

# LA ACCIÓN DE CORFO EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA: OPORTUNIDADES EN LA ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO

Minería para un futuro bajo en carbono  
CEPAL, GIZ, BID  
Santiago, Junio 2018

Marcela Angulo  
Gerencia de Capacidades Tecnológicas CORFO



Gobierno  
de Chile

# RELACIÓN VIRTUOSA: ELECTROMOVILIDAD, ENERGÍAS RENOVABLES Y MINERÍA VERDE

## ELECTROMOVILIDAD

La demanda por litio y cobre es empujada por la circulación de **autos eléctricos y vehículos híbridos**, respondiendo además a normas medioambientales y consumidores **cada vez más conscientes del cambio climático**, con lo cual estos minerales deben ser verdes.



## ENERGÍAS RENOVABLES

Las ERNC son una gran oportunidad para mejorar la huella de carbono en la minería

Por una parte, las ERNC tienen hoy una **oferta muy competitiva** en precio, y por otra, sus **nulas emisiones**.



LITIO

MINERÍA VERDE

COBRE

Producción de metales con **una huella de carbono baja** y **trazable** que accederán a **nuevos mercados** demandantes de minerales producidos bajo estándares medioambientales más exigentes

# OPORTUNIDAD PARA CHILE: PRINCIPAL PRODUCTOR DE MINERÍA VERDE BASADA EN ENERGÍA SOLAR

## Mayor potencial solar

>3.500 kWh/m<sup>2</sup> año  
~ 4.000 horas de sol año

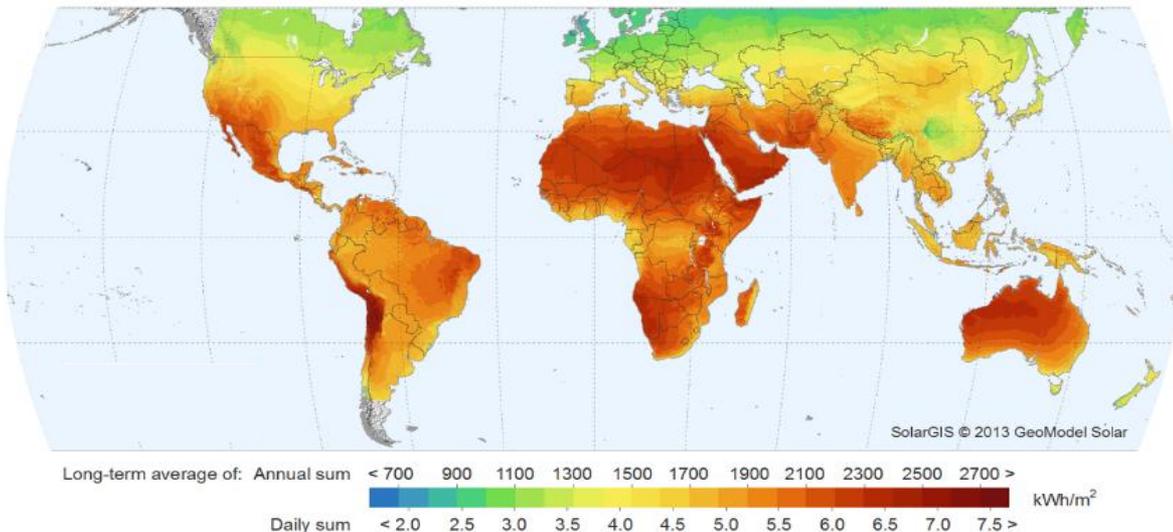
## Principal distrito minero metálico del mundo

5,5 millones de ton de cobre al año  
~ 1/3 producción mundial

## Posición fuerte en minería no metálica

Líder en producción de litio y nitratos naturales (almacenamiento de energía)  
> 50% de las reservas mundiales de litio

## Singularidades del Desierto de Atacama



# ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN - VISIÓN 2025

**Chile: principal proveedor de litio y cobre de baja emisión para la industria de autos eléctricos**

Principal productor mundial de Litio

Principal productor mundial de cobre de baja emisión

Abastecimiento seguro de Carbonato e Hidróxido de Litio grado batería

Otros productos de litio con valor agregado

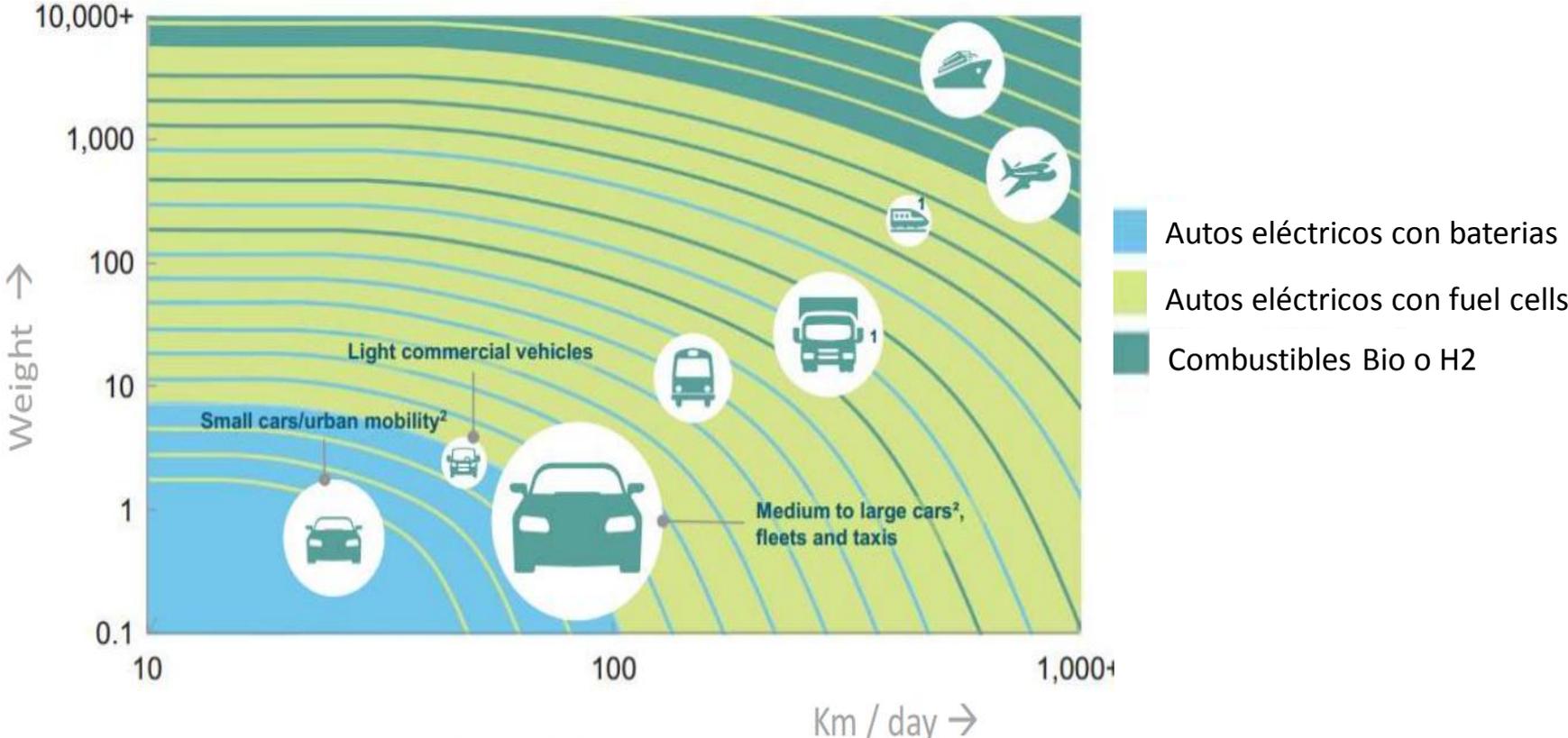
Abastecimiento de electricidad con energía solar continua (mix PV/CSP con almacenamiento) a precio promedio de 50 USD/MWh

Sustitución de combustibles fósiles por Hidrógeno y otros combustibles sintéticos con enfoque de Economía Circular



# CAMBIO CLIMÁTICO Y MOVILIDAD

## Vehículos eléctricos (baterías de litio y fuel cells) y flotas con combustibles limpios

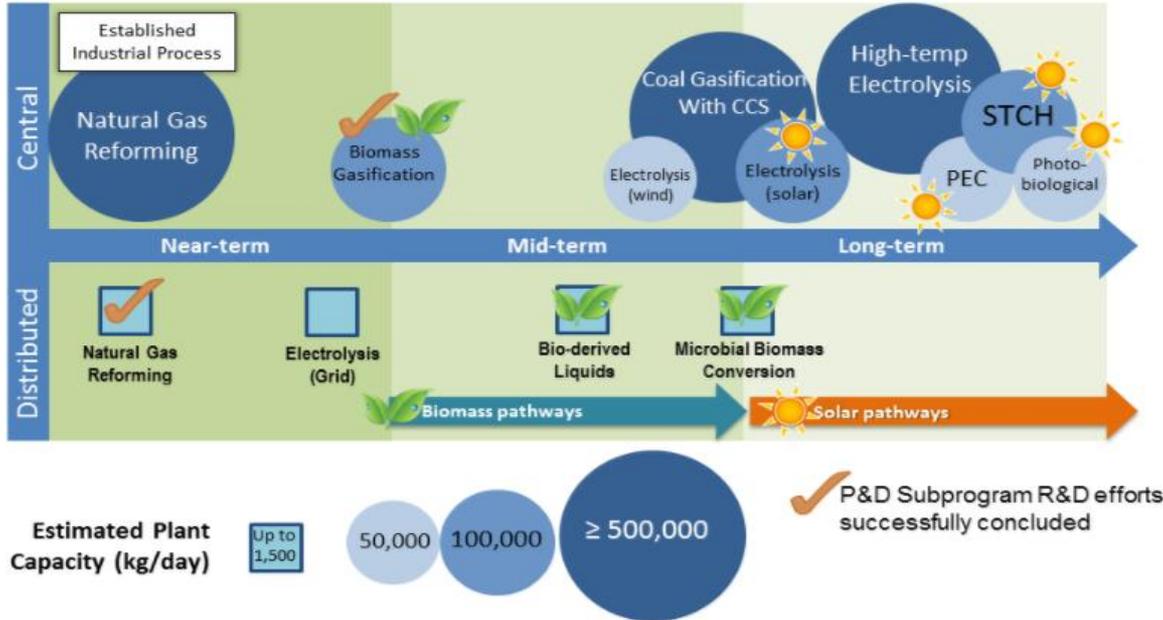


Fuente: Hydrogen Council 2017

# OPORTUNIDADES EN LA ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO

Si bien solo el 5% de la producción actual de H<sub>2</sub> es cero emisiones, la tendencia tecnológica global es la **electrólisis en base a energías renovables**.

El **CAPEX de electrolizadores** caería a un tercio del costo actual, llegando a unos **USD 300/kW en 2020**.



## Producción Mundial de H<sub>2</sub> en la actualidad:

50% reforma Gas Natural  
45% mediante petróleo

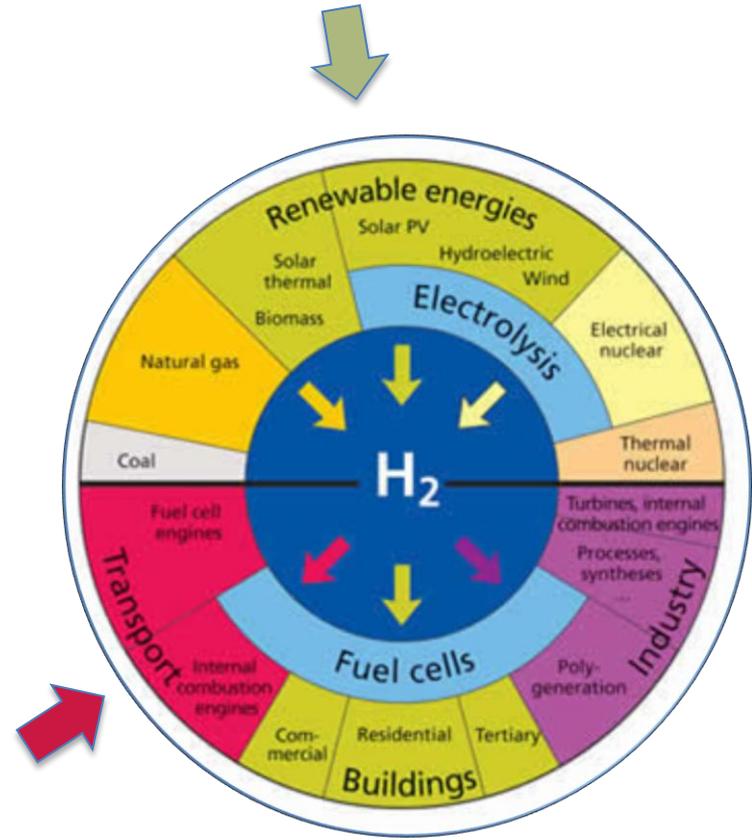
**5% electrólisis del agua**

# OPORTUNIDADES EN LA ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO

Chile tiene las condiciones para transformarse en un polo mundial de producción de hidrógeno cero-emisión

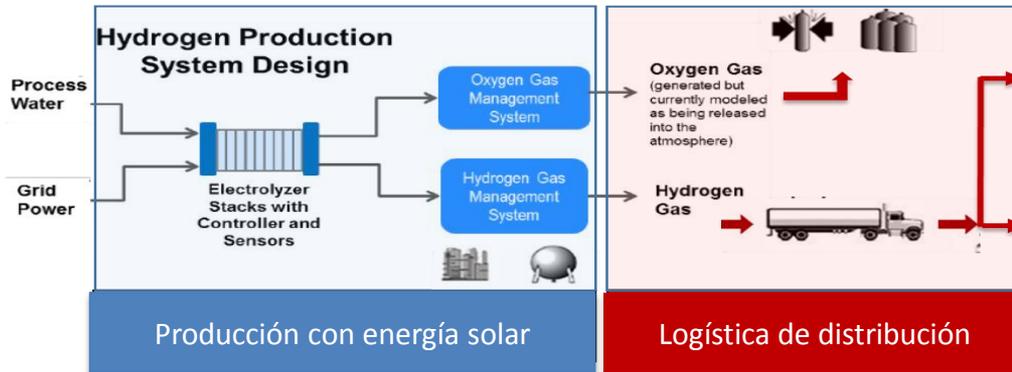
Hidrógeno podría ser producido de forma competitiva en el corto plazo en base a energía solar  
(PV/CSP promedio **USD 40/MWh en 2025**)

En principio el Precio por kg de  $H_2$  competitivo con diésel, según la proyección de precios hasta el 2025 está entre:  
**2,2 – 2,6 USD/kg $H_2$**



# ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN - HIDRÓGENO

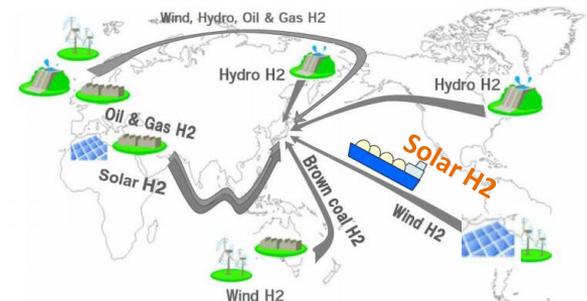
- Consumo local:
  - combustión dual o celdas combustibles en flotas mineras y navieras, transporte público
  - combustión en plantas de gas natural y procesos mineros
  - Almacenamiento de energía
- En el largo plazo: abastecer la demanda internacional (ej. Japón)



Consumo  
doméstico



Exportación





# CONSORCIOS TECNOLÓGICOS – INICIATIVAS EN CURSO

## CONSORCIO TECNOLÓGICO EMPRESARIAL PARA EL DESARROLLO DE TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA CLIMAS DESERTICOS CON ALTA RADIACION ATAMOS-TEC



Presupuesto a 7 años: MMUSD 20 (MMUSD 12 aporte Corfo)



# CONSORCIOS TECNOLÓGICOS – INICIATIVAS EN CURSO

## COMBUSTIÓN DUAL HIDRÓGENO-DIESEL PARA CAMIONES DE EXTRACCIÓN MINEROS

## FUEL CELLS PARA FLOTAS MINERAS, ÉNFASIS EN MINERÍA SUBTERRÁNEA



Presupuesto a 5 años: MMUSD 20 (MMUSD 5,8 aporte Corfo)



Presupuesto a 5 años: MMUSD 2,2 (MMUSD 1,1 aporte Corfo)



# CAPACIDADES TECNOLÓGICAS – INICIATIVAS EN DISEÑO



PROGRAMA  
**ENERGÍA SOLAR**



## INSTITUTO TECNOLOGICO SOLAR MINERO

---

Electricidad Solar  
FV Alta Radiación

Area Térmica Solar  
CSP y  
Almacenamiento

Combustibles  
Solares

Materiales  
Avanzados

Trazabilidad  
(huella carbono y  
otros)

EN FASE DE DISEÑO  
APORTE DE CERCA DE USD 70 MILLONES EN 10 AÑOS  
DESDE EL ROYALTY DE LOS CONTRATOS DE LITIO

# LA ACCIÓN DE CORFO EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA: OPORTUNIDADES EN LA ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO

Minería para un futuro bajo en carbono  
CEPAL, GIZ, BID  
Santiago, Junio 2018

Marcela Angulo  
Gerencia de Capacidades Tecnológicas CORFO



Gobierno  
de Chile