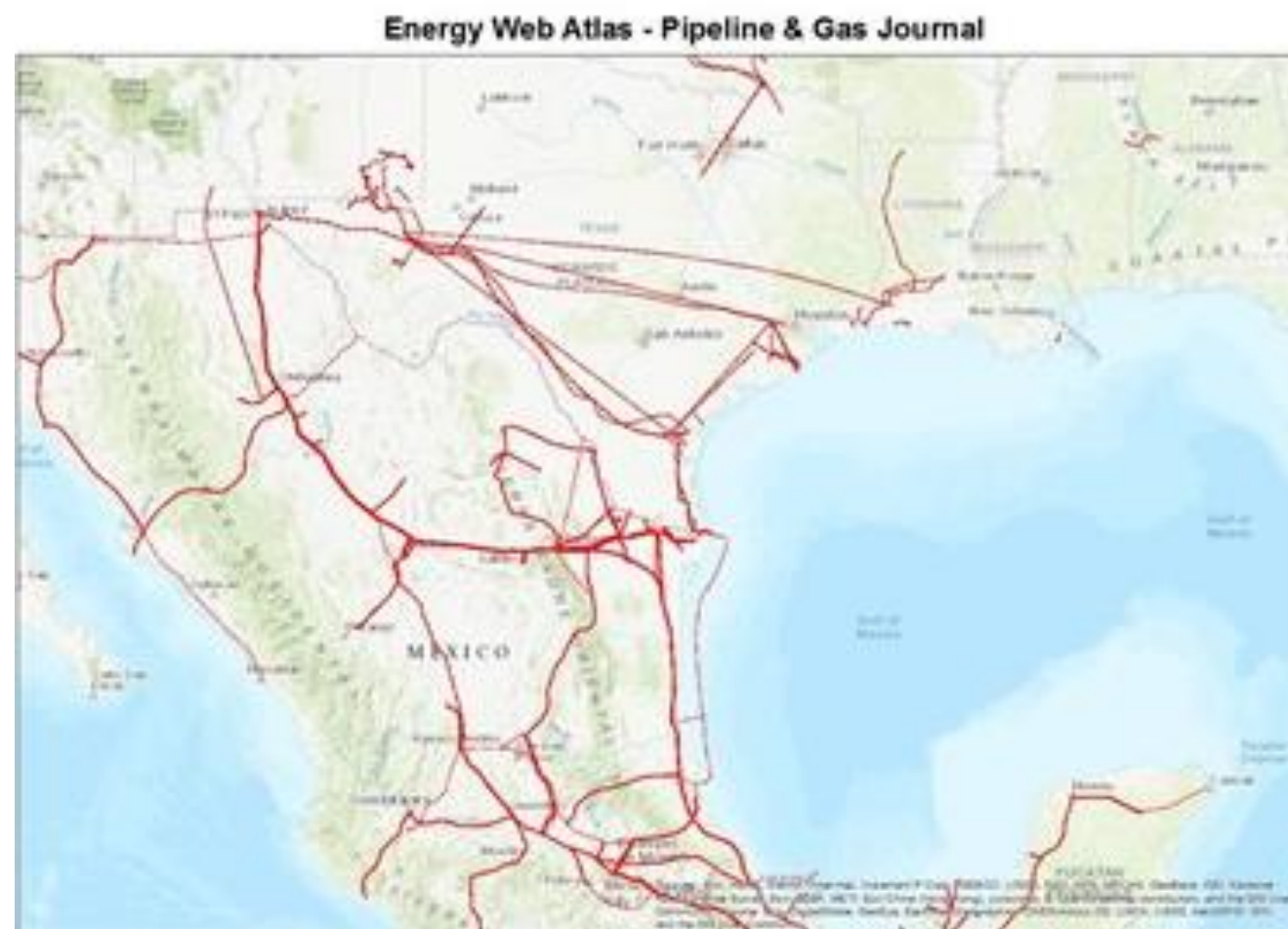


Fig. 2. Usos del hidrógeno
Fuente: Hinicio, 2020

¿Por qué H₂ en México?

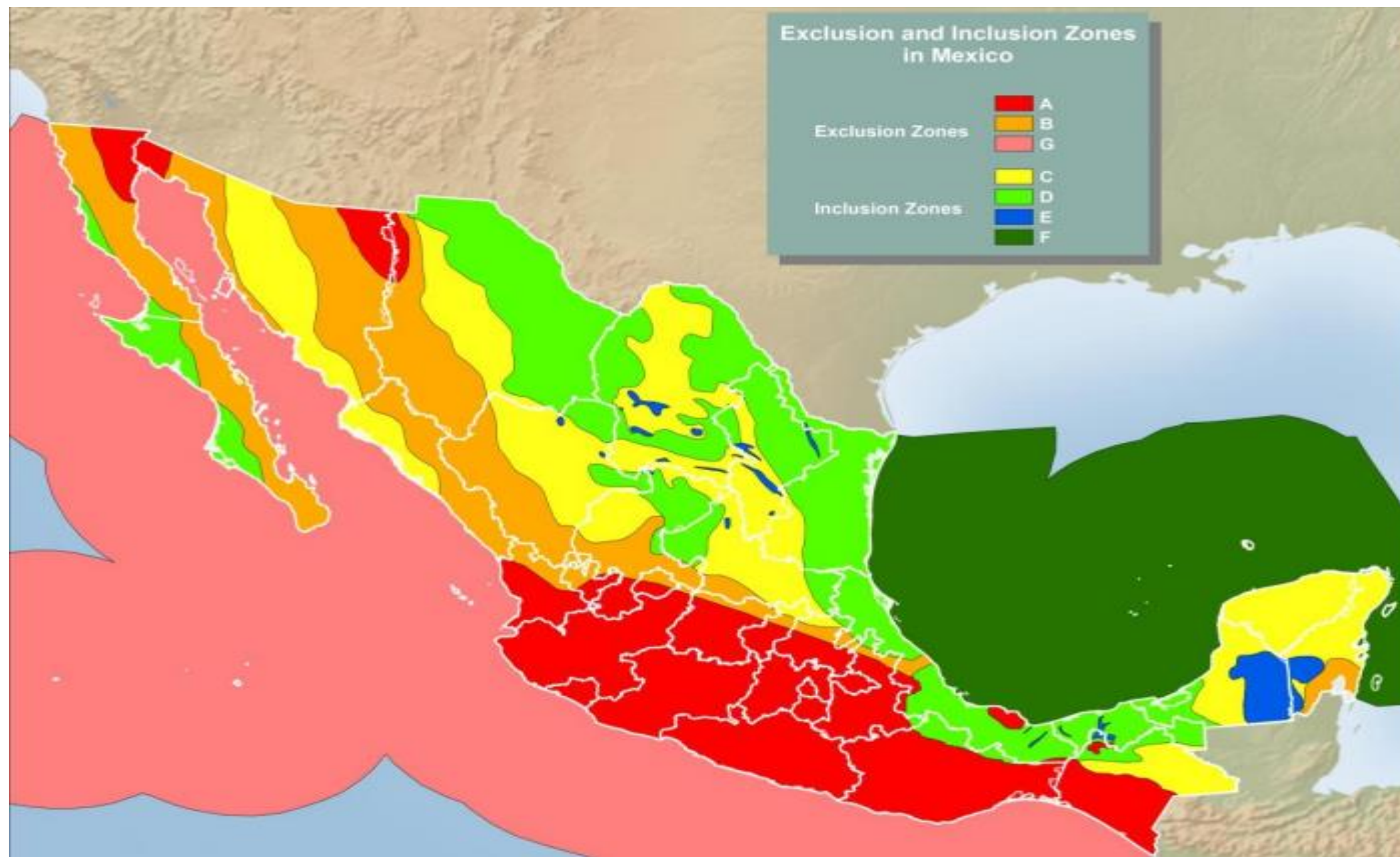
México tiene una buena ubicación geográfica para la producción de hidrógeno azul y verde debido principalmente a:

- La cercanía a los yacimientos de gas natural de Texas, que es a uno de los precios más baratos del mercado mundial.



¿Por qué H₂ en México?

- Capacidad para almacenar el CO₂ de manera segura en el subsuelo.



Zonas de inclusión e inclusión para almacenamiento de CO₂.

Fuente: CO₂ storage atlas for Mexico.

¿Por qué H₂ en México?

- Acceso a grandes cantidades de energía renovable a bajo costo.
- Además de su cercanía geográfica privilegiada a mercados potenciales para la venta de hidrógeno: California y Texas.



Source: Alemán-Nava et al. (2014) Renewable and Sustainable Energy Reviews

\$17.7 per MWh



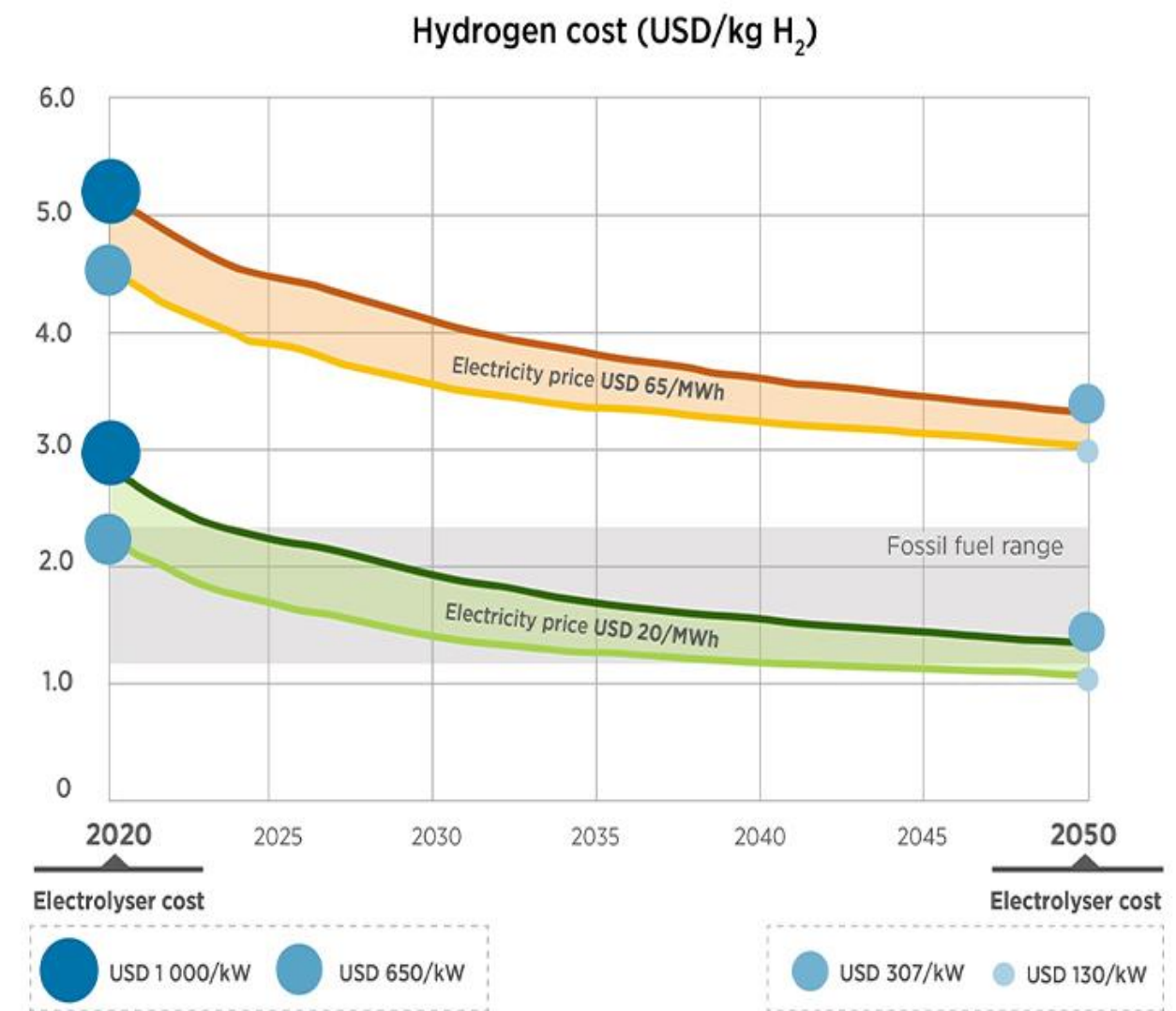
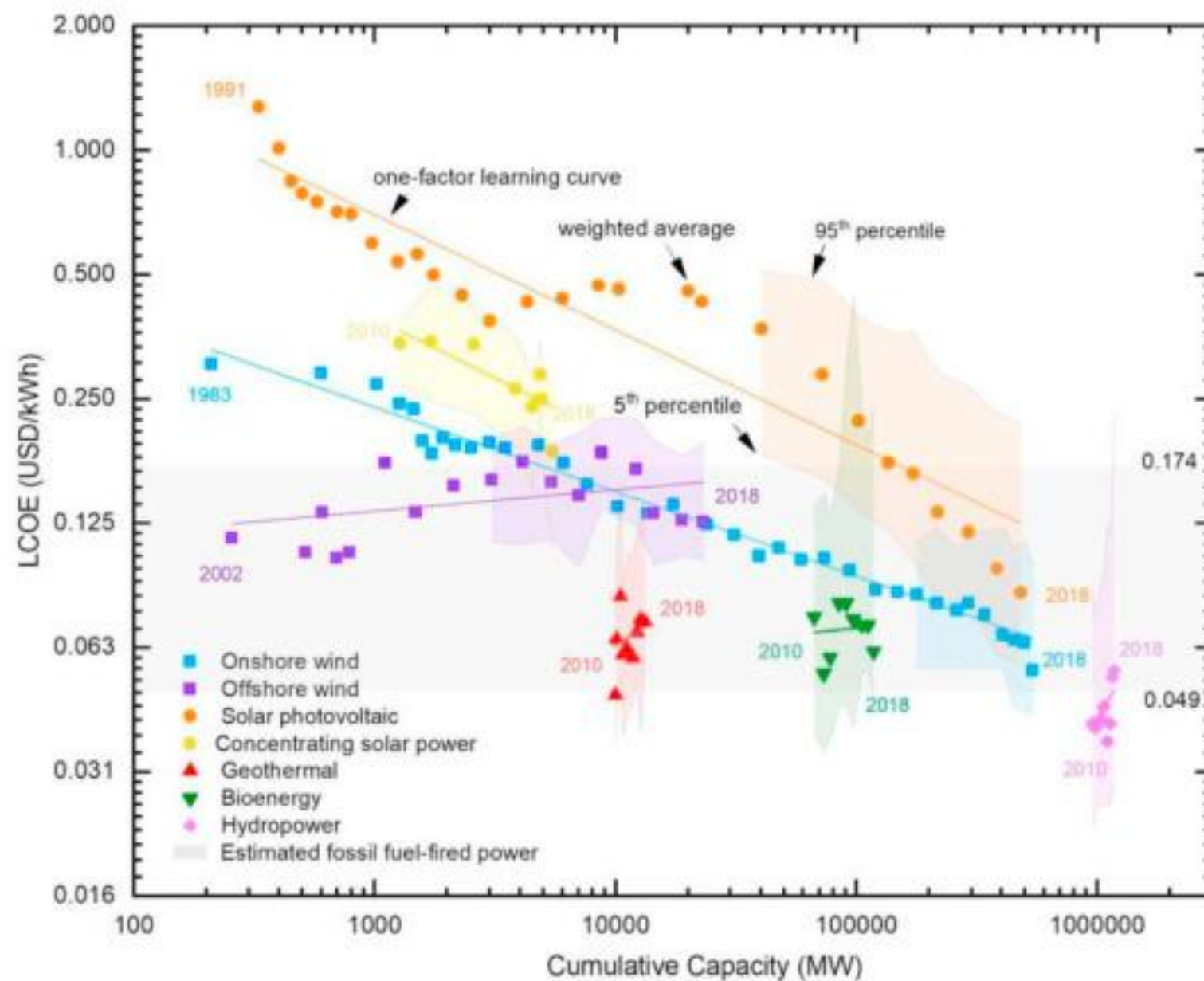
Mexico sets world's lowest solar price; Energy storage to hit 125 GW by 2030

Nov 22, 2017



¿Por qué H₂ en México?

- El costo de las energías renovables seguirá bajando año con año, siendo asequible la tecnología de hidrógeno verde en el mediano plazo:



Costo de hidrógeno. Fuente: IRENA, 2020.

Proyectos pilotos de H₂ en México

Forbes MÉXICO

Portada / Negocios /

Patricia Tapia Cervantes
enero 20, 2022 @ 7:43 pm

CFE le entra al hidrógeno verde; alista proyecto para depender menos del gas natural

La empresa productiva del Estado dice que tiene equipos en sus centrales eléctricas que pueden utilizar hidrógeno verde como combustible.



- Aplicación: uso de hidrógeno verde en turbina de gas.
- Estará localizado en Puerto Peñasco, Sonora.
- La electricidad será suministrada mediante un parque solar.

Proyectos pilotos de H₂ en México

“Energía Los Cabos”

Figura 3-9 HDF – Energía Los Cabos, proyecto Power to Power.



“Dharma Energy”

Figura 3-10 Dharma Energy - H₂ Guanajuato - Proyecto Power to Hydrogen

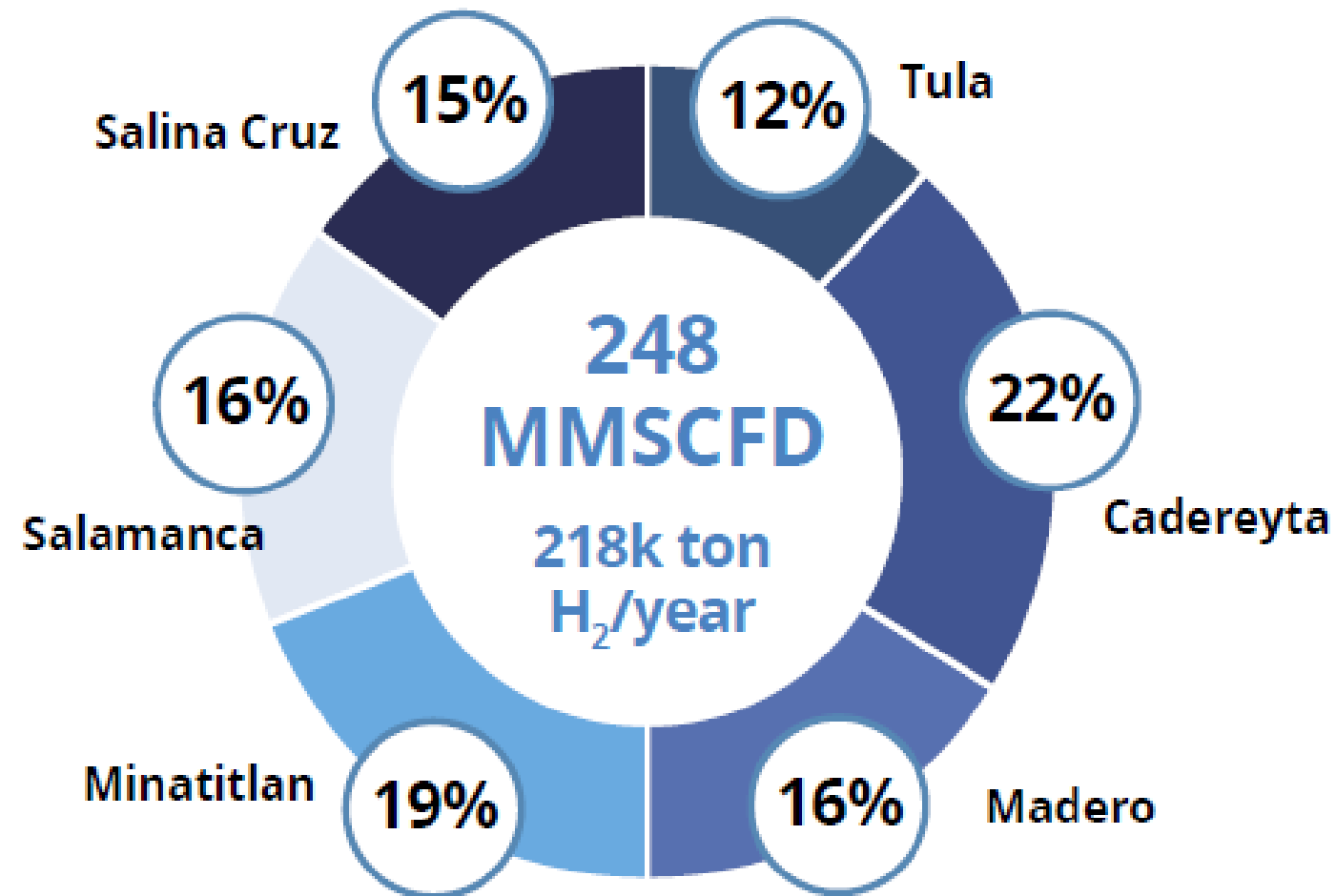


Fuente:

https://www.energypartnership.mx/fileadmin/user_upload/mexico/media_elements/reports/Hidro%CC%81geno_AE_Tomo_I.pdf

Otras aplicaciones de interés

Figura 3-2. Capacidad de producción de hidrógeno de Pemex.



- En México, las refinerías son un gran consumidor de H_2 ... y **gran emisor de CO_2** también.

Tan sólo PEMEX produce **218 kilotoneladas de H_2 anuales** para sus procesos de refinación y producción de amoníaco (GIZ, 2021).

Por lo tanto, soluciones que mitiguen las emisiones de CO_2 en las refinerías son de **gran interés para el país.**

Fuente:

https://www.energypartnership.mx/fileadmin/user_upload/mexico/media_elements/reports/Hidro%CC%81geno_AE_Tomo_I.pdf

Retos de la producción de H₂ en refinerías:



Incremento de costos

H₂ gris a H₂ azul

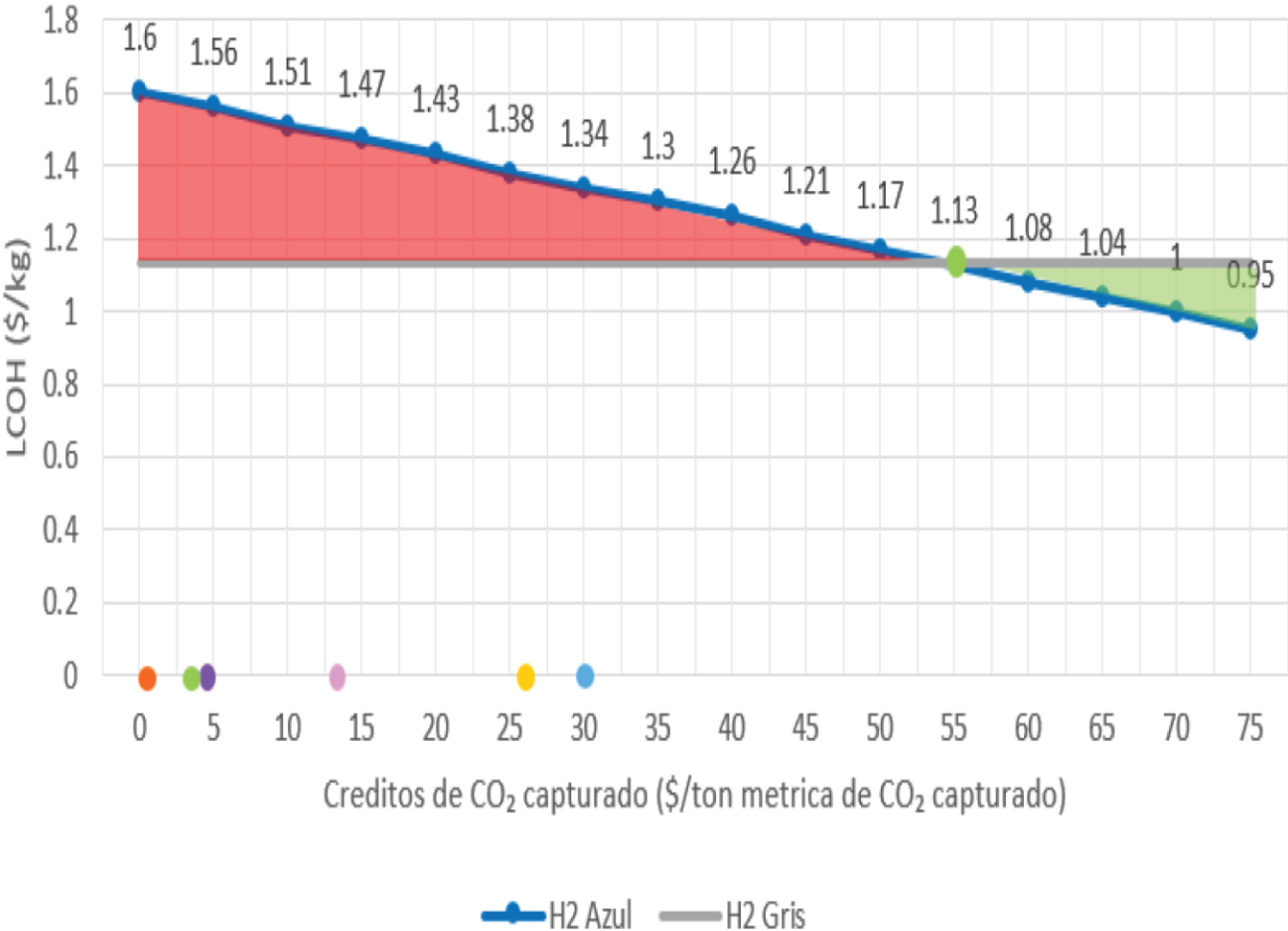
- LCOH: **\$0.47** (42%)
- Costo capital: **\$0.29**
- Costo variable de O&M: **\$0.18**
- Costo de Materia prima: **\$0.00**
- Costos fijos de O&M: **\$0.04**

¡Alto CAPEX y OPEX asociado a la tecnología de producción de hidrógeno azul!

Comparación entre el costo nivelado del H₂ gris y azul.
 Fuente: Díaz-Herrera et al., 2021

Retos de la producción de H₂ en refinerías:

Precio de equilibrio económico = \$USD 55 / ton CO₂ capturada.

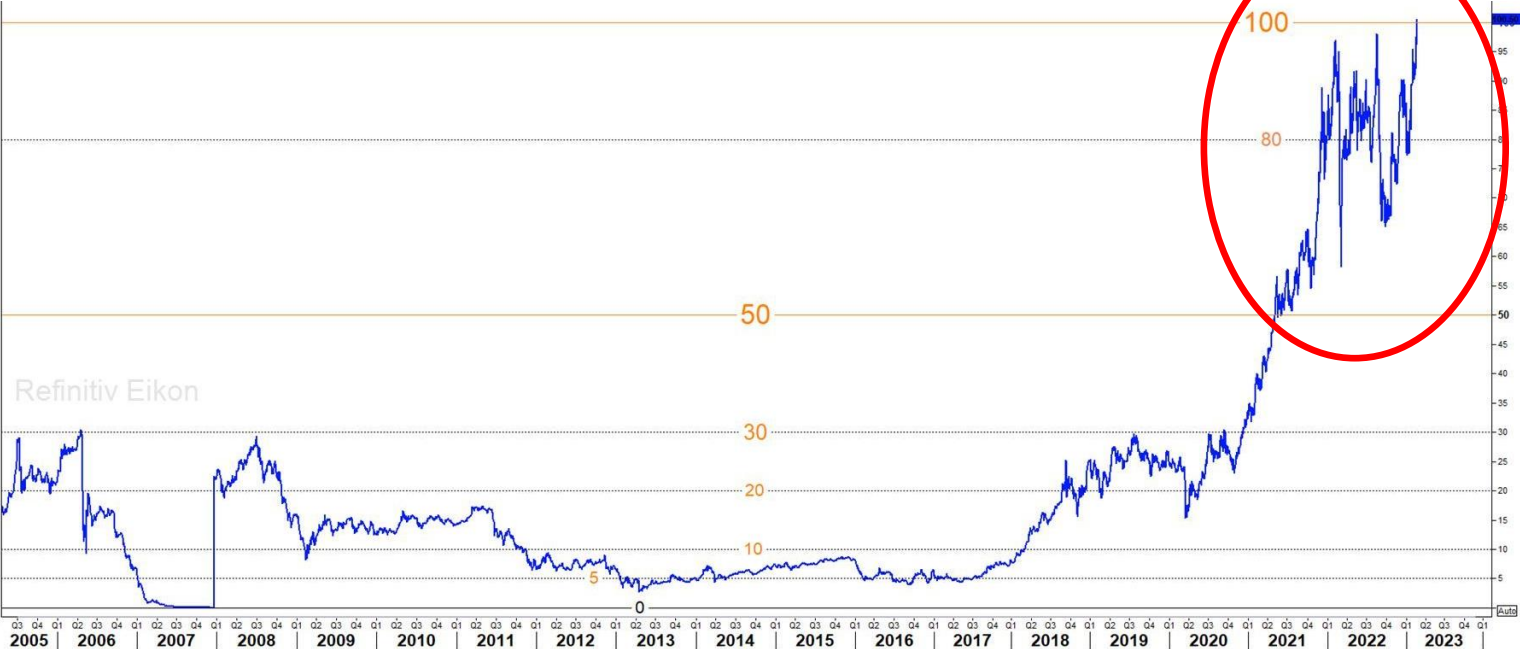


Costo nivelado de hidrógeno (LCOH) vs créditos de CO₂ almacenado.

Fuente: Díaz-Herrera et al., 2021

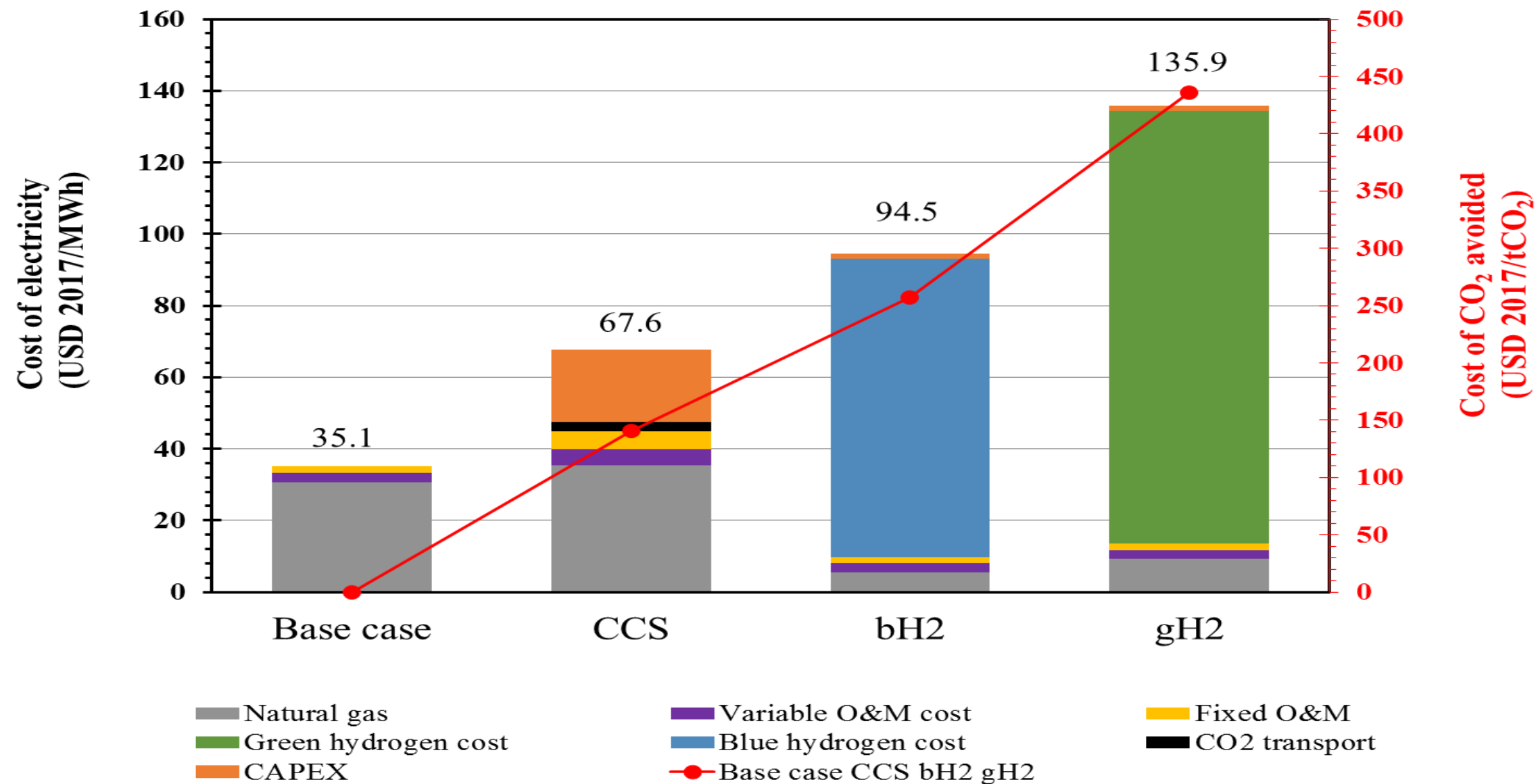
	Mid-2022	Current 45Q carbon credit tax Inflation Reduction Act	
		POINT SOURCE	DIRECT AIR CAPTURE
UNDERGROUND STORAGE 	\$50	\$85	\$180
UTILIZATION 	\$30	\$60	\$130
UTILIZATION IN ENHANCED OIL RECOVERY 	\$30	\$60	\$130

Sources: Clean Air Task Force; S&P Global Commodity Insights



Evolución del precio de los bonos de CO₂ en ETS Europeo

Retos de la producción de H₂ en el sector eléctrico:



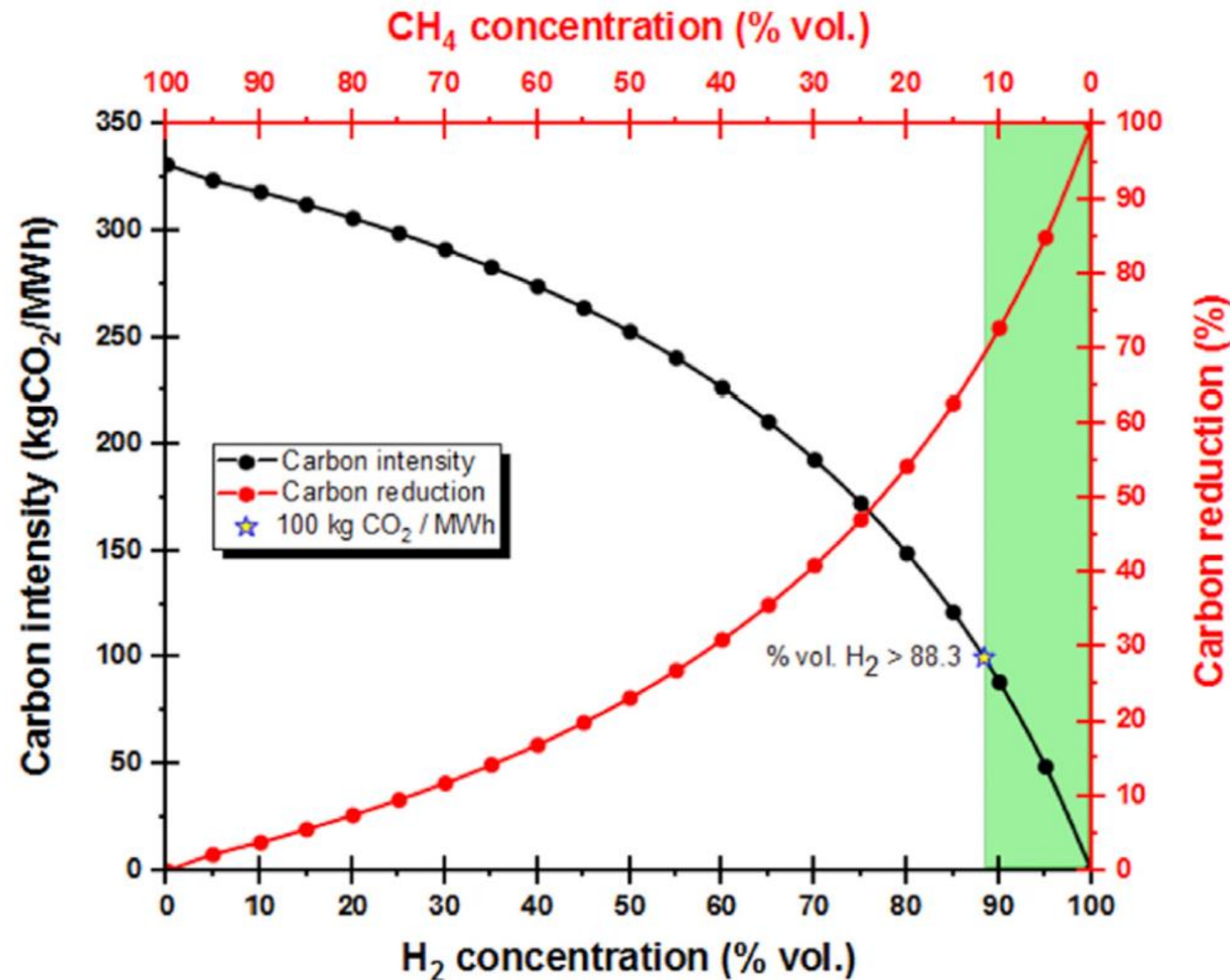
Costos de referencia:

- ✓ Gas natural = \$5.4/MMBtu
- ✓ H₂ azul = \$2.0/kg
- ✓ H₂ verde = \$3.5/kg.

Costo de electricidad y del CO₂ evitado para los escenarios evaluados.

Fuente: Díaz-Herrera et al., IJHE, 2021.

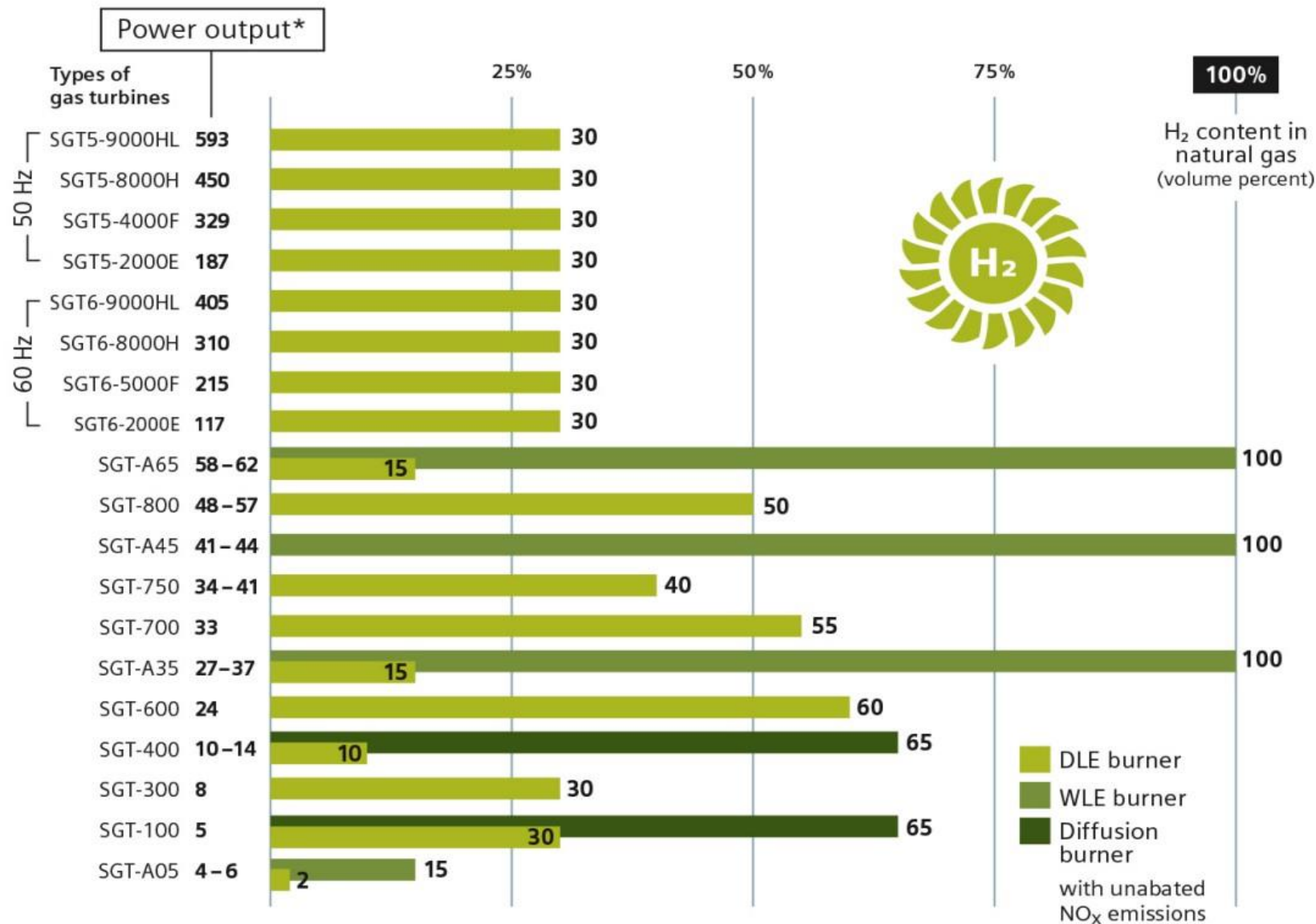
Retos de la producción de H₂ en el sector eléctrico:



La Ley establece que los ciclos combinados se consideran como **energía limpia** a partir de una intensidad de carbono **menor a 100 kg CO₂/MWh**

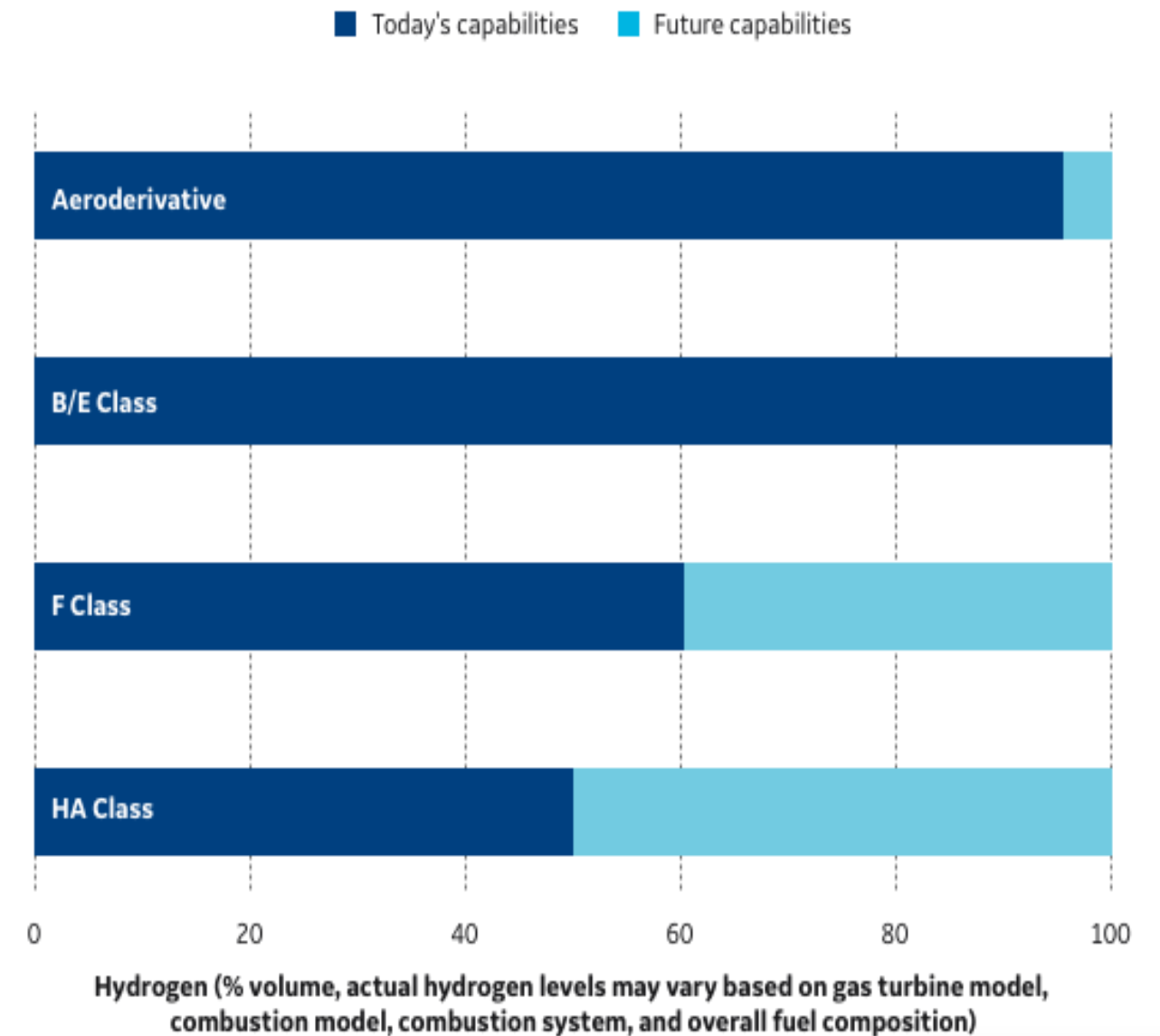
Intensidad de carbono en ciclos combinado operando a diferentes % de blending de H₂/CH₄. Fuente: Díaz-Herrera et al., IJHE, 2021.

Retos de la producción de H₂ en el sector eléctrico:



*MW, ISO, base load, natural gas version 2.0, March 2019

Source: Siemens



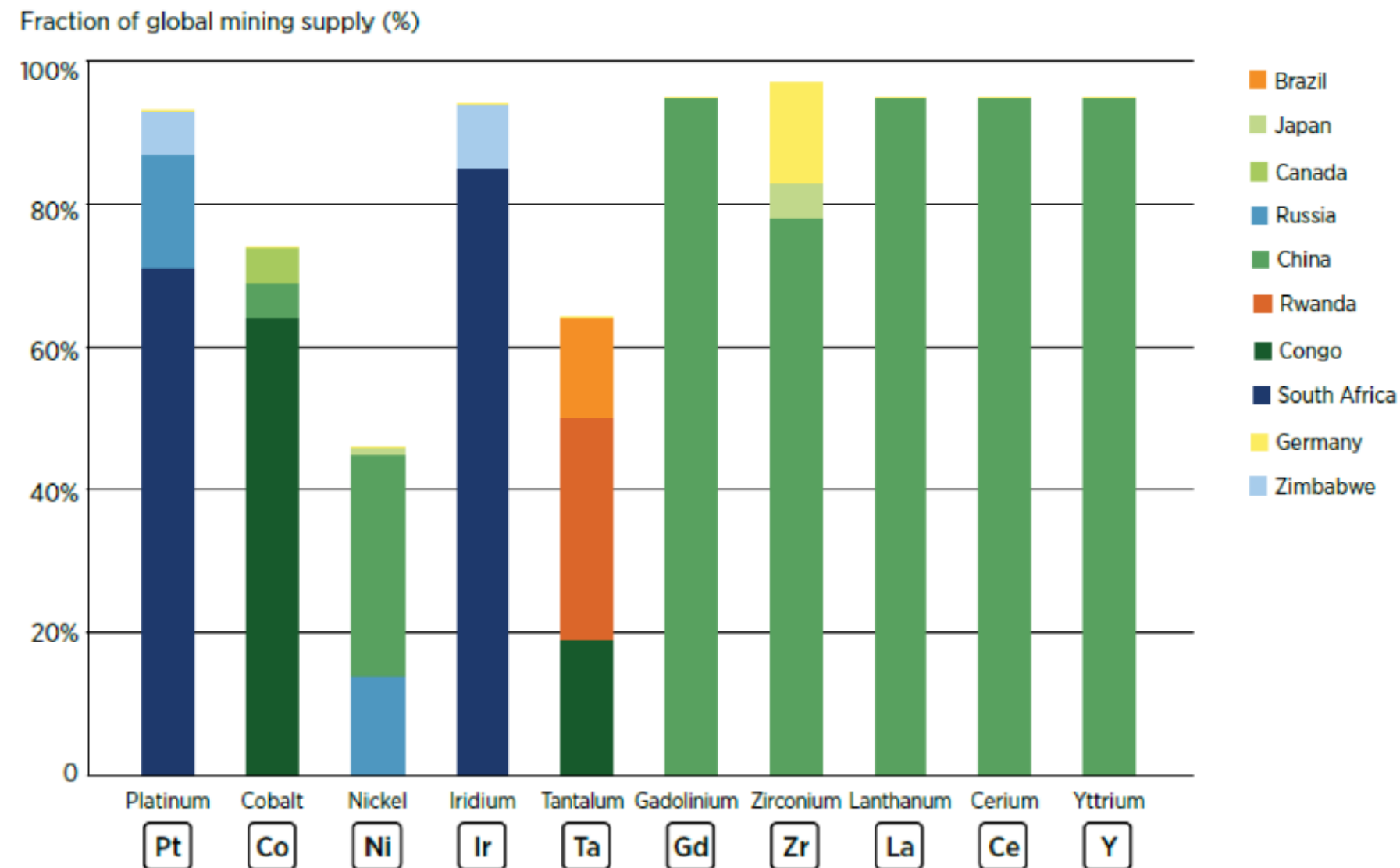
Capacidades actuales y futuras de las turbinas de gas de GE impulsadas por hidrógeno.
 Fuente: GE, 2019.

Capacidad de manejo de hidrógeno para turbinas de gas marca Siemens. Fuente: Siemens, 2019.



Retos por escasez de metales estratégicos

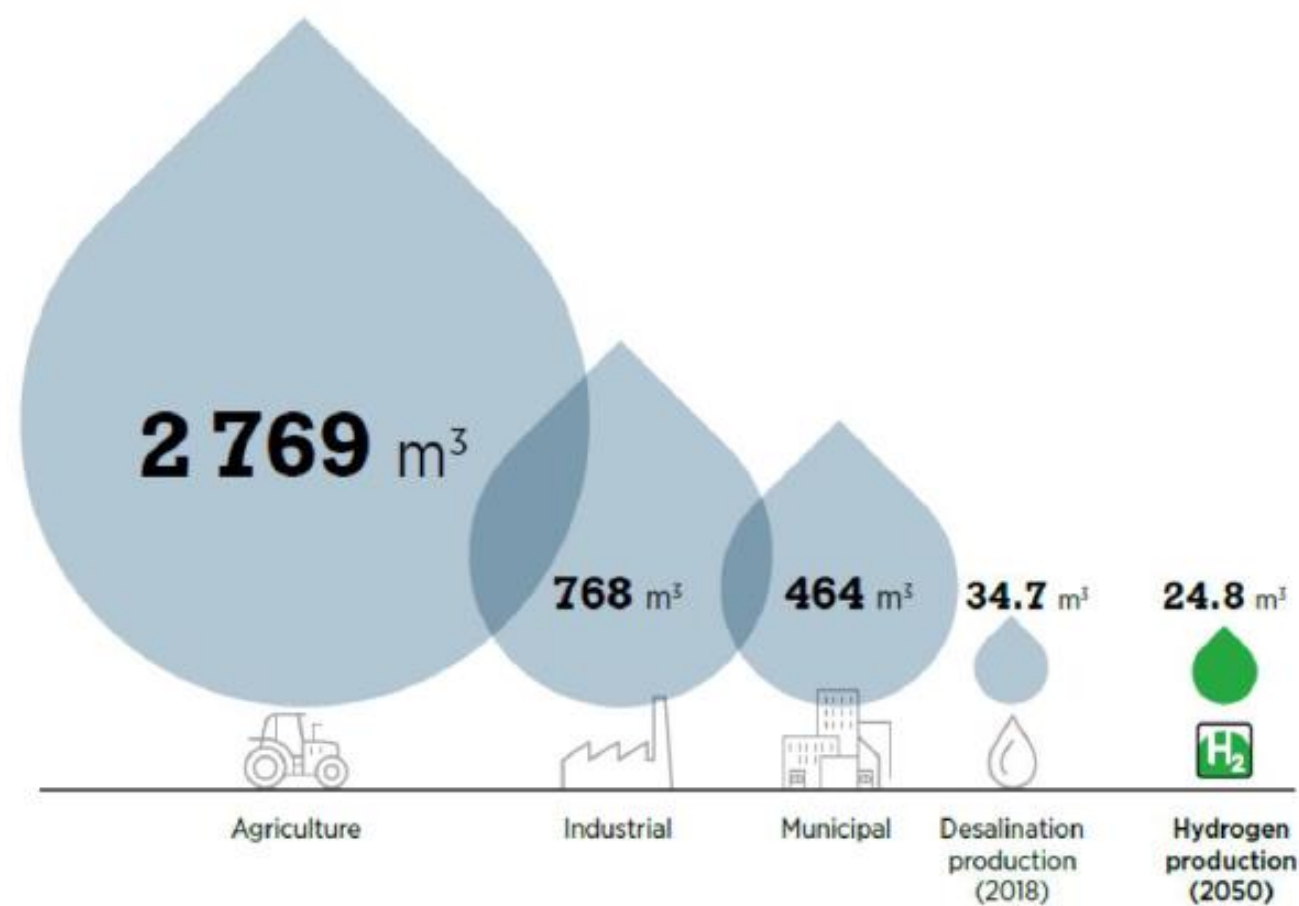
- REE
- Cobalt
- Platinum
- Palladium
- Iridium
- Gold
- Copper...



Fuente: IRENA 2022.

México no es productor líder de metales estratégicos necesarios para la producción de **electrolizadores y paneles solares**

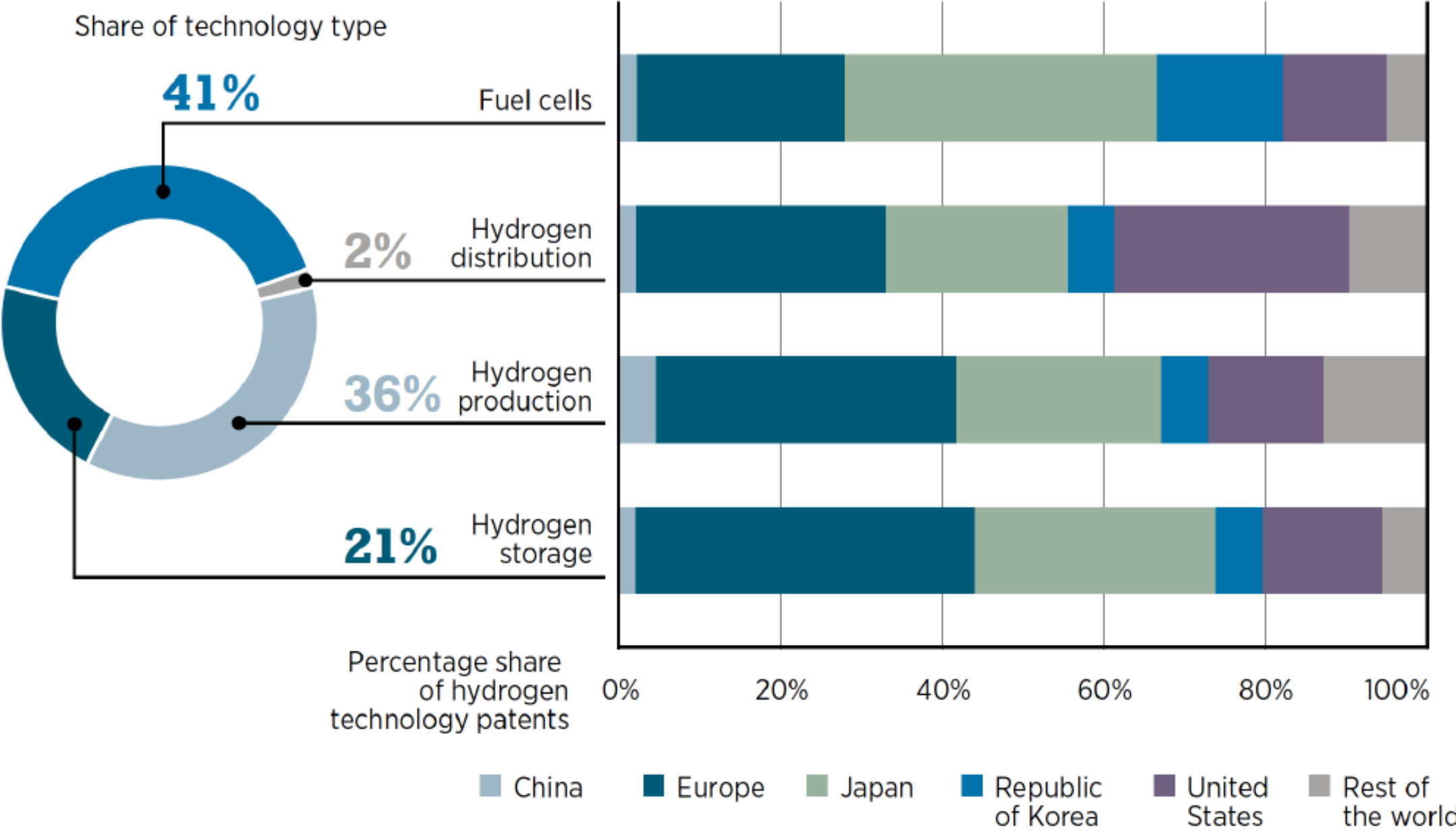
Retos por escasez de agua en México



Fuente: IRENA 2022.

La producción de H₂ verde en el futuro supondrá un alto consumo de agua. En México esto podría suponer un riesgo debido a su alto estrés hídrico.

Retos en I & D

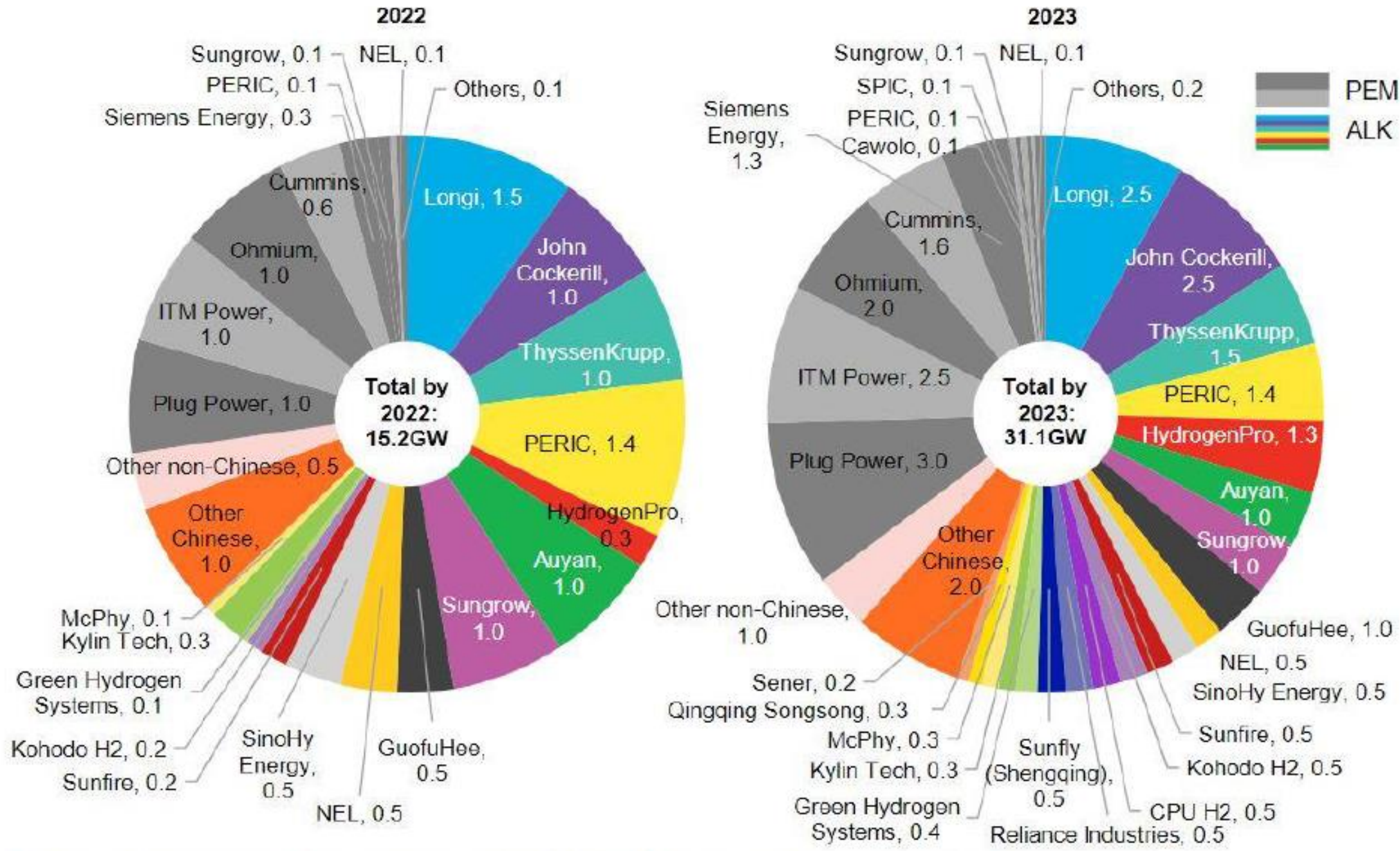


Porcentaje de participación de patentes asociadas a la tecnología de hidrógeno. Fuente: IRENA, 2022.

Existe poca participación de países latinoamericanos (incluido México) en la producción de patentes asociadas a la cadena del valor de hidrógeno.



Retos en manufactura y cadena de valor

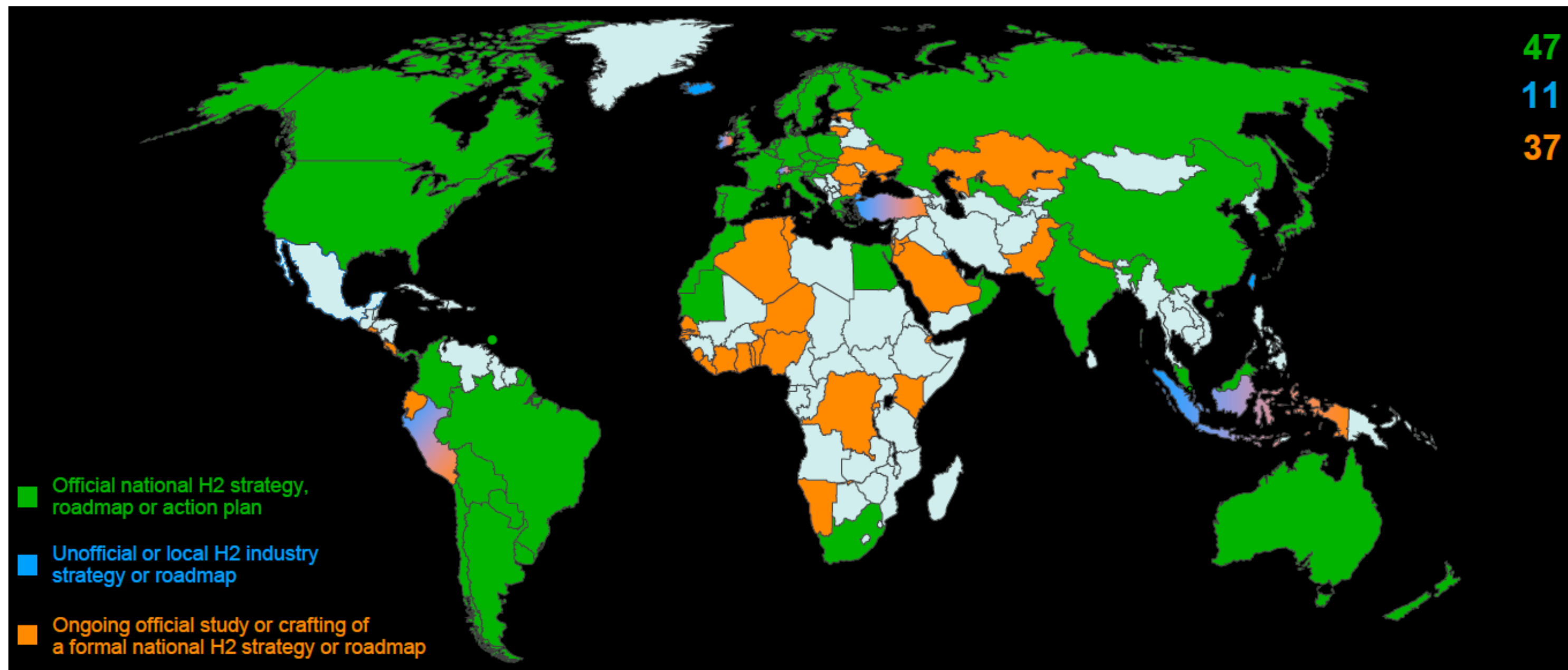


Participación del mercado mundial de manufactura de electrolizadores expresado en términos de capacidad instalada (GW). Fuente: Mikka Mered 2022.

No existen empresas mexicanas líderes en la manufactura de electrolizadores, lo cual se corre el riesgo de ser **importadores netos de tecnología**



Retos en política pública



Países con hojas de ruta y estrategias de la política de H₂ al año 2022.

Fuente: Mikka Mered 2022.

Retos en política pública



EN VIVO

COMUNICACIÓN BOLETINES NOTILEGIS ESPECIALES ENTREVISTAS MULTIMEDIA MONITOREO REVISTA ARCHIVO SGC



BOLETINES

Inicio - Boletines - marzo 2023 -

Realizan en la Cámara de Diputados el foro “Innovación y soberanía tecnológica: Hidrógeno Verde; retos y oportunidades”

📅 Mar 15, 2023

Realizan en la Cámara de Diputados el foro “Innovación y soberanía tecnológica: Hidrógeno Verde; retos y oportunidades”

Boletín No.3952

Realizan en la Cámara de Diputados el foro “Innovación y soberanía tecnológica: Hidrógeno Verde; retos y oportunidades”



Conclusiones

Conclusiones

- México **posee excelentes** condiciones climatológicas y geológicas para la producción de **H₂ verde y azul**.
- Por su cercanía con mercados de alto valor de compra (ej. California y Texas) podría hacer sentido la **exportación de hidrógeno en el corto plazo**.
- A pesar del potencial bajo costo de producción de H₂ en México, éste sigue **siendo alto** con respecto al precio gas natural para muchas aplicaciones cotidianas... **hasta ahora!**
- Existe una **alta escasez de agua y recursos minerales**, las cuales son materias primas estratégicas para la producción de H₂ verde.
- El país posee un alto riesgo de ser altamente dependiente de tecnología extranjera. Lo cual podría mermarse los beneficios económicos y sociales que implica toda la cadena de valor del H₂
- Actualmente, **no existe una regulación** en materia de H₂ en México.

Sólo para recordar...

- Primero se nos fue el “tren” en la industria petroquímica, después nos vimos tímidos en el desarrollo de renovables y producción de litio, será esta vez que aprovechemos el “tren” del hidrógeno?



Eventos próximos




Sociedad Mexicana del Hidrógeno A.C.


Universidad Veracruzana
Región Coahuila - Minatitlán

XXIII
INTERNATIONAL
CONGRESS
OF THE
MEXICAN HYDROGEN SOCIETY

SAVE THE DATE!

25th to 29th September 2023
Coahuila, Veracruz, México.



SAVE THE DATE

24th World Hydrogen Energy Conference

 June 2024 www.wheccancun.org

 Cancún-Riviera Maya, México.


WHEC-2024
24th WORLD HYDROGEN ENERGY CONFERENCE



Destinos


TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO


Sociedad Mexicana del Hidrógeno A.C.


EXPO HIDROGENO


H2





¡GRACIAS POR SU ATENCIÓN!

Contacto:

pablodiaz@comunidad.unam.mx

pablordiaz@gmail.com

LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/pablodiaz1989/>

RG: <https://www.researchgate.net/profile/Pablo-Rene-Diaz-Herrera>

Cel. 7771862239

