



Ministerio de  
Energía

Gobierno de Chile

# Estrategia Nacional **Hidrógeno Verde**

---

Ministerio de Energía  
23.Junio.2020



# Resumen Ejecutivo



El hidrógeno verde es un combustible que se puede producir a partir de agua y energía renovable. Aplicaciones consideran usos en transporte, industria y edificación.



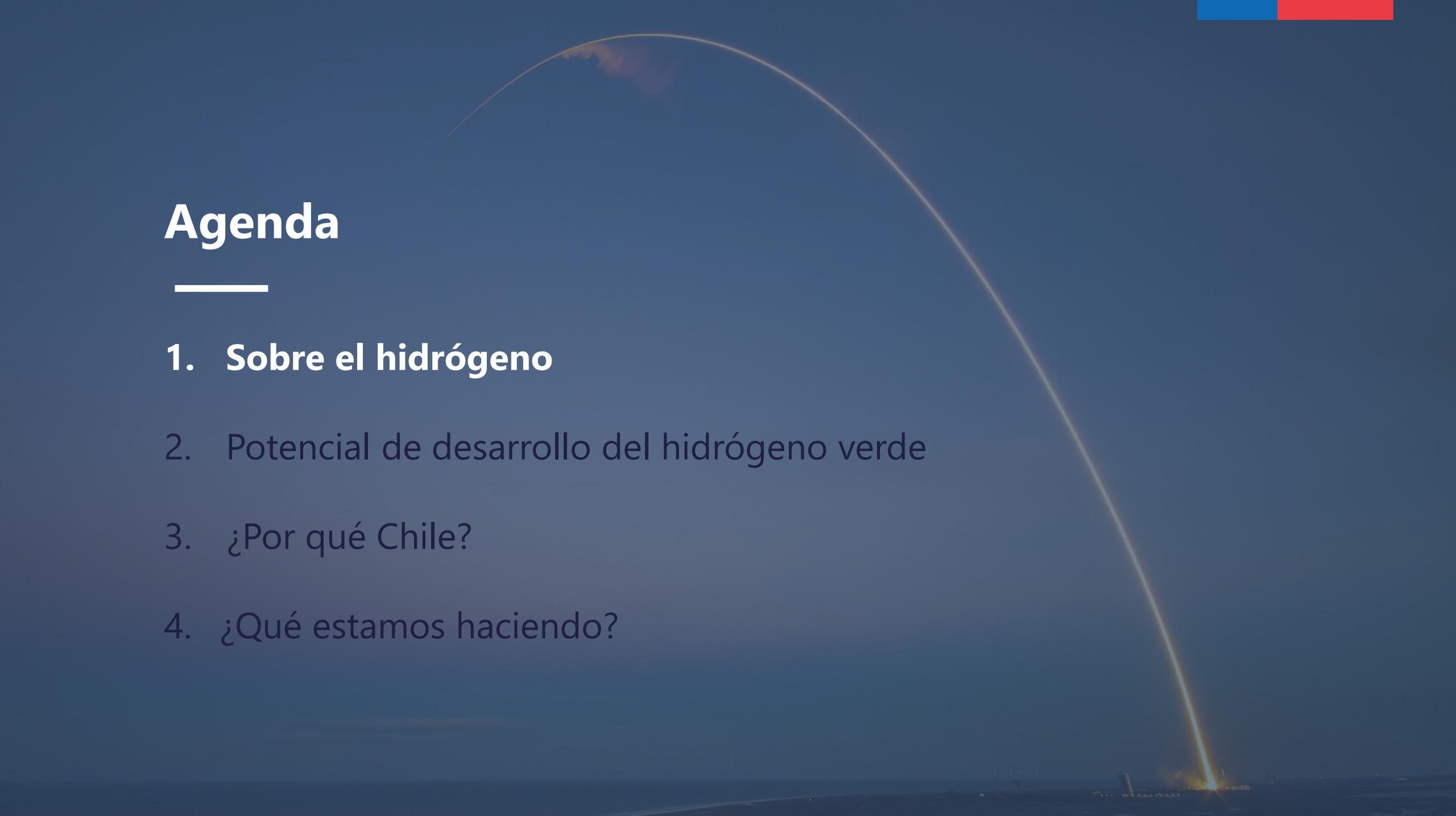
Nos encontramos en un momento global sin precedentes para desarrollar el hidrógeno verde. 3 drivers están impulsando esta industria: descarbonización, reducción en los costos de las tecnologías y estrategias gubernamentales. Para el año 2050 se estima en un mercado de USD 2,5 trillion, aproximadamente la mitad del tamaño del mercado del petróleo actual.



Chile tiene un potencial de energías renovables para ser líder global en producción de hidrógeno verde. Además, este combustible tendrá un rol relevante en la meta de carbono neutralidad. Mitigará entre el 17% y el 27% de las emisiones al 2050.



Ministerio de Energía está desarrollando una estrategia participativa para fomentar el desarrollo del hidrógeno verde.



# Agenda

---

## 1. Sobre el hidrógeno

2. Potencial de desarrollo del hidrógeno verde

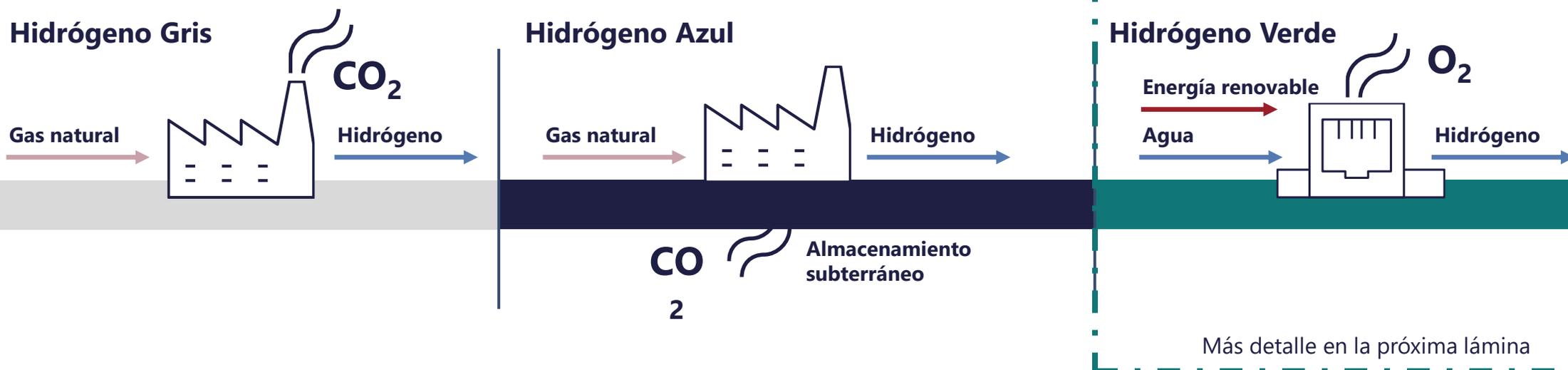
3. ¿Por qué Chile?

4. ¿Qué estamos haciendo?

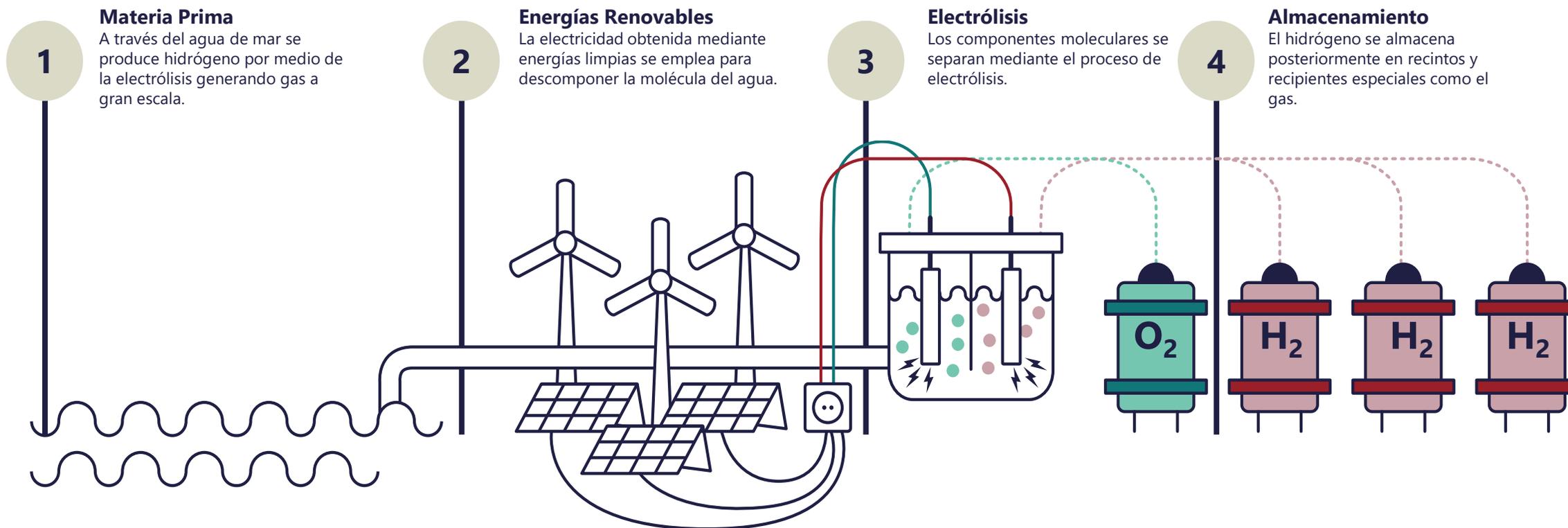
# ¿Qué es el hidrógeno?



- El hidrógeno es el elemento más abundante en la naturaleza.
- El hidrógeno se puede obtener a partir del gas natural (llamado hidrógeno gris y azul) o del agua (hidrógeno verde).
- La molécula de H<sub>2</sub> tiene alta densidad energética por unidad de masa (3 veces más que la gasolina y 120 veces más que las baterías de litio).



# ¿Cómo se produce el H<sub>2</sub> verde?



Fuente: ECN.

# Aplicaciones en evolución

Hoy: materia prima

Refinación



Químicos



Nuevos: energía + materia prima



**Transporte**

Tren, buses, ferry, camiones, barcos.



**Calor y potencia para edificios**



**Calor y potencia para industria**



**Materia prima para industria**

Amoníaco, metanol, acero.

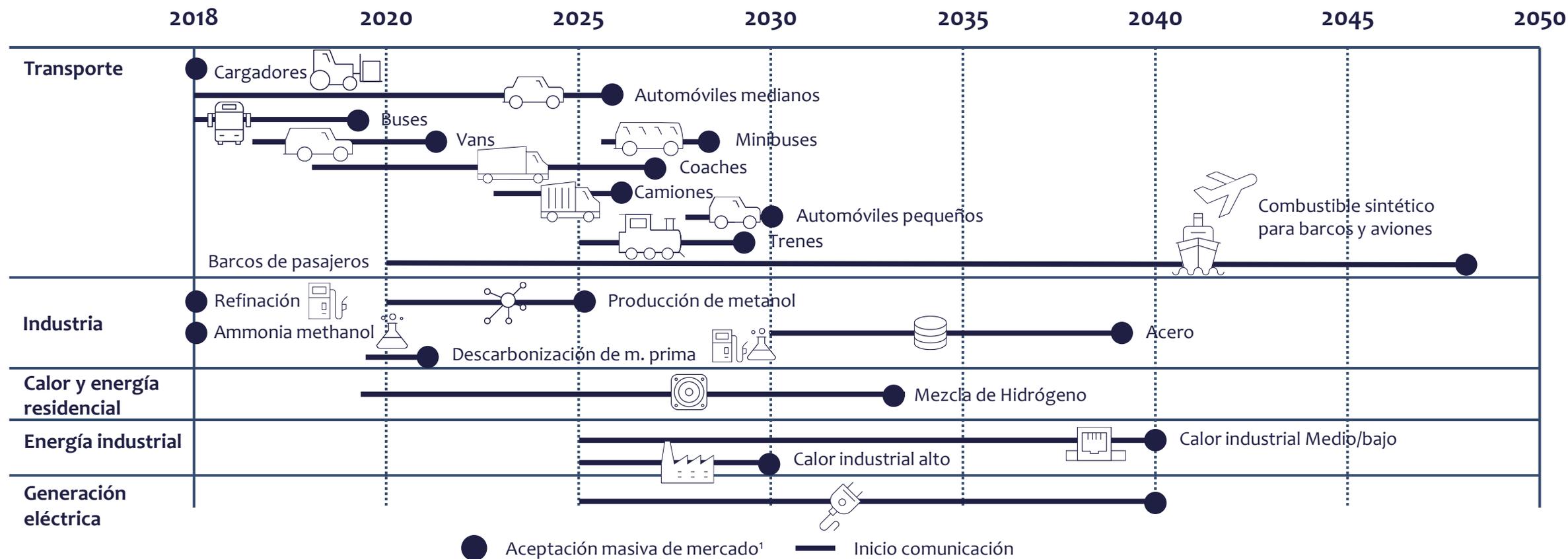
**70** Mton anuales



**¿X.000?** Mton anuales

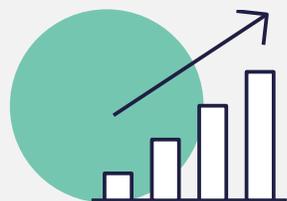
# Aplicaciones del hidrógeno están cerca de desarrollarse masivamente, transporte será la próxima oleada

(Fuente: McKinsey & Co)



1. Definido como ventas >1% del segmento

# Conceptos clave del H2 verde



Significaría hasta **500 billion US\$** en inversión global al **2030**

Se reemplazan importaciones por producción local



**Igual o más seguro** que otros combustibles usados actualmente

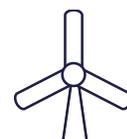


Solo emite **vapor de agua** en su uso



Requiere **relativamente poca agua**

Menos del 1% del agua que usa la minería podría reemplazar todo su consumo de diésel.



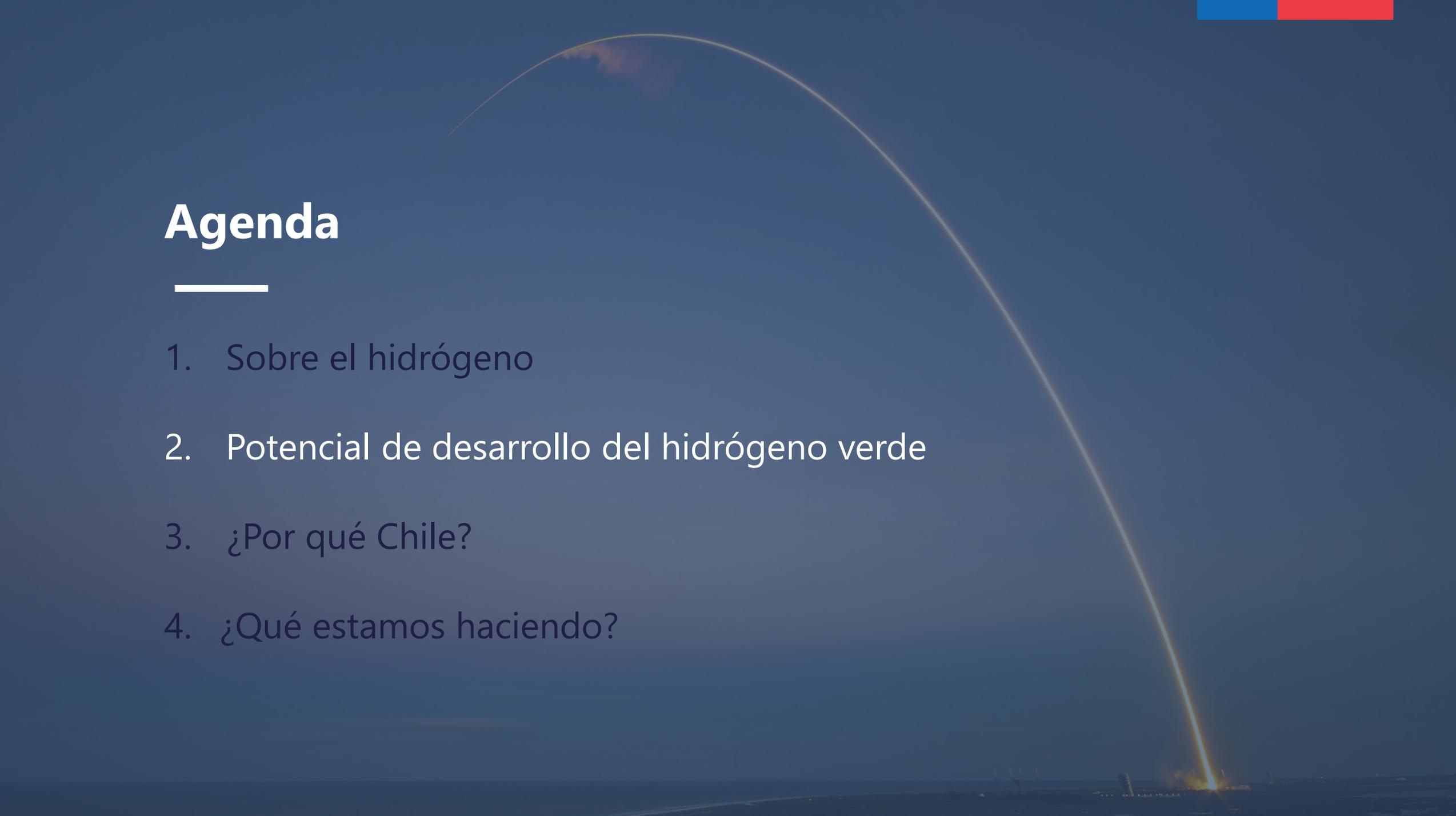
Costo depende principalmente de la **energía renovable**

Entre **50 y 80%** del costo del hidrógeno corresponde al suministro eléctrico



**Mayor densidad energética que las baterías de litio**

Complementariedad para otras soluciones limpias



# Agenda

---

1. Sobre el hidrógeno
2. Potencial de desarrollo del hidrógeno verde
3. ¿Por qué Chile?
4. ¿Qué estamos haciendo?

# El desarrollo del hidrógeno verde se está acelerando

(Fuente: McKinsey & Co)



## Limitaciones a las emisiones de carbono

**185**

Países ratificaron el acuerdo de París

**0**

Emisiones netas se necesitan al 2050 para limitar el calentamiento global a 1.5°.



## Reducción de costos de ER\* y electrólisis

**-80%**

Disminución de costos de energía solar desde 2010.

**7,5-15 GW**

Capacidad de electrólisis anunciada, objetivo de 2x40 GW en Europa al 2030.



## Estrategias internacionales de incentivo

**7 millones**

Autos con celdas de hidrógeno al 2030 en China, Japón, EEUU y Corea.

**8.500**

Estaciones de carga de hidrógeno al 2030 en China, Japón, EEUU y Corea.

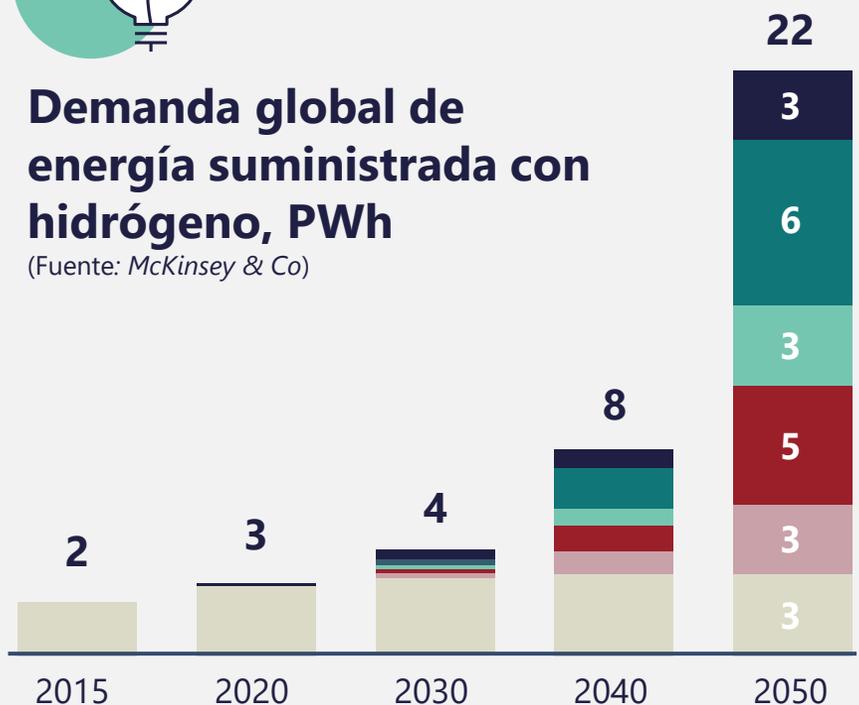
(\*) ER: Energía Renovable

# En un mundo descarbonizado, la demanda de hidrógeno podría crecer hasta 10 veces



## Demanda global de energía suministrada con hidrógeno, PWh

(Fuente: McKinsey & Co)



Generación, almacenamiento



Transporte



Calefacción residencial y energía



Industria



Nuevos usos



Usos existentes

Al 2050:

**18%**

demanda final de energía

**6 Gt**

abatimiento anual de CO<sub>2</sub>

**\$2.5tn**

ventas anuales (hidrógeno y equipos)

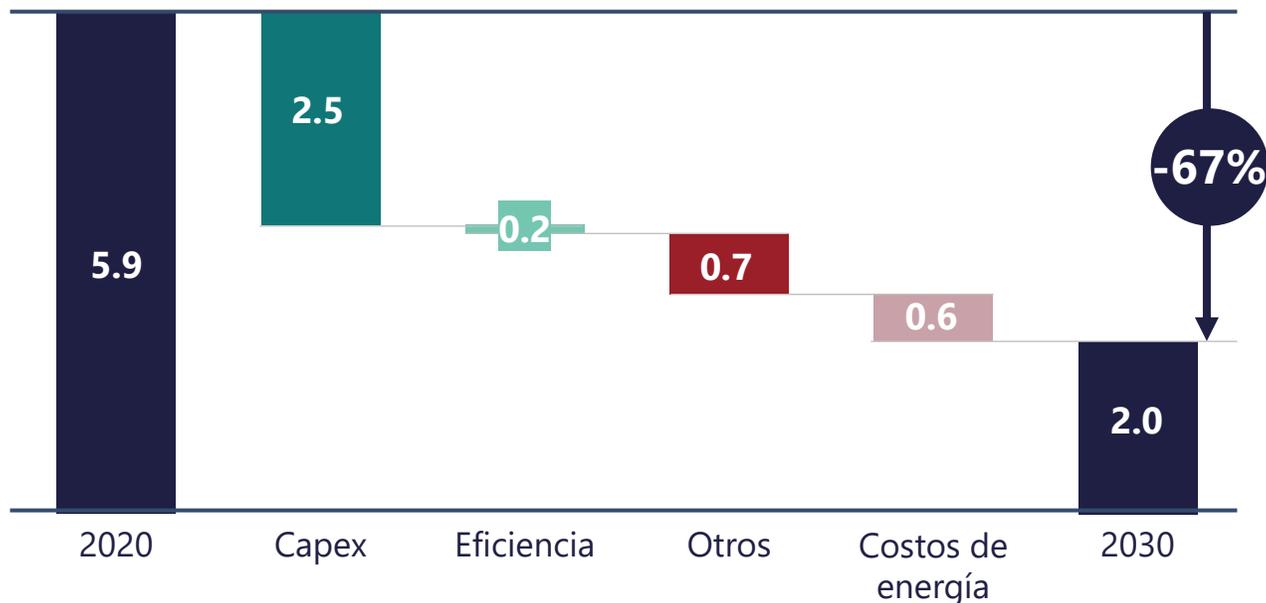
**30 m**

creación de empleos

# El costo del hidrógeno verde puede caer 2/3 al 2030, por reducción en capex

## Reducción de costos para H<sub>2</sub> con electrólisis conectada directo a planta solar o eólica en Chile

(Fuente: McKinsey & Co)



**CAPEX** decrece 76% para electrolizadores, por escalamiento, curva de aprendizaje y mejoras técnicas.

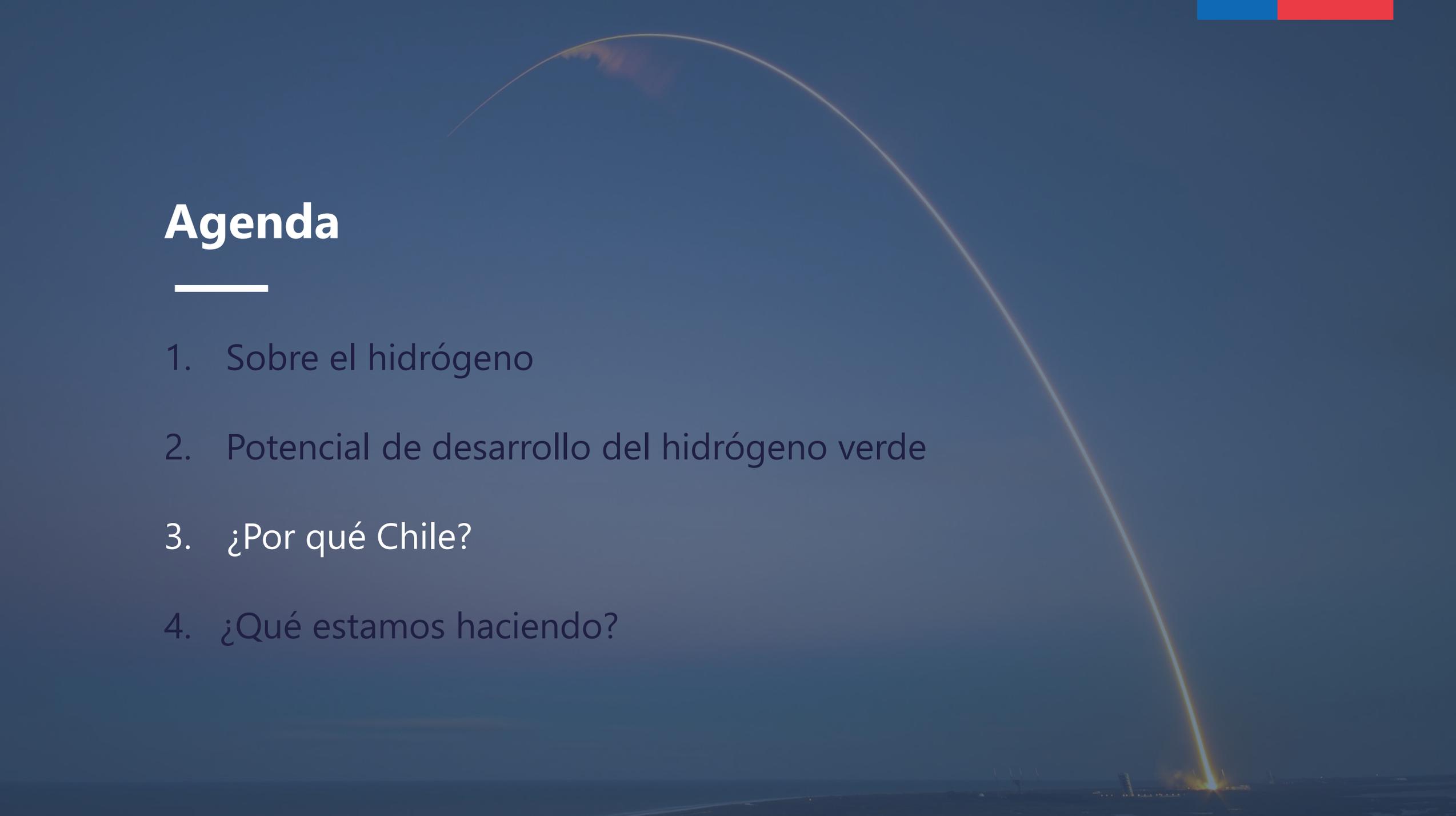
Se incrementa tamaño eficiente de 2 MW a 80-90 MW.

Factor de planta de 28% para generación.

Mejora de **eficiencia** de 64% a 70% en 2030 resulta en menor consumo eléctrico y menor capacidad requerida.

Costos de **O&M** se reducen siguiendo costos de equipamiento y aprendizaje para operar.

Costo de la **energía solar FV** cae de 31 a 19 USD/MWh asume conexión directa a producción de H<sub>2</sub>. Sin costo transmisión.



# Agenda

---

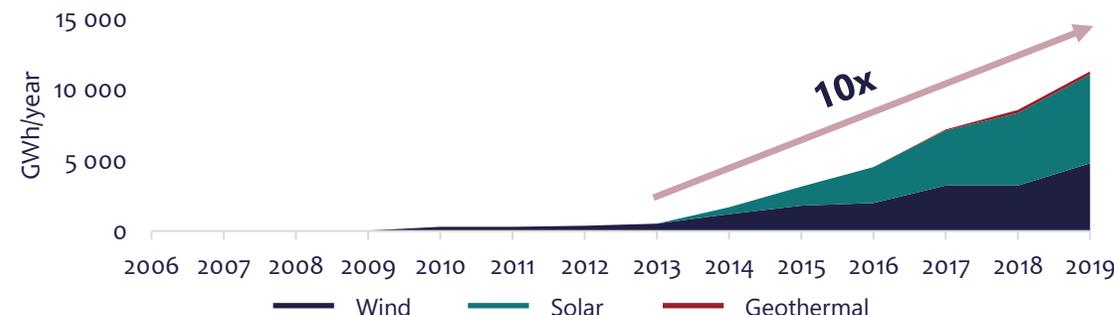
1. Sobre el hidrógeno
2. Potencial de desarrollo del hidrógeno verde
3. ¿Por qué Chile?
4. ¿Qué estamos haciendo?

# Reducción en costos y potencial en energías renovables permitirán que Chile sea uno de los productores de hidrógeno a menor costo

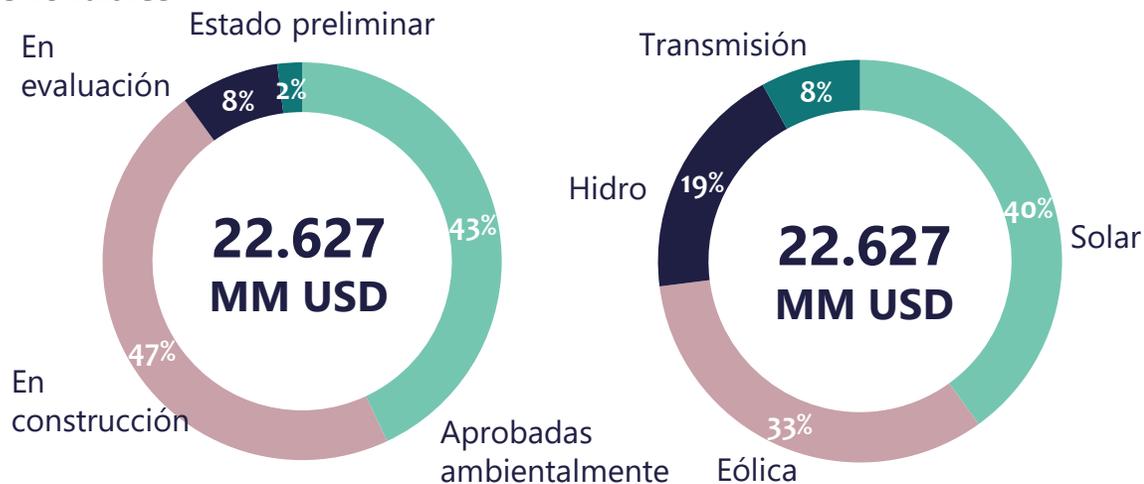
**70 veces**

Potencial renovable de Chile v/s capacidad instalada de electricidad

Generación solar y eólica alcanzaron el 14% del total durante el 2019

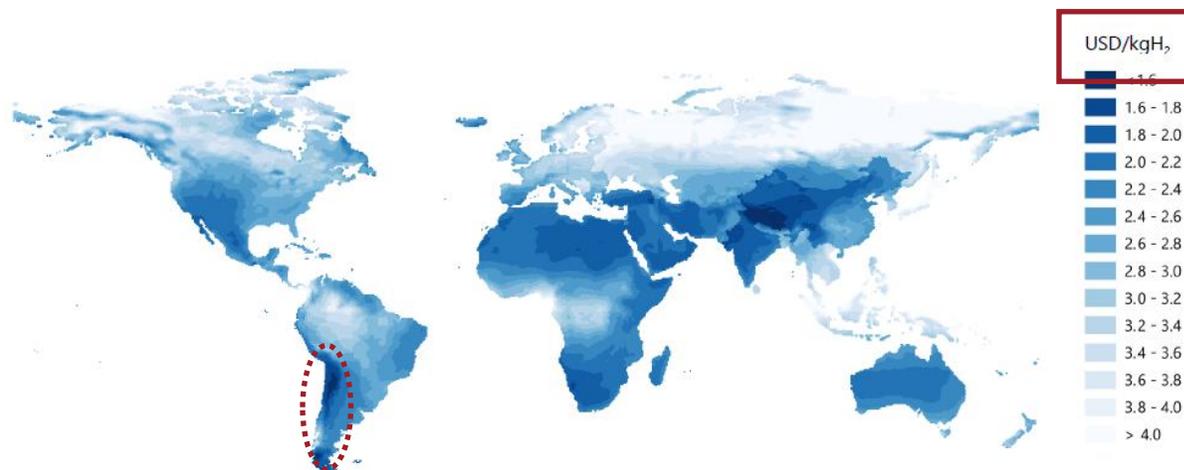


Hay más de 20.000 MM USD de proyectos de inversión renovables



Costo estimado de producción de H<sub>2</sub> verde en el largo plazo

(Fuente: IEA, *The Future of Hydrogen*, 2019)

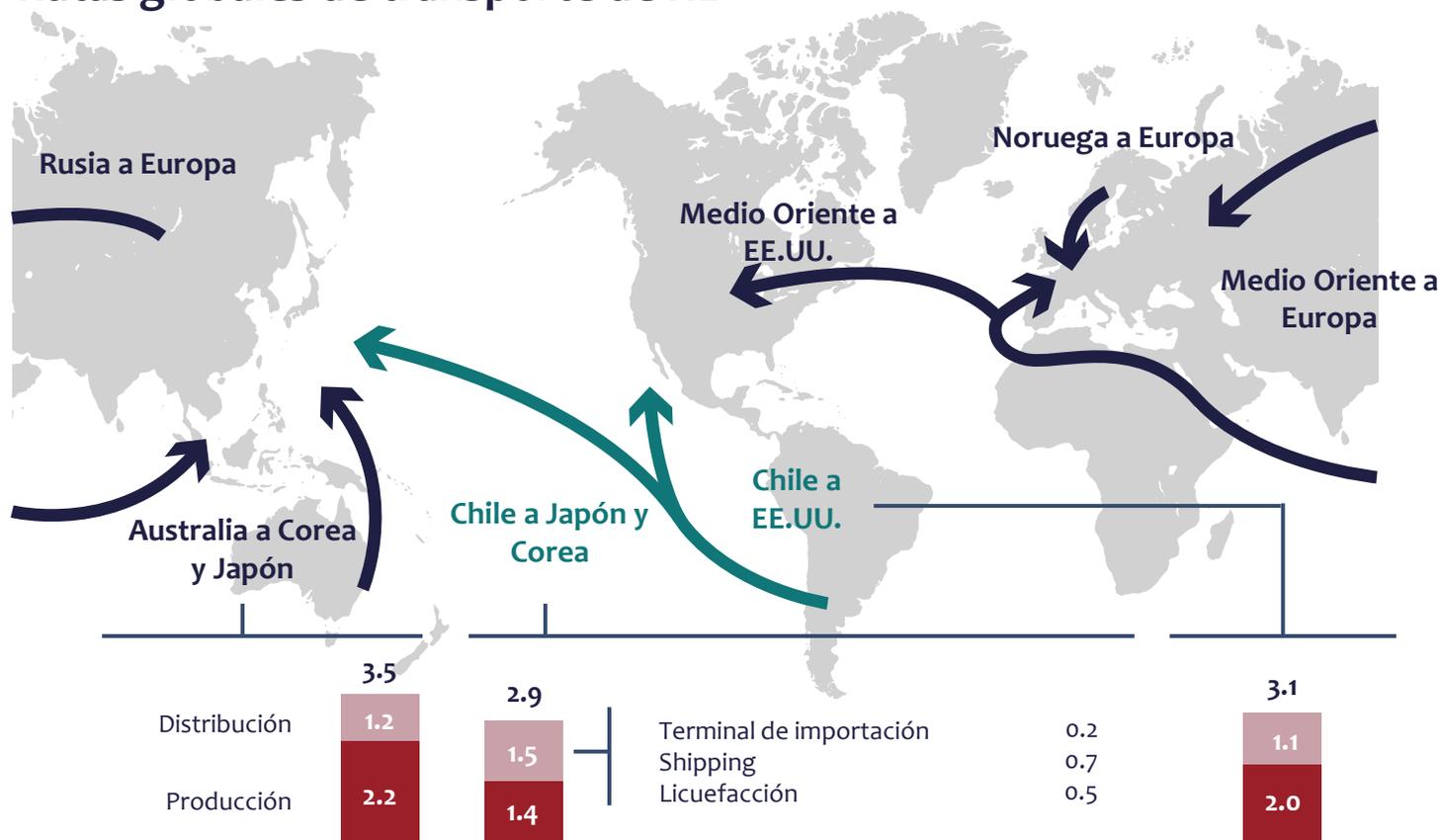


# La exportación de Chile a Asia podría ser competitiva vs otros países, como Australia

## Costo de H<sub>2</sub> líquido en el puerto de destino

(Fuente: McKinsey & Co)

### Rutas globales de transporte de H<sub>2</sub>



## Vectores de transporte de Hidrógeno

- LH<sub>2</sub>** Para distribución  
Requiere desarrollo tecnológico
- CH<sub>3</sub>** Distancias medias  
Uso de infraestructura existente
- NH<sub>3</sub>** Para usos finales de amoníaco  
Uso de infraestructura existente
- LOHC** Une hidrógeno con líquidos  
Requiere uso adicional de energía
- LNG CO<sub>2</sub>** H<sub>2</sub> reformado en país de destino  
CO<sub>2</sub> retorna vía shipping

# Chile puede proveer parte significativa del hidrógeno verde del mundo, pero debe coordinar a los actores de la cadena de valor

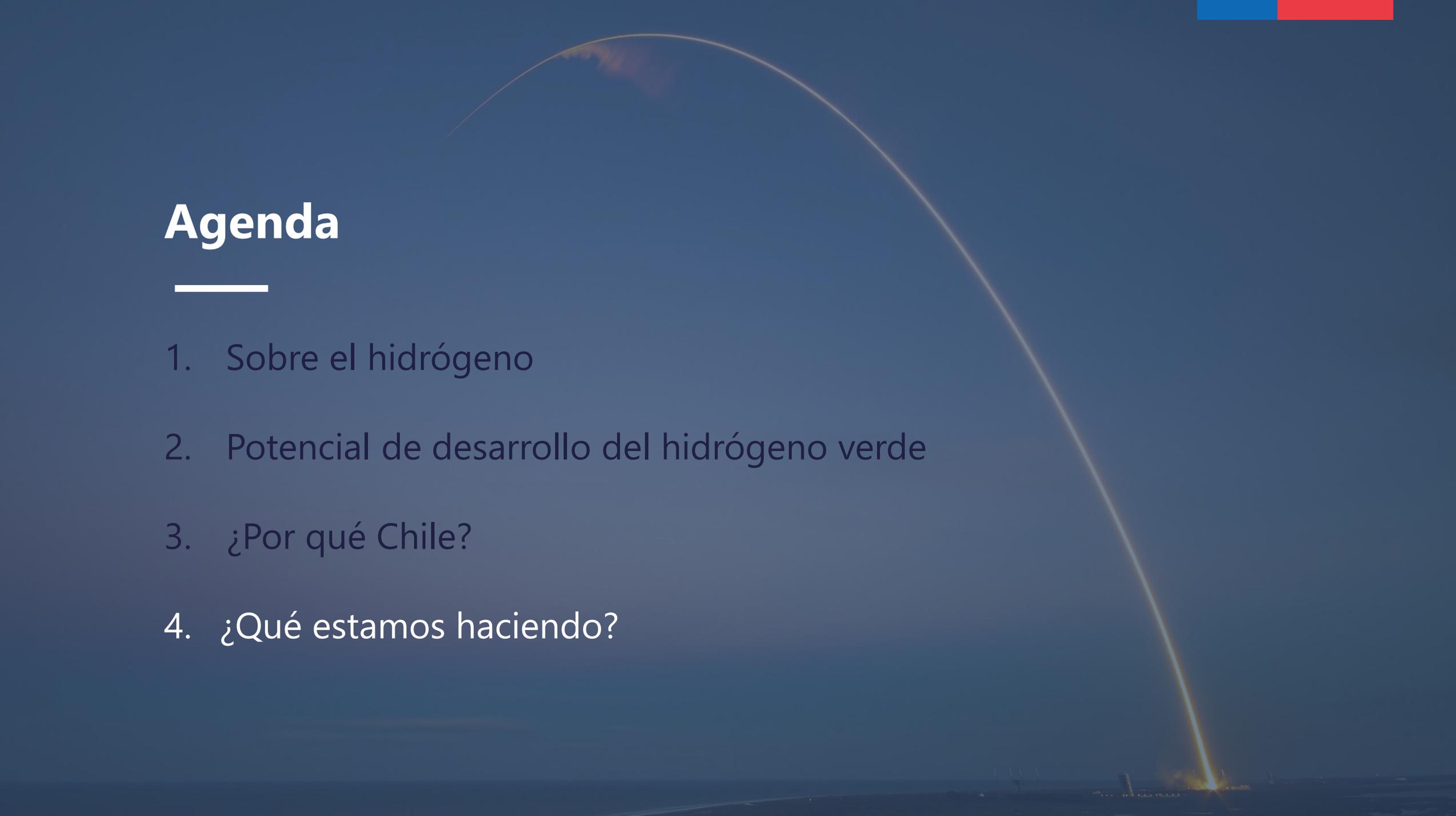
## Mercado potencial para Chile 2050:

(Fuente: McKinsey & Co)

- Captura del 50% del mercado de Japón y de Corea del Sur, y el 20% del mercado Chino.
- Producción de 25 millones de toneladas de H<sub>2</sub> al año.
- Más de 30 bn USD de ingresos al año.
- 5% de la demanda global de hidrógeno.
- 1% de la demanda de energía global.

## 6 claves para producir a gran escala:





# Agenda

---

1. Sobre el hidrógeno
2. Potencial de desarrollo del hidrógeno verde
3. ¿Por qué Chile?
4. ¿Qué estamos haciendo?

# Estamos elaborando una estrategia nacional de H2 verde interministerial para impulsar su desarrollo



## Elaboración de Estrategia de Hidrógeno con un proceso participativo:

- Comité de Hidrógeno: Pdte Ricardo Lagos, Jeanette Von Wolfersdorff, Vivianne Blanlot, Klaus Schmidt-Hebbel, Marcelo Mena, Gonzalo Muñoz.
- Mesas técnicas: empresas, academia y expertos.
- Participación ciudadana.



## Fomento de proyectos piloto:

- Fondos para prefactibilidad de proyectos (BID, UE).
- CORFO: Instituto de Tecnologías Limpias (194 MMUSD en 10 años), Consorcios de Desarrollo Tecnológico (7 MMUSD en 4 años).
- Cooperación Internacional: gobierno de Alemania y en discusiones con Japón, Australia y Singapur.



## Regulación:

- Estudios de brechas regulatorias nacionales e internacionales.
- Plan de cierre de brechas comienza ejecución 2do semestre de 2020.

Con participación de Ministerios

Relaciones Exteriores

Medioambiente

Economía

Transporte y Telecomunicaciones

Minería

Ciencia, Tecnología,  
Conocimiento e Innovación

Además de

CORFO

InvestChile

# Estrategia nacional de hidrógeno verde

Trabajo interministerial para desarrollar 4 ejes de trabajo



**Transferencia de conocimiento e innovación**



**Fomento a la producción, uso y exportación**



**Regulación y normativa**



**Desarrollo social y territorial**

# El Ministerio de Energía ha desarrollado sus agendas de manera participativa

2015

## POLÍTICA ENERGÉTICA 2050

- “70% de Energía renovable al 2050”.
- Cerca de 3.500 participantes en 130 talleres.

2018

## RUTA ENERGÉTICA 2018-2022

- Mega compromisos y plan de gobierno 2018-2022.
- Cerca de 2.200 participantes en 15 regiones.

2020

## ACTUALIZACIÓN POLÍTICA ENERGÉTICA

- Continuidad política y actualización de objetivos.
- Talleres regionales en 16 ciudades y 900 participantes.

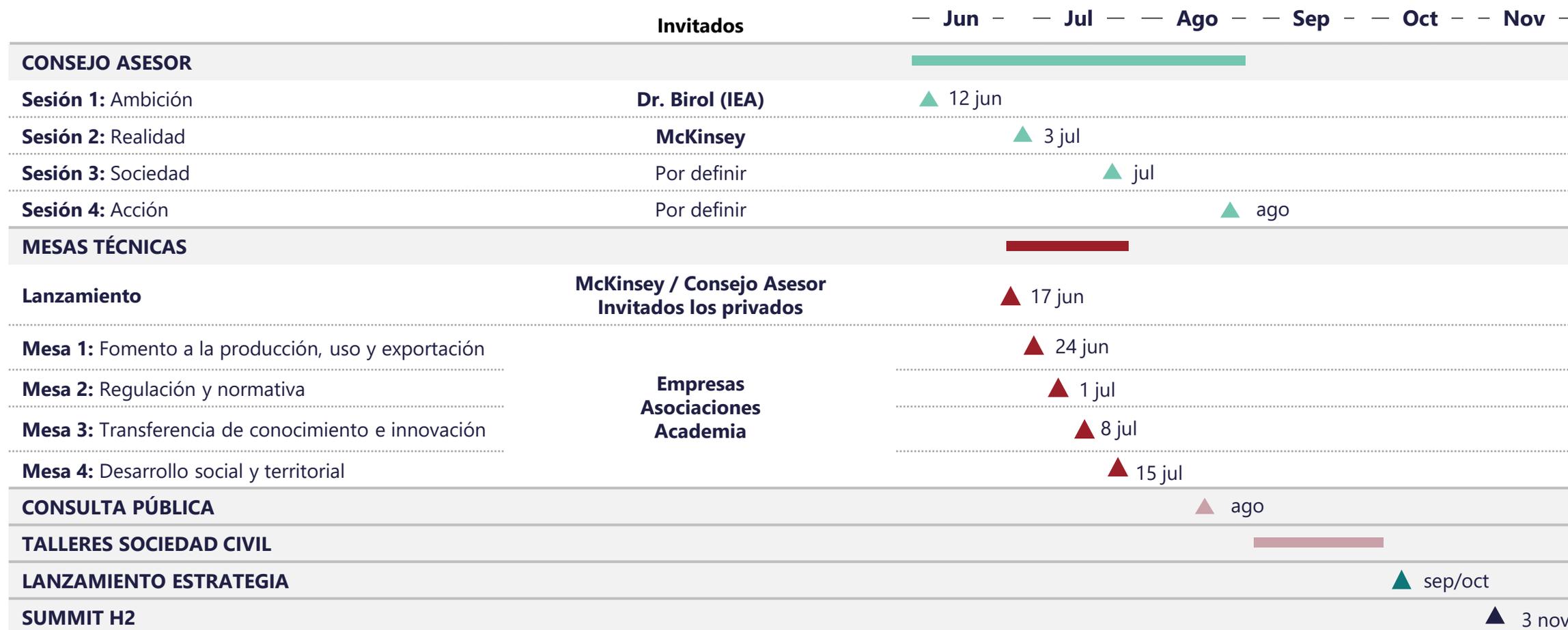
2020

## ESTRATEGICA HIDRÓGENO VERDE

- Política de Estado para habilitar una nueva industria para Chile.

# Agenda

## Estrategia será guiada por Consejo Asesor, Mesas Técnicas y Sociedad Civil





Ministerio de  
Energía

Gobierno de Chile

# Estrategia Nacional **Hidrógeno Verde**

---

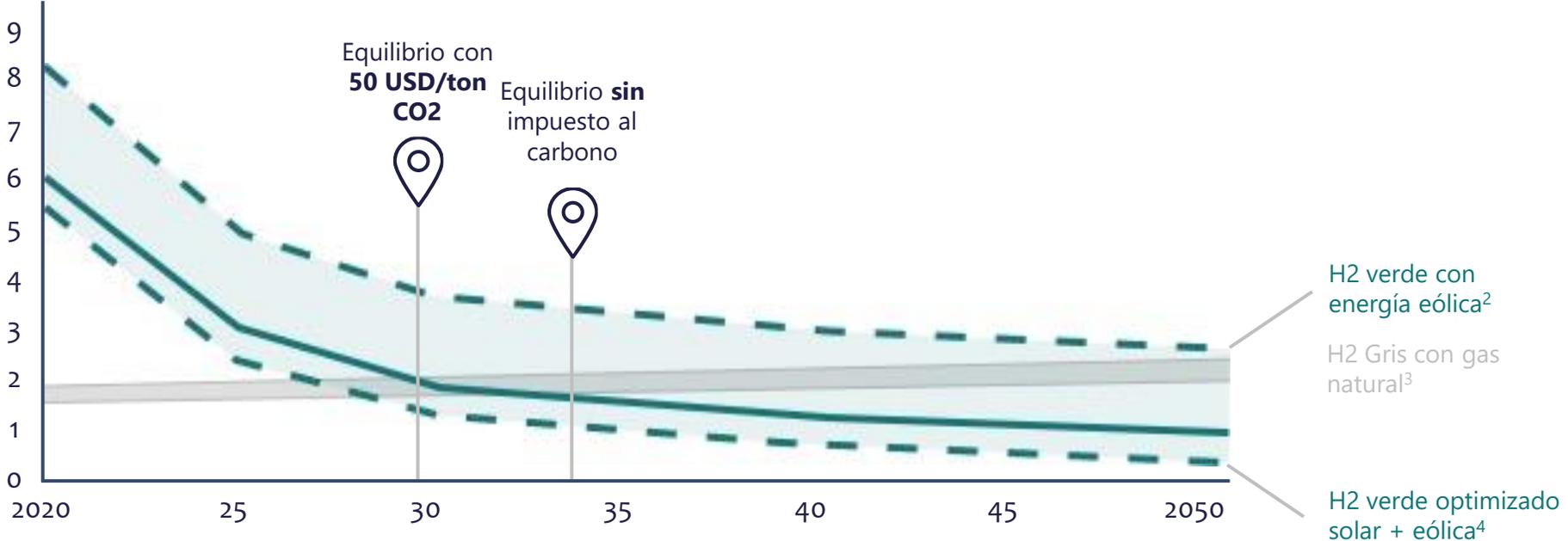
Ministerio de Energía  
23.Junio.2020



# El hidrógeno verde chileno podría ser competitivo vs el hidrógeno gris al 2030

## Costo de producción de hidrógeno(\*)

(Fuente: McKinsey & Co)



**(\*) Supuestos:**

1. 7% WACC
2. Eólico con 24% factor de planta y LCOE cayendo desde 59 USD/MWh en 2020 a 46 USD/MWh en 2050.
3. Basado en steam methane reforming (SMR) y precios de gas natural crecientes desde 8.13 USD/Mmbtu en 2020 a 11.22 USD/Mmbtu en 2050.
4. Basado en solar PV con 28% de factor de planta y LCOE decreciente desde 31 USD/MWh en 2020 a 12 USD/MWh en 2050.

# La carrera por el desarrollo del H<sub>2</sub> está iniciada



**18 países (70% del PIB global) han establecido hojas de ruta**

 <b>Países Bajos</b>	<b>2025:</b> 0.5 GW de electrólisis. <b>2030:</b> 3 – 4 GW de electrólisis.
 <b>Alemania</b>	<b>2021:</b> 100 estaciones de carga vehicular de H <sub>2</sub> . <b>2025:</b> 0.5 GW de electrólisis. <b>2030:</b> 5 GW de electrólisis.
 <b>Corea</b>	<b>2050:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 20% demanda anual satisfecha por hidrógeno de electrólisis.</li><li>• 600.000 trabajos en producción, distribución y aplicación de H<sub>2</sub>.</li><li>• 58.000 millones US\$ en ventas de hidrógenos y equipos.</li></ul>
 <b>Japón</b>	<b>2025:</b> 320 estaciones de hidrógeno. <b>2030:</b> 15-30 GW capacidad de hidrógeno. 800.000 vehículos con celdas de combustible, 1.200 buses con celdas de combustible y 10.000 grúas elevadoras.
 <b>Portugal</b>	<b>2030:</b> múltiples indicadores tal como % consumo final de energía, capacidad instalada, inversiones, estaciones de abastecimiento.

# El futuro de nuestra matriz eléctrica es renovable

