

# H2V – Ferroviario

PROGRAMA DE DESARROLLO LOGÍSTICO  
Junio, 2024

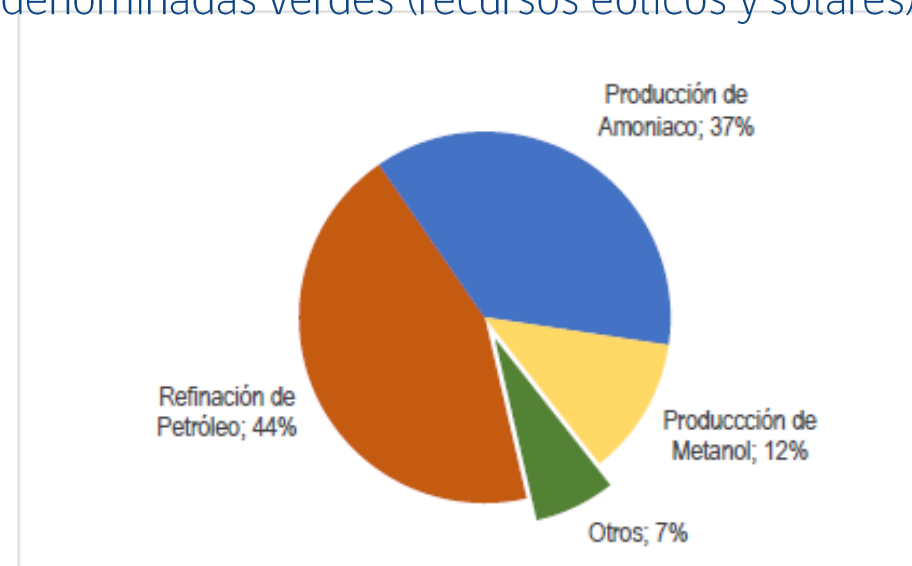
Antonio Dourthé Castrillón  
Coordinador General  
adourthe@mtt.gob.cl



# Generación de Hidrogeno

- Chile tiene una meta muy clara en su lucha contra el cambio climático: la neutralidad de carbono para 2050. ¿Cómo lo conseguirá? Su plan es reducir las emisiones de carbono negro en un 25% en 2030 en comparación con los niveles de 2016.
- La UE ha comprometido lograr neutralidad climática al 2050. Para ello, el sector del transporte debe experimentar una transformación que permita reducir en un 90 % las emisiones de gases de efecto invernadero, garantizando al mismo tiempo soluciones asequibles para los ciudadanos.
- Como materia prima, el hidrógeno está presente desde hace décadas en la industria petroquímica y en la fabricación de fertilizantes. El 2020 el consumo global de hidrógeno por industria fue aprox. 90 Mt (millones de toneladas métricas), requiriendo para su producción un 2% del total de la energía primaria usada en el planeta, siendo éste en su mayoría combustibles fósiles. Esta condición de base hace necesario que para su producción se utilicen fuentes denominadas verdes (recursos eólicos y solares).

## CONSUMO GLOBAL DE HIDRÓGENO POR INDUSTRIA



Fuente: OBS Bussines School, Universidad de Barcelona

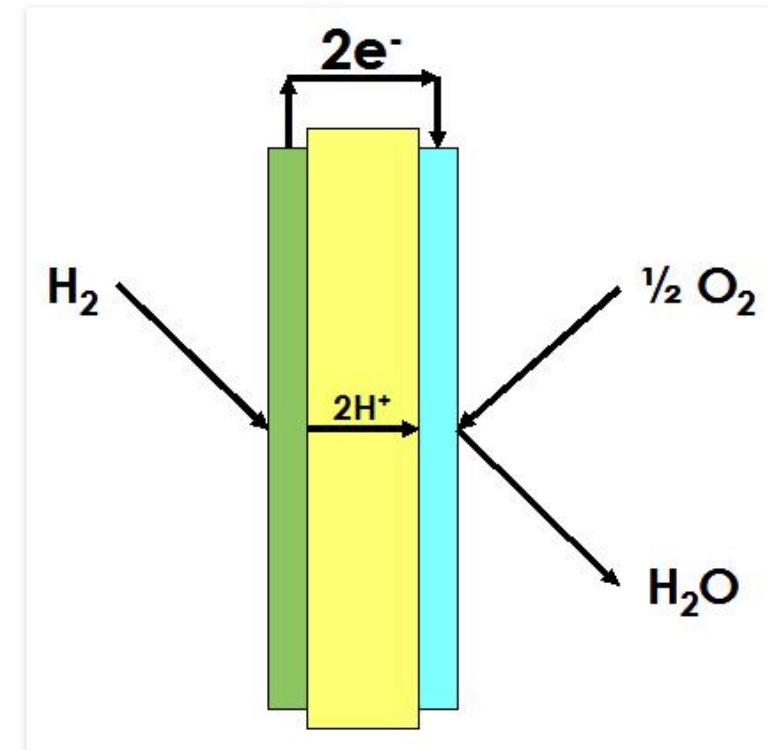


# Uso del hidrógeno – Una Oportunidad

Usar Hidrógeno para el sector transporte se considera viable principalmente debido al menor peso respecto a las baterías de electricidad actuales, siendo sus tiempos de carga similares al del diésel.

## PILA DE COMBUSTIBLE DE HIDRÓGENO

- El hidrógeno se almacena en una pila en la que se mezcla con oxígeno generando energía que va al motor eléctrico para mover el vehículo. El transporte de pila de hidrógeno es 100% eléctrico sin emitir CO2 o algún gas contaminante, solo vapor de agua.
- Una pila de combustible para un vehículo ligero se pueden almacenar 5 kilos de hidrógeno que podrían suponer una autonomía de hasta 800 kilómetros.
- Fabricantes de trenes de Francia, Alemania, Suiza, Estados Unidos y China, han desarrollado automotores de pasajeros y locomotoras de carga existiendo ferrocarriles funcionando comercialmente en Norteamérica, Europa y China.



## Uso de Hidrógeno en Ferrocarriles

- Considerando que el 46% de las líneas férreas en Europa no están electrificadas, porcentaje que en Chile disminuye considerablemente (sólo tramos de la red EFE), esta tecnología aparece atractiva frente a costos de operación elevados usando diésel en largas distancias o en zonas de baja densidad de tráfico.

“Zemu” Tren de Pasajeros (San Bernardino County – EEUU)



Fuente: RAILWAY AGE, edición de octubre de 2023

Locomotora de Carga – Canadian Pacific



Fuente: RAILWAY AGE, edición de marzo de 2023.

- Puede mantener similares niveles de servicios que trenes diésel, autonomía especialmente cuando se trata de transportar grandes volúmenes entre puntos de origen y destino (1.000 km), capacidad promedio de pasajeros transportados (150 a 300 pax), y velocidad promedio (140 km/h).



## Sistema Ferroviario Macrozona Norte (trocha 1.00 m)

- Operada por empresas ferroviarias privadas propietarias o concesionarias de vías férreas y propietarios de material rodante, en la red ferroviaria de uso público se moviliza aprox. 16 MM [ton/año] de carga minera (cobre metalizado y concentrado, concentrado de hierro, ácido sulfúrico, e insumos).
- Las empresas ferroviarias privadas son: el Ferrocarril de Antofagasta a Bolivia (FCAB), la Empresa de Transporte Ferroviario S.A. (FERRONOR) y la Compañía Minera del Pacífico. Sirviendo a los puertos de la macro zona norte (Antofagasta, Bahía de Mejillones, Huasco y Guayacán).

Como utiliza sólo diésel, el H2V es considerado una oportunidad.



# Sistema Ferroviario Macrozona Centro (Trocha 1,676 m)

- El sistema ferroviario de la macro zona centro (RM y Valparaíso) considerando las vías de la Empresa de los Ferrocarriles del Estado (EFE).

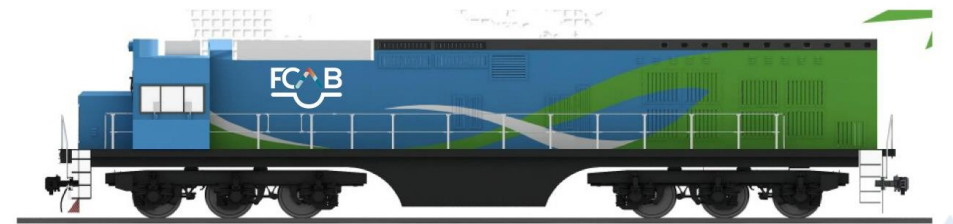


- En contraste con la Macro Zona Norte donde destaca el impulso que pueda recibir de inversiones privadas, desarrollar la industria del H2V dependerá en gran medida de respaldo estatal.
- Independientemente de la autonomía que resulta de eliminar el uso de catenarias y el costo de su mantención o reemplazo, posibilitando usar trenes *doublé - stack*, en la Macro Zona Centro implementar H2V hasta el año 2023 por los privados no se percibe como alternativa viable en el corto o mediano plazo, siendo necesario un mayor desarrollo en su industria productiva, así como la creación de incentivos y políticas adecuadas para fomentar su integración en el sector ferroviario.



# Sistema Ferroviario Macrozona Norte Proyecto Hidrógeno Verde FCAB

- FCAB encargó la fabricación de la primera locomotora que funcionará con hidrógeno verde en el país. El objetivo para la empresa es **reducir en un 30% sus emisiones de CO2 al 2025**. Desde la empresa señalan que la locomotora de hidrógeno tiene las mismas capacidades de potencia y tracción que las locomotoras que actualmente opera FCAB.
- La locomotora de hidrógeno verde es un sistema híbrido que reemplaza los componentes diésel tradicionales con depósitos de hidrógeno y una celda de combustible que genera energía eléctrica a partir de hidrógeno y oxígeno. Esta energía se almacena en baterías que también pueden cargarse directamente con electricidad.
- La locomotora operará en el tramo entre Patio Norte y Huerta Antofagasta, permitiendo evaluar su desempeño en condiciones reales y realizar maniobras internas de cátodos y movimiento de carros.



# Normativa vehículos propulsados por hidrógeno

- **INTERNACIONAL:** Sin desarrollo de una regulación específica, es abundante la aplicable directa o indirectamente para su producción, logística, repostaje y consumo, particularmente para el transporte por tuberías y por carretera, para su uso en movilidad o doméstico.
- **NACIONAL:** Como los aspectos técnicos obligatorios son aplicables en sus diversos sistemas a todo tipo de vehículo (lubricación, motor, transmisión, dirección, combustible, suspensión, frenos y de seguridad), en primera instancia sin un marco específico, se podría regular utilizando la norma de vehículos eléctricos.
- **NORMA DE HOMOLOGACIÓN:** Basado en la “norma de homologación de vehículos de motor propulsados por hidrógeno de la Unión Europea” (Nº 79/2009) posibilita resguardar aspectos técnicos y de seguridad como: estanques de almacenamiento, pila de hidrógeno y baterías así como sus componentes (válvulas, cañerías, conexiones, etc.), pudiendo hacer exigible al fabricante certificaciones, ensayos, procedimientos y planes frente a accidentes o emergencias, información primordial para cuerpos de rescate, y aplicable a instalaciones estacionarias.



# Proyectos Experimentales

- Actualmente se está utilizando el Decreto Supremo No 77 de 24 de mayo de 2021, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Subsecretaría de Transportes, cuyo inciso primero del Art. 1 establece:
- *"Para estos efectos, se entenderá por proyectos experimentales, o también llamados programas piloto, aquellas actividades, vinculadas entre sí, necesarias para evaluar la aplicación de nuevas tecnologías para el sector de transporte, aplicadas a vehículos no motorizados, vehículos motorizados, remolques o semirremolques y su entorno, y para cuya ejecución requieren ser eximidos de una o más normativas emanadas del Ministerio, esto, con el objeto de ser puesto a disposición para el estudio, análisis y monitoreo de parámetros del mismo, de sus conductores, su interacción con la vía por la que circula, con los demás usuarios de la misma y con sistemas inteligentes de transporte (ITS), cuyas conclusiones pueden resultar necesarias para avanzar con su desarrollo o aplicación en la regulación en materia de transportes"*



# Desafíos a junio del 2024

- Determinar el consumo de H2 por tonelada transportada.
- Determinar la pérdida de potencia debido a la altura geográfica.
- Abrir el mercado de consumo interno del H2.
- Generar personal altamente calificado en tecnología H2 (interna y externa).
- Analizar los costos de mantenimiento y operación de la tecnología.



GRACIAS



Antonio Dourthé Castrillón  
Coordinador General  
Programa de Desarrollo Logístico  
adourthe@mtt.gob.cl



[logistica.mtt.cl/](http://logistica.mtt.cl/)

