

2^{da} versión



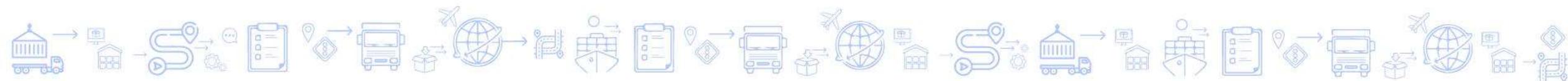
**Transpor
master**
— 2024 —

Avances en el uso de tecnologías de hidrógeno en el transporte: casos de éxito

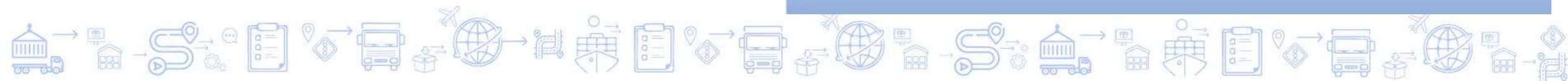
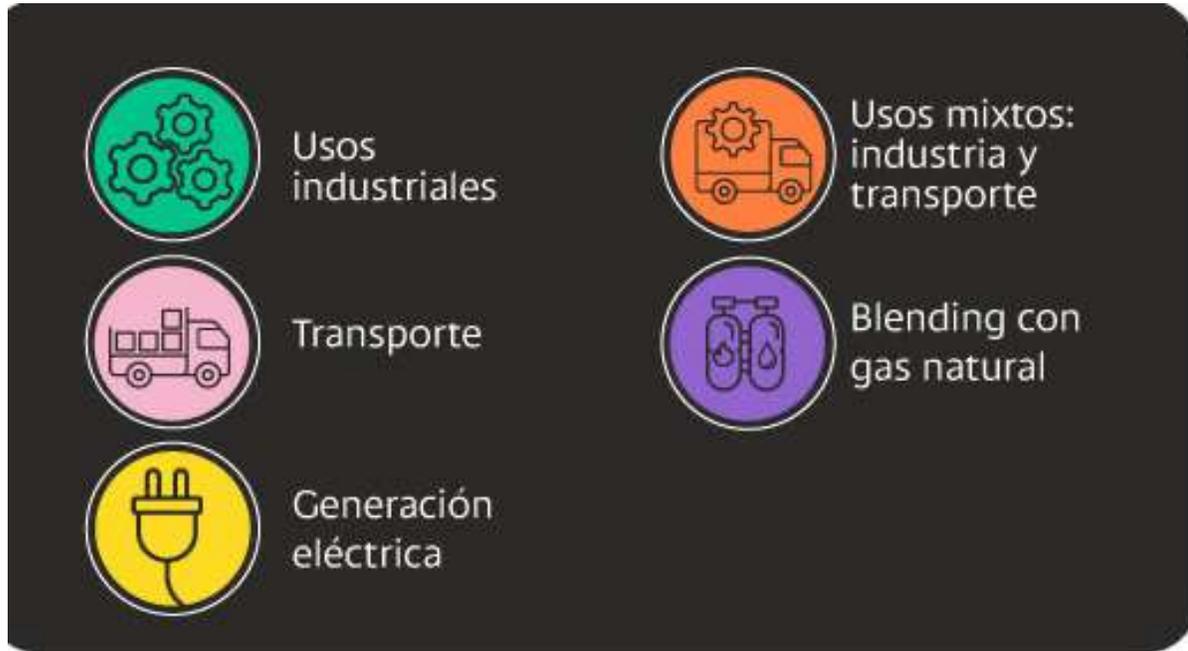
Laura Guzmán

Agenda

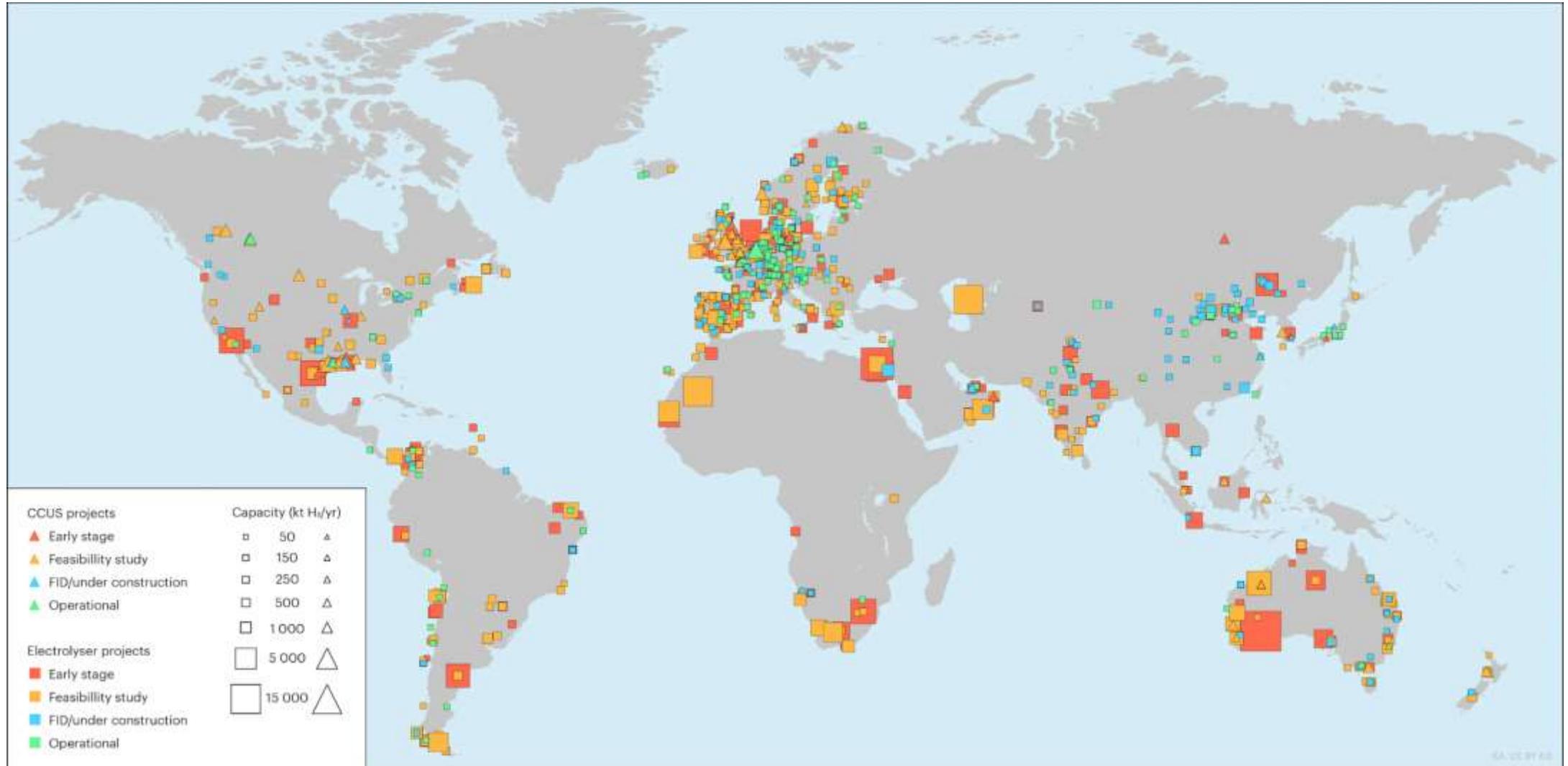
1. Hablemos de hidrógeno
2. Desarrollo de tecnologías de hidrógeno
 - Combustión de hidrógeno
 - Celdas de combustible de hidrógeno
 - Comparativos
3. Casos de éxito
4. Toma de decisiones (consideraciones)
5. Recomendaciones



Aplicaciones del hidrógeno



Desarrollo del H2 a nivel mundial



Desarrollo del H2 en Colombia (Objetivos a 2030)



Producción

Hidrógeno verde



1 – 3 GW

Capacidad de electrólisis.
Entre 1,5-4GW de FNCER.



1,7 USD/kg
LCOH verde

Hidrógeno azul



50 kt H2 – 2,4 USD/kg
Producción de hidrógeno azul
*Plantas nuevas

Demanda

Transporte



1.500 – 2.000
Vehículos
ligeros de pila
de combustible



1.000 – 1.500
Vehículos
pesados de pila
de combustible

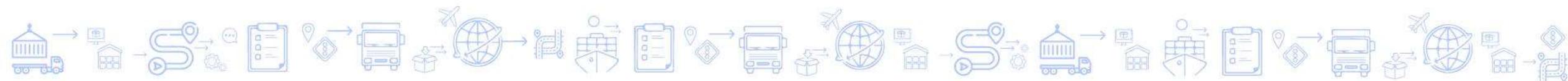


50 – 100
Hidrogeneras
de acceso
público

Industria



40% H2 de bajas emisiones
(verde y azul) sobre el
consumo total de H2 en la
industria



Tecnologías de transporte con hidrógeno



VS.

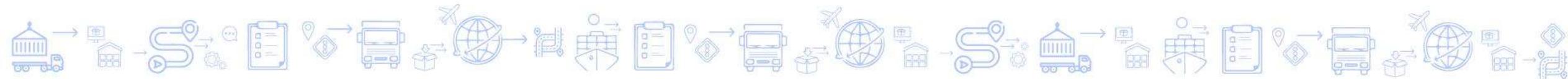


Combustión de hidrógeno (HICE)

- Se quema en motor de combustión interna.
- Produce calor directamente convertido en energía mecánica.
- Emite solo vapor de agua

Celdas de combustible de hidrógeno (HFCel)

- Convierte químicamente hidrógeno y oxígeno en electricidad.
- No involucra combustión directa; emite solo vapor de agua.
- Generalmente más eficiente y costoso



Conversión a H2 vs. vehículos de H2 (nuevos)



Conversion de vehículos existentes que operan con diesel	Adquisición de nuevos vehículos con operación 100% en hidrógeno
<ul style="list-style-type: none"> Utilización de vehículos existentes, se extiende la vida útil del vehículo 	<ul style="list-style-type: none"> Recomendado para reemplazar vehículos sin vida útil restante
<ul style="list-style-type: none"> En el caso de HICE el vehículo opera en forma híbrida y en ocasiones con mayor rango hasta 1,000 km. Las modificaciones al vehículo pueden ser mínimas y removibles, sin perder garantías del fabricante original 	<ul style="list-style-type: none"> Usualmente el costo se eleva, pero también la eficiencia de combustible Nueva garantía en todos los sistemas de vehículo
<ul style="list-style-type: none"> Generalmente el costo es menor, en HICE oscila \$10-100K 	<ul style="list-style-type: none"> Mayor de vehículos sacrifican capacidad de carga y rango
<ul style="list-style-type: none"> Desplaza el uso de diesel y emisiones entre 10 y 100% (Bajas emisiones LEVs y Cero emisiones-ZEVs) 	<ul style="list-style-type: none"> Desplazamiento de diesel y emisiones al 100% (cero emisiones - ZEVs)
<ul style="list-style-type: none"> Mayor disponibilidad de opciones y menor tiempo de entrega 	<ul style="list-style-type: none"> Menor disponibilidad de opciones comerciales y mayor tiempo de entrega

Comparativo HICE vs. HFCeCell vs. BEV

Aspecto	Combustión de Hidrógeno	Celdas de Combustible de Hidrógeno	Electrificación mediante Baterías
Eficiencia	Menor eficiencia en comparación con las celdas de combustible.	Mayor eficiencia debido a la conversión directa de hidrógeno en electricidad.	Alta eficiencia en la conversión de energía eléctrica.
Emisiones	Emisiones de CO2 y NOx significativamente más bajas que los motores de combustión de gasolina/diésel, pero aún presentes.	Emisiones cercanas a cero, solo emite vapor de agua y calor.	Emisiones cero en el punto de uso si se utiliza electricidad de fuentes renovables.
Infraestructura de combustible	Requiere una infraestructura de repostaje de hidrógeno en desarrollo, limitada y costosa.	La infraestructura de hidrógeno está en desarrollo, requiere mayor inversión por el nivel de compresión y pureza	Requiere infraestructura de carga eléctrica que está en expansión,



Combustión de Hidrógeno	Celdas de Combustible de Hidrógeno	Electrificación mediante Baterías
-------------------------	------------------------------------	-----------------------------------



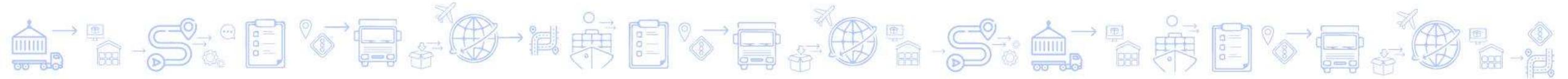
Seguridad del hidrógeno



Hidrógeno



Gasolina/diésel





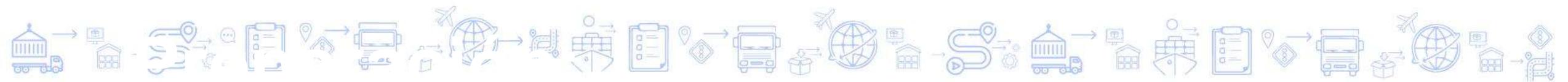
**Estado de
Preparación :
Vehiculos de Carga
Pesada de Cero
Emisiones (ZEVs)**

Caso de éxito - USA

HYZON

Fuel Cell Stack

HYZON Fuel Cell Stack
Model: VLS1250-50
Power: 250kW
Operating Temperature: 40-80°C
Part Number: VLS1250-50-0229009-001
www.hyzon.com



Caso de éxito - India



INFOCUS



INDIA LAUNCHES ITS FIRST HYDROGEN
BASED ENGINE FOR TRUCKS

Caso de éxito - Alemania





Caso de éxito y controversia - USA





**Estado de preparación:
vehículos de carga
pesada de bajas
emisiones- LEVs**



Caso de éxito - Canadá



H2 tanks & gas handling components
40 Kg (1,000 km)



Dedicated controller and wiring harness
behind the dashboard (ECU)
NO interception/modification
of OEM ECU messages



H2 injection manifold in-line with air intake
blends H2 and air before entering engine block
NO engine modification

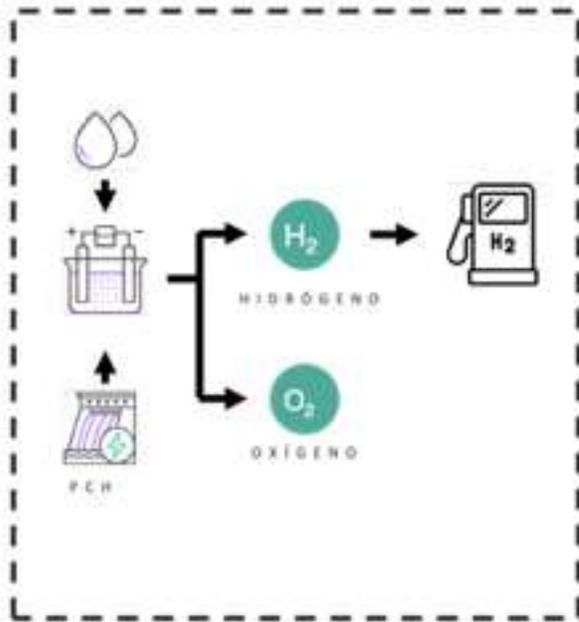
Hydrogen-Diesel Co-Combustion Retrofit Kit Overview

Caso de éxito - UK CMB.TECH



Caso de éxito local- Colombia

Zero-emission fuel

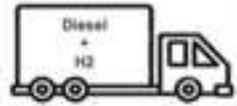


Action required: Substitution of 10% of diesel with green hydrogen

Blended Truck: H+Diesel

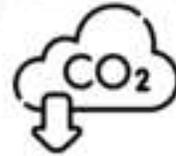
Fuel consumption

Before: 0.1 gal/km
After: 0.09 gal/km + 0.01 kg H₂/km

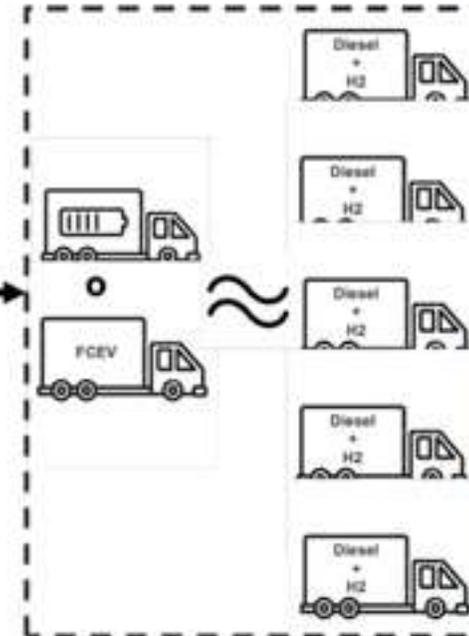


Pollutant emissions (CO₂e)

Before: 1 kg/km
After: 0.8 kg/km*



Result: 20% reduction (CO₂e)



Result: From an emissions perspective, 5 diesel trucks emit the same as one electric truck





Consideraciones para la toma de decisiones

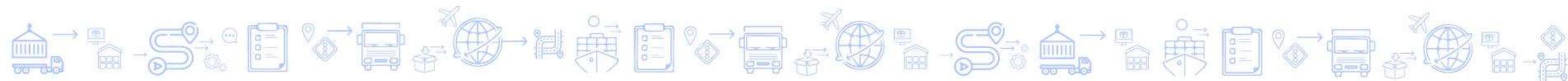


Disponibilidad de hidrógeno

- Cercanía
- Precio y modelo de negocio (exclusividad a largo plazo)
- Presión y pureza del combustible
- Tipo de hidrógeno- efecto en emisiones

Conclusión y recomendaciones

1. Efectuar análisis con modelos para maximizar eficiencia, reducción de costos y emisiones
2. Priorizar la adopción de tecnología ligada a la provision de hidrógeno de bajas emisiones y precio
3. Priorizar conversiones de menor costo actualmente disponibles
4. Gestionar soporte gubernamental (e.g. alianzas, subsidios, infraestructura)
5. Acelerar adopción mediante pilotos soportados por asociaciones o agrupaciones industriales
6. Promover la educación y colaboración



2^{da} versión



Transpor master — 2024 —

Gracias por acompañarnos