

Ciclo de Talleres Técnicos: Cadena de Valor del Hidrógeno Verde

Durante el primer ciclo de talleres realizados entre septiembre de 2022 y mayo de 2023, distintos expertos dentro de la industria del hidrógeno verde expusieron sobre tecnologías emergentes, desafíos regulatorios y oportunidades de mercado.



H2Upppp



Ministerio Federal
de Economía
y Protección del Clima

giz

Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Taller N°1

Generación de hidrógeno verde

El hidrógeno verde (H₂V) se produce mediante la electrólisis del agua utilizando energías renovables, como la solar o eólica.

H₂ Electrólisis

Proceso electroquímico que separa la molécula de agua mediante energía eléctrica, obteniendo hidrógeno y oxígeno.



Electrolizador



Dispositivo formado por un cátodo, un ánodo y un electrolito.

Tipos de electrolizadores

	SOEC*	Alcalino sólido*	Alcalino	PEM	AEM
*Tecnología en desarrollo			✓	✓	⊖
Carga			OH-	H+	OH-
Pureza del H ₂			99,80%	99,99%	99,95%
Eficiencia			70%	82%	75%
Precio			Menor costo	Mayor costo	Menor costo a largo plazo

Sistemas de Recarga de Hidrógeno

Los vehículos de H2V utilizan pilas de combustible que se recargan en estaciones de servicio especializadas.

Beneficios vehículos H2V

- Cero emisiones.
- Mayor autonomía.
- Tiempos de repostajes de máx. 5 min.
- Infraestructura de repostaje en espacios reducidos.

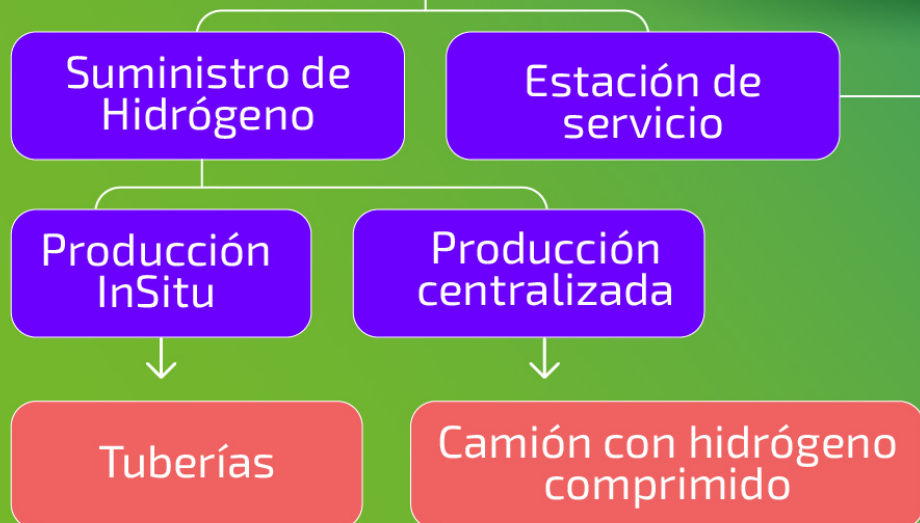


¿Qué es HRS?

Es el acrónimo para "High-Flow Refueling System", o "Sistema de repostaje de alto flujo".

¿Cómo se diseña una estación de repostaje?

La ISO 19880 entrega una matriz de alternativas para su diseño:



Tipos de estaciones de repostaje

Móvil

H2 Gaseoso

H2 Líquido

Vehículos con celdas de combustible

Los vehículos con celdas de combustible utilizan H₂ y O₂ del aire para generar electricidad a través de una reacción electroquímica en la celda, produciendo energía eléctrica y agua. Esta electricidad alimenta el motor que impulsa el vehículo.

Sectores de uso de celdas de combustible

- Trabajo industrial.
- Transporte público.
- Industria.
- Energía de respaldo.



Fragilización por H₂

El H₂ debe ser almacenado en tanques especiales, al ser capaz de permear las capas de algunos materiales.

¿Qué estándares internacionales orientan el uso de H₂ en celdas de combustible?

NFPA 2 Regula tecnologías de H₂.

ISO 19880 -8: 2019 Regula transporte y estaciones de servicio.

ISO 22734: 2019 Regula producción de H₂.

Reglamento UNECE R134 Regula uso de vehículos.

ISO 14687 Regula calidad del combustible.

Tipos de tanques que almacenan H₂:

Aluminio o acero **Tipo 1**

Revestimiento metálico, envoltura de fibra de vidrio o carbono. **Tipo 2**

Revestimiento metálico, envoltura de material compuesto. **Tipo 3**

Plástico hermético reforzado con material compuesto. **Tipo 4**

Calderas industriales de H2V

Las calderas de H2V pueden ser utilizadas para calentar agua o aire con distintos propósitos productivos.



Tecnología asociada al uso de calderas

- Calderas de agua caliente.
- Calderas de vapor.
- Sistemas de eficiencia.
- Componentes (módulos de agua, condensado, etc.).
- Monitoreo de sistemas.

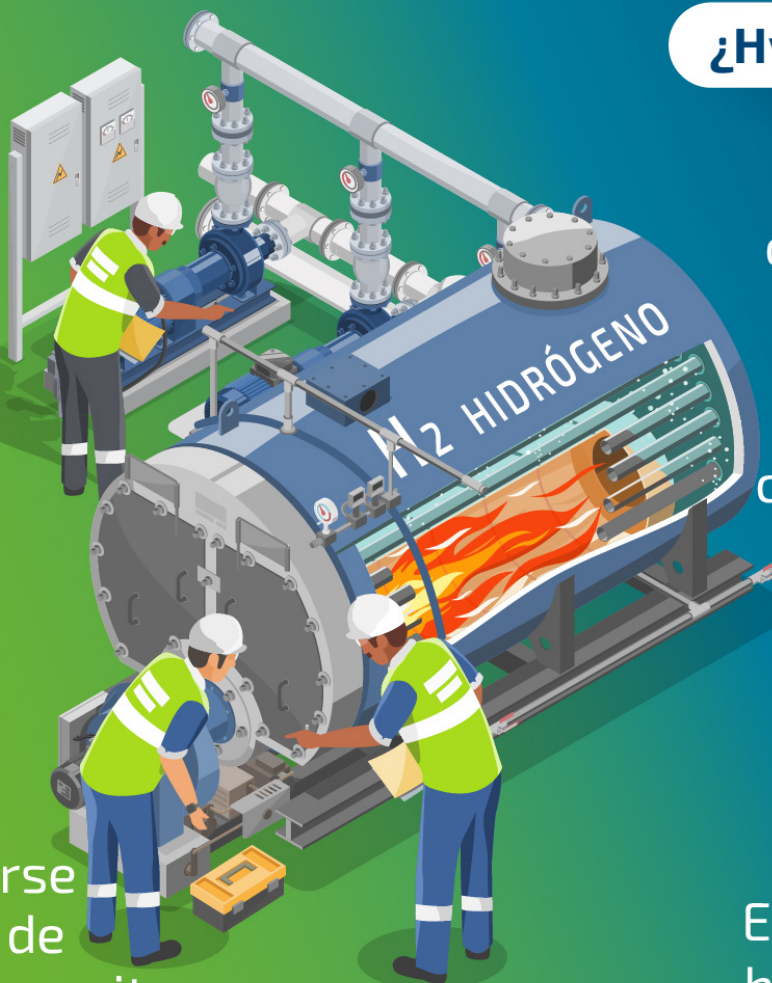
Calderas híbridas

Las calderas pueden equiparse con un dispositivo adicional de suministro energético, que permite una operación flexible a base de combustible y electricidad.

Beneficios

Uso de electricidad excedente del balance energético de la planta.

Rápido suministro energético y alta eficiencia del sistema (98%).



¿Hydrogen firing o ready?

Hydrogen firing
calderas diseñadas para la combustión de H2V.

Hydrogen ready
calderas adaptadas para la combustión de H2V.

Mezclas de H2

Ejemplo: Se puede mezclar hidrógeno con gas natural.

Fluctuación del suministro de H2 en volumen

0-5% Requiere control de oxígeno.

≤10% En caso de no cambiar el dispositivo de mezcla, requiere la readaptación del quemador.

≥10% Requiere medidas técnicas, administrativas y legales adicionales.

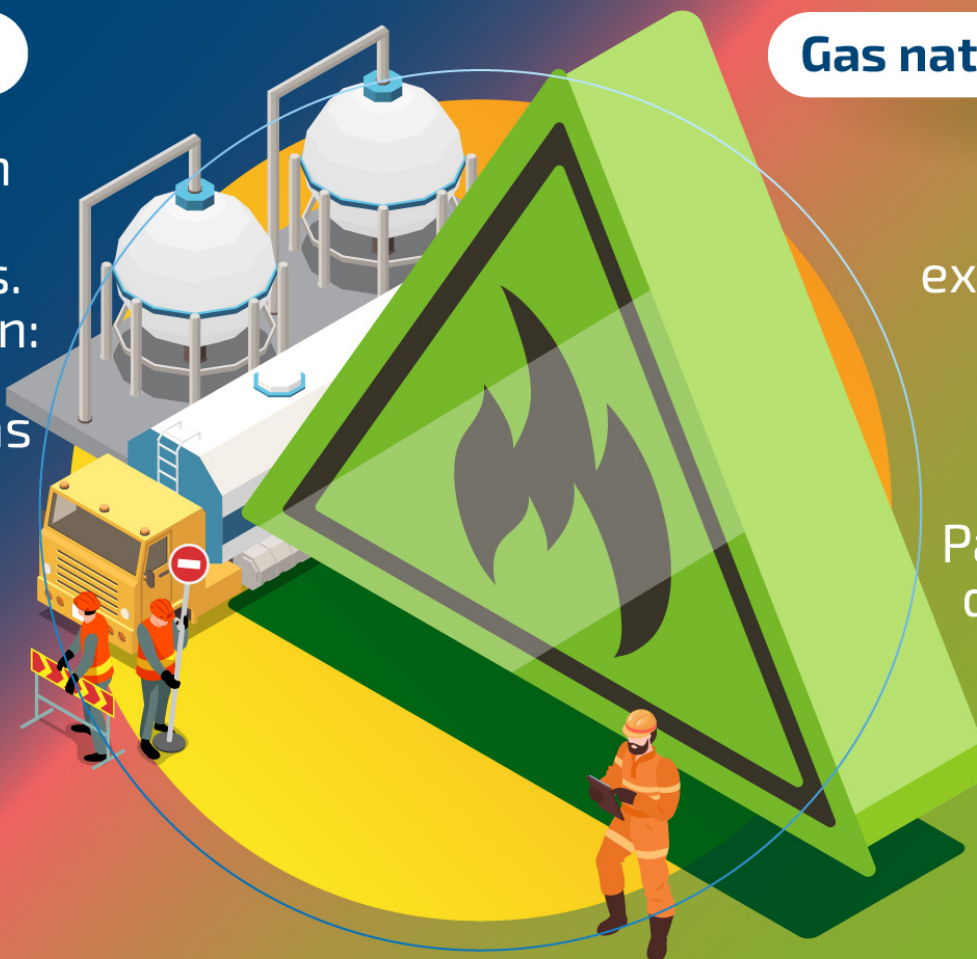
Seguridad en proyectos de hidrógeno

El hidrógeno es un gas inflamable por lo que la seguridad de proyectos es fundamental. Ésta debe incluir medidas como: sistemas de detección de fugas, ventilación adecuada y protocolos de manejo seguro.

⚠ ¿El H₂ es seguro?

Es seguro si se aplican las medidas de prevención adecuadas. Sus características son:

- Explosivo bajo ciertas condiciones.
- Inflamable.
- Incoloro e inodoro.
- Sofocante.
- + No es tóxico.
- + No es carcinógeno.
- + No es oxidante.



Gas natural v/s Hidrógeno. (vs)

En comparación al gas natural, el rango explosivo del hidrógeno es más amplio y su energía de ignición es menor.

Para un manejo seguro de H₂, se propone una serie de soluciones:

⚠ Desafíos de seguridad

Educación.

Detección de fugas.

Protección de explosiones.

Amplio rango de inflamabilidad.

✅ Soluciones

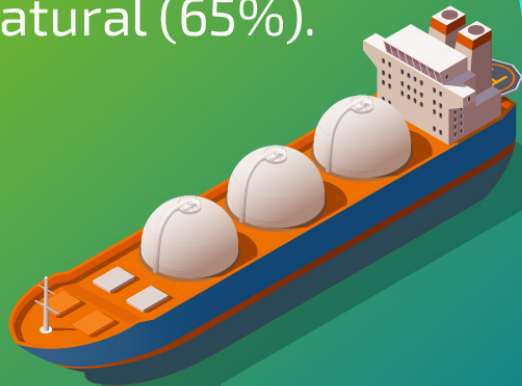
1. Capacitaciones.
2. Mantenimiento e inspecciones regulares.
3. Sensores infrarrojo.
4. Planes de emergencia.
5. Detectores ultrasónicos.

Producción de e-fuels en base a H2V

Los e-fuels como el metanol, la gasolina o diésel sintético se producen combinando *dióxido de carbono (CO2)* e hidrógeno (H2). Estos pueden ser utilizados en vehículos convencionales como automóviles, aviones o barcos.

Mercado del metanol (MeOH)

El consumo mundial de MeOH es de 98 millones de toneladas al año. Éste es producido en base a combustibles fósiles, tales como el carbón (35%) o gas natural (65%).



¿Por qué producir e-fuels?

Los e-fuels constituyen una solución para avanzar en la descarbonización del transporte.



Síntesis del metanol

A alta temperatura y presión, el H2 y CO2 reaccionan y generan una mezcla de metanol y agua. Posteriormente, el metanol es separado y purificado.

Árbol de decisión para proyectos de hidrógeno.

Transportable

No

Derivado

No

Amoniaco verde

Si

Gasoducto
Camión
Barco

Si

MeOH
e-gasolina
e-queroseno

Certificación de H2V y productos Power-to-X

La certificación del H2V garantiza su producción a partir de fuentes renovables y bajo impacto ambiental.

✓ Estructura de certificación

1. Marco normativo.
2. Esquemas voluntarios.
3. Organismos de certificación acreditados.
4. Participantes del mercado.
5. Base de datos.



Algunos criterios de certificación:

1. Tipo de fuente de energía.
2. Reducción de emisiones GEI.
3. Otros como adicionalidad, correlación temporal y geográfica.

Tipos de enfoque de certificación

Book & claim:

Permite la separación entre el producto y el certificado. Las moléculas de H2V y los certificados se pueden comercializar de forma independiente, sin la necesidad de realizar una trazabilidad física entre ellas.

Balance de masa:

Permite el seguimiento y la trazabilidad de los atributos a lo largo de la cadena de suministro del producto, vinculando los atributos evidenciados por la certificación con el producto final.