

# Hidrógeno Verde: El vector energético para descarbonizar la economía de México

25 de Mayo, 2022

# Contenido

1

Introducción y objetivos

2

Tamaño de la oportunidad

3

Costos y requerimientos de capacidad

4

Impacto económico, social y ambiental

5

Hoja de ruta para México



An aerial photograph of a winding road through rolling green hills. The sun is low on the horizon, creating a warm, golden glow and lens flare effects. The hills are covered in lush green grass, and the road curves through the valleys. The sky is a clear, pale blue.

1

# Introducción y objetivos

# ¿Qué queremos lograr?



**Promover la inversión en H<sub>2</sub> Verde y desarrollar esta industria en México para crecer y descarbonizar la economía nacional**

# El despliegue de 230K Ton de H<sub>2</sub> verde en México es la base para fortalecer la agenda climática de México a 2030

## Metas aspiracionales acumuladas de 2025 a 2030



El estudio se divide en 4 fases que se construyeron a partir de interacciones con +50 stakeholders, investigación y análisis internos

Contenido del estudio y fuentes principales utilizadas



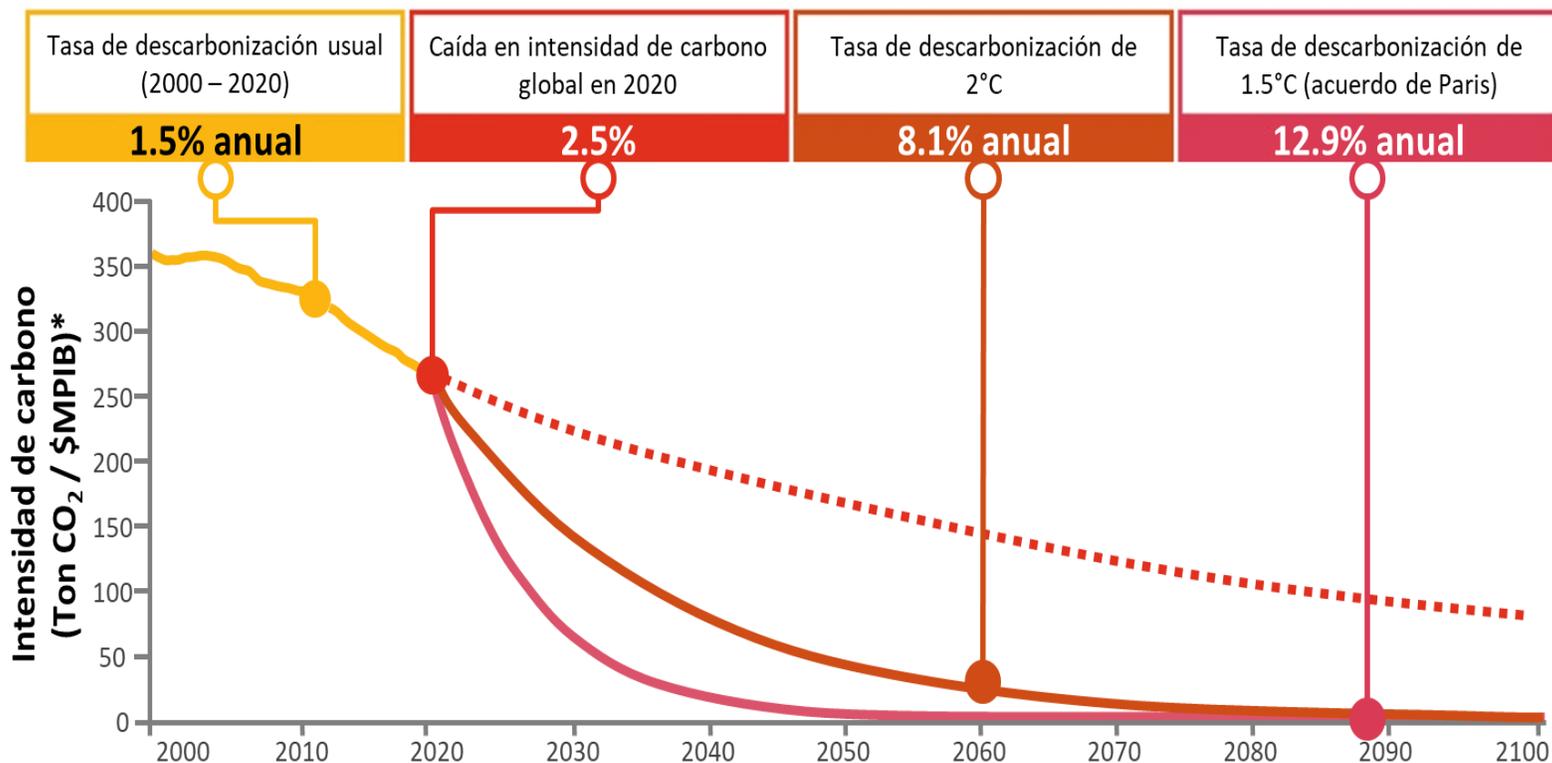
	<b>1 Diagnóstico</b>	<b>2 Potencial</b>	<b>3 Impacto</b>	<b>4 Metas y hoja de ruta</b>
<b>Contenido</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Introducción al H<sub>2</sub> verde</i></li><li>• <i>Antecedentes y tendencias</i></li><li>• <i>Incentivos y barreras</i></li><li>• <i>Perspectiva de stakeholders clave</i></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Aplicaciones</i></li><li>• <i>Oportunidades de negocio</i></li><li>• <i>Tamaño de la oportunidad</i></li><li>• <i>Revisión de costos a alto nivel en la cadena de suministro</i></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Requisitos para invertir a lo largo de la cadena de suministro</i></li><li>• <i>Potencial impacto económico, social y ambiental</i></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Metas aspiracionales</i></li><li>• <i>Hoja de ruta para la implementación en México</i></li></ul>
<b>Fuentes principales</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ <i>Encuestas y entrevistas con +50 stakeholders</i></li><li>➤ <i>Reportes y estudios de la industria</i></li><li>➤ <i>Noticias</i></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ <i>Reportes de la industria</i></li><li>➤ <i>Referencias de proyectos internacionales</i></li><li>➤ <i>Reportes de EPEs</i></li><li>➤ <i>Proyecciones de precios de commodities</i></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ <i>Matriz Insumo - Producto del INEGI y modelo de Leontief</i></li><li>➤ <i>Inventario Nacional de Emisiones de GEI</i></li><li>➤ <i>Datos macroeconómicos</i></li><li>➤ <i>Reportes de la industria</i></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ <i>Taller presencial con +20 stakeholders</i></li><li>➤ <i>Estrategias de hidrógeno de otros países</i></li><li>➤ <i>Discusiones internas sobre el rol de H<sub>2</sub> México</i></li></ul>

## 1) Introducción y objetivos

# El H<sub>2</sub> Verde puede ayudar a descarbonizar los procesos térmicos de diversas industrias y cumplir con las metas de reducción de emisiones

## ¿Por qué es tan importante el H<sub>2</sub> Verde?

### Tasa de descarbonización global requerida para cumplir Acuerdo de París

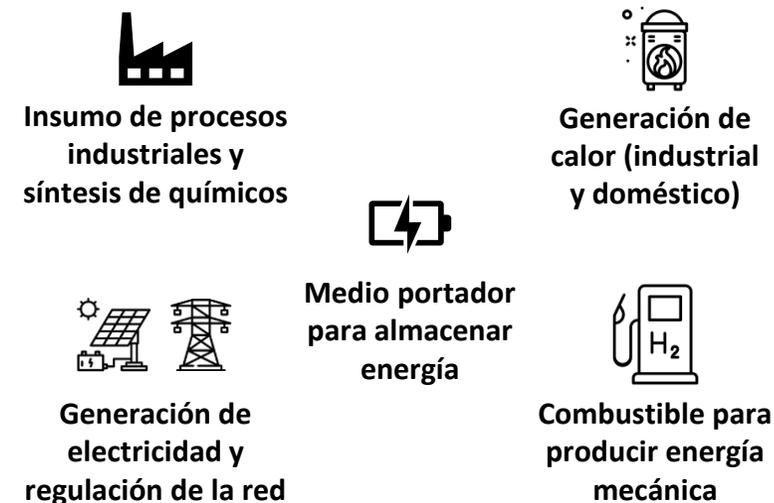


Fuentes: IRENA, Banco Mundial, OECD, IPCC, PwC

### ¿Qué es el H<sub>2</sub> Verde?

Es el H<sub>2</sub> producido por medio de la electrólisis alimentada por energía proveniente de fuentes renovables que no genera emisiones ni residuos contaminantes en su producción.

### ¿Para qué se utiliza el H<sub>2</sub>?



## 1) Introducción y objetivos

Para poder implementar el H<sub>2</sub> Verde en la economía nacional de forma viable, es necesario superar los siguientes retos principales

¿Qué retos existen para implementar el H<sub>2</sub> Verde en México?



A person with their back to the camera, wearing a bright yellow raincoat and dark leggings, stands on a rocky, moss-covered peak. They are looking out over a vast, scenic mountain range with green valleys and distant, snow-capped peaks under a blue sky with scattered white clouds. The overall mood is one of adventure and contemplation.

2

Tamaño de la  
oportunidad

## 2) Tamaño de la oportunidad

El presente estudio se enfoca en las 7 industrias con mayores emisiones de GEI<sup>1</sup> en México y se analizaron 3 tipos de transición al H<sub>2</sub> Verde

¿Cuáles son las industrias que pueden sustituir el H<sub>2</sub> Verde en México en sus procesos?

Tipo de transición	Sustitución directa	Mezcla de H <sub>2</sub> con gas natural				Cambio de tecnología <sup>3</sup>	
Industrias	 Petroquímica	 Generación de electricidad	 Hierro y Acero	 Vidrio	 Química	 Cemento <sup>2</sup>	 Movilidad
MTon de CO <sub>2</sub> eq. emitidas en 2019	11	171	23	1	8	23	136
Enfoque del análisis	Sustitución de H <sub>2</sub> gris por H <sub>2</sub> verde para el proceso de refinación de petróleo	Mezcla de H <sub>2</sub> con gas natural en los CCGTs en el SEN	Mezcla de H <sub>2</sub> con gas natural utilizado en las aplicaciones térmicas de cada una de las industrias para la elaboración de sus productos finales			Sustitución de futuros vehículos de diésel y gasolina por tecnología de H <sub>2</sub> en autos, autobuses y camiones de carga privados	
Complejidad de implementación	-					+	

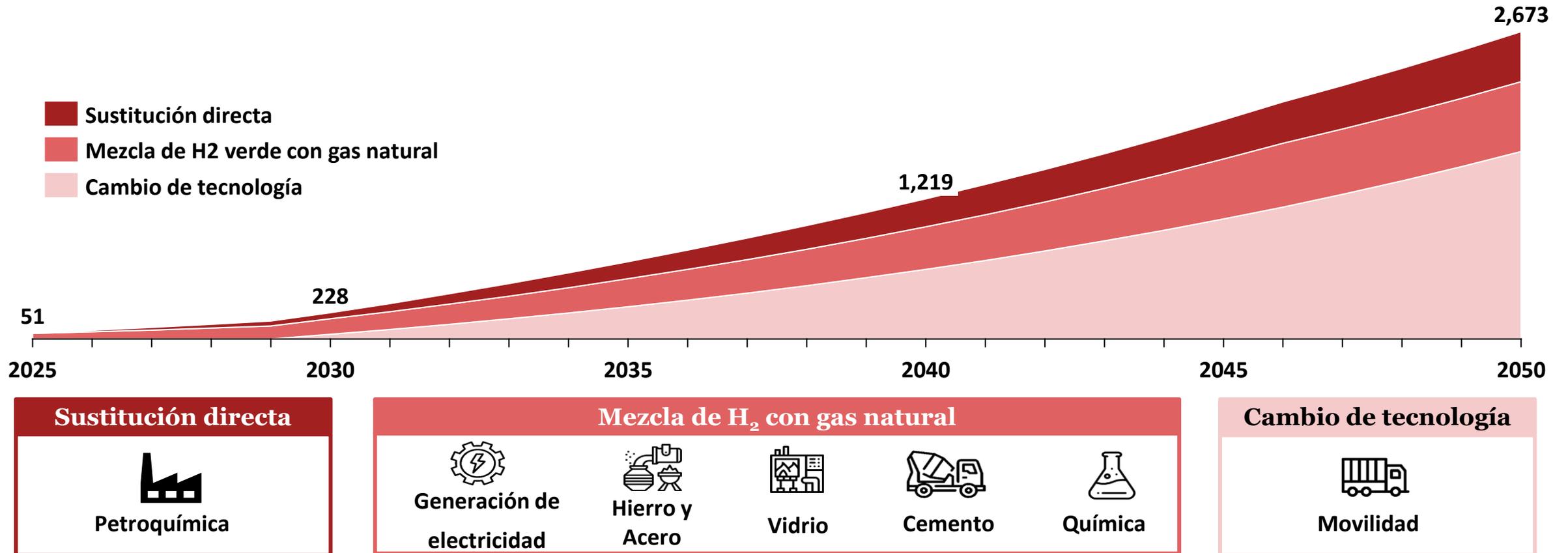
1) Basado en datos de 2019. Se excluyeron las industrias Agropecuaria, Minera, de Aviación, Procesamiento de Alimentos y Bebidas, Navegación y Ferroviaria. 1) El análisis de la industria del cemento considera la mezcla de gas natural consumido actualmente con H<sub>2</sub> y la mezcla del futuro consumo de gas natural, cuando el coque sea sustituido por gas natural. 3) Para el tipo de transición "Cambio de tecnología" el presente estudio se enfoca exclusivamente en el análisis del sector Movilidad. Fuentes: Inventario Nacional de Emisiones, Gases y Compuestos de Efecto Invernadero 2019, Análisis interno

## 2) Tamaño de la oportunidad

Se estima que la demanda del H<sub>2</sub> Verde en México inicie en 2025 e incremente a un total de ~230K Ton en 2030 y ~2,700K Ton en 2050

¿Cuál es el tamaño de la oportunidad del H<sub>2</sub> Verde en México?

Tamaño de la oportunidad de H<sub>2</sub> Verde en México (K Ton)



# 3 Costos y requerimientos de capacidad



### 3) Costos en la cadena de suministro

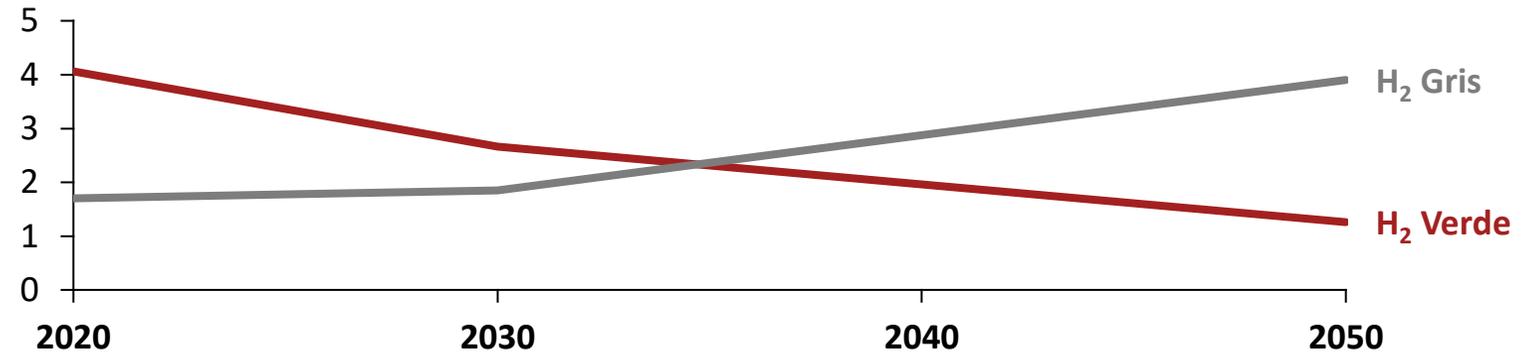
# Los costos totales del H<sub>2</sub> verde para un consumo interregional se estiman en \$5.3 USD/kg en 2030 y \$2.4 USD/kg en 2050

## ¿Cuál es el costo del H<sub>2</sub> verde?

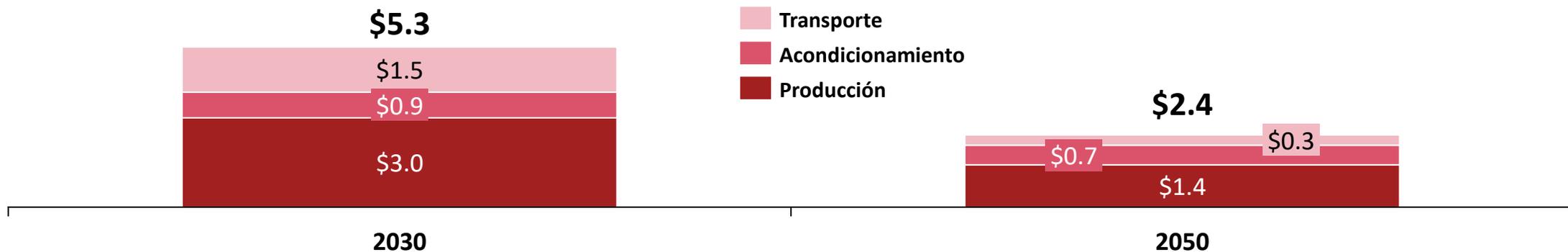
### ¿Cómo se calculó?

Se analizaron **proyectos de H<sub>2</sub> verde** en fase de **planeación o construcción** y se realizó un **benchmarking de costos** en diferentes países.

### Estimación del costo de producción en sitio (USD/Kg)



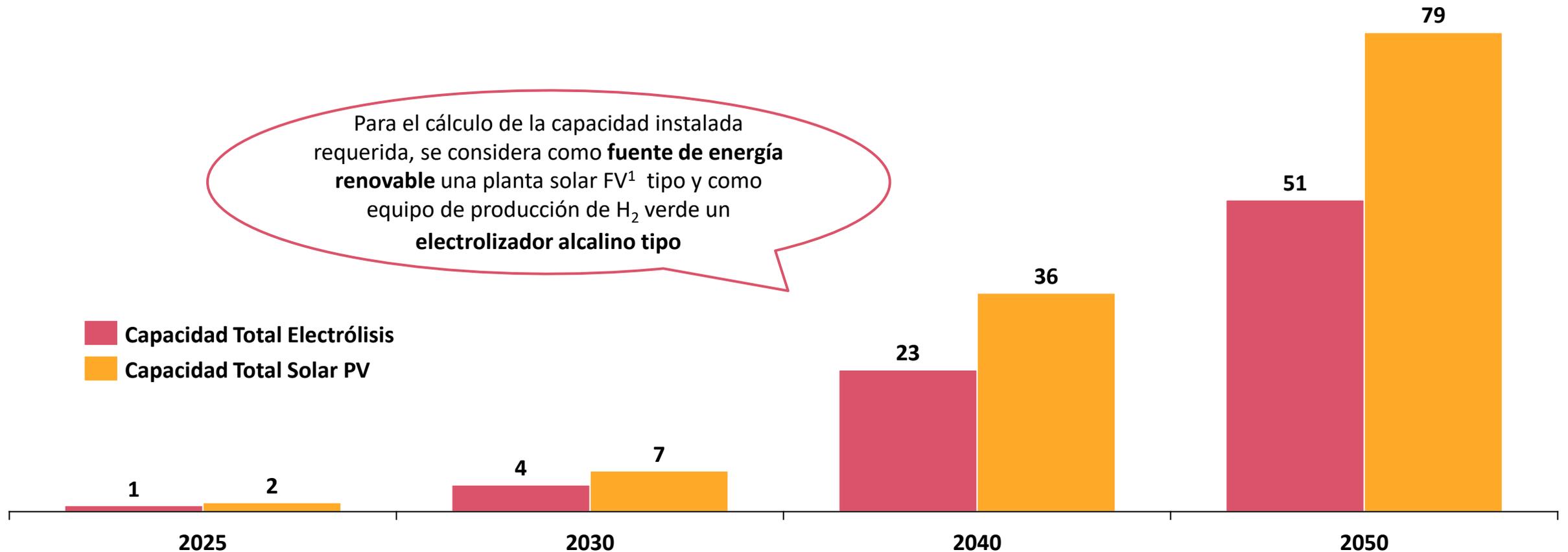
### Estimación del costo total del H<sub>2</sub> verde para consumo interregional (USD/Kg)



Para cubrir la demanda de H<sub>2</sub> verde, se estima que se deben instalar 79 GW de capacidad renovable y 51 GW de electrólisis para 2050

¿Cuál es la capacidad renovable requerida para cubrir la demanda de H<sub>2</sub> Verde?

Estimación de la capacidad solar FV y de electrólisis requeridas (GW totales instalados)



1) Existen otros tipos de fuentes renovables que se pueden utilizar para producir hidrógeno verde (p.e. energía eólica), sin embargo, para propósitos de este estudio, se consideró la tecnología solar FV. Fuentes: IRENA, CENACE, Análisis interno

# 4

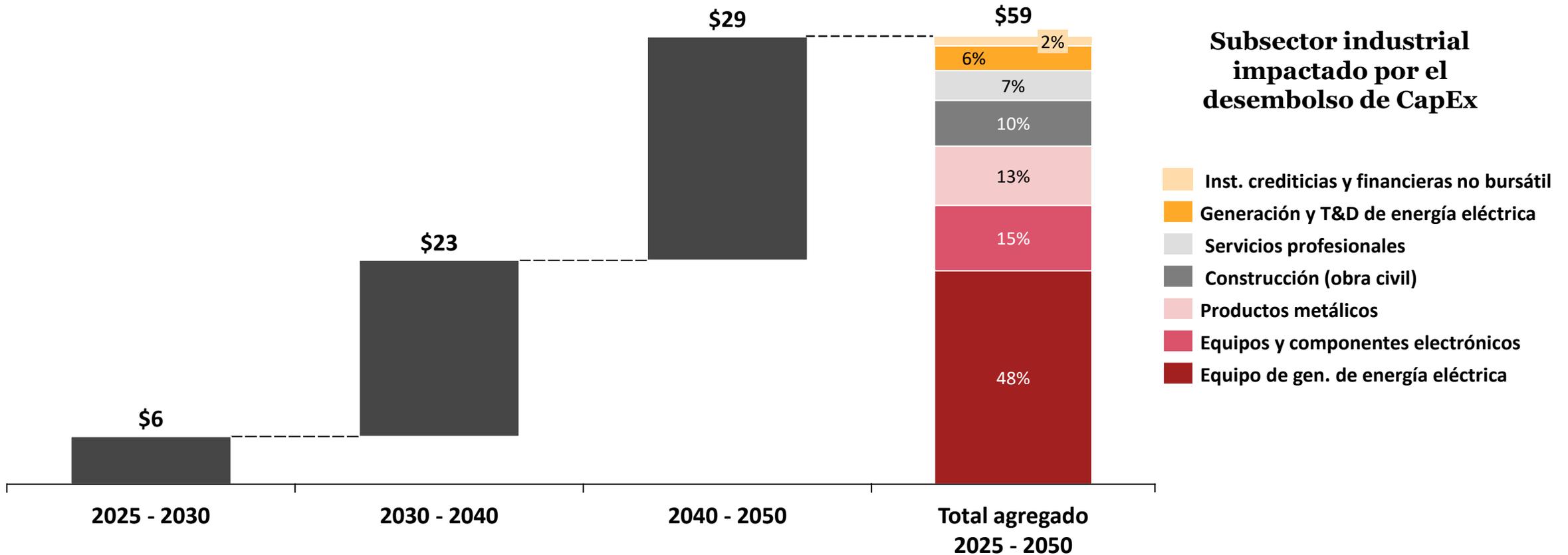
Impacto  
económico, social  
y ambiental



Según la capacidad renovable y de Electrólisis requerida para cubrir la demanda estimada, el CapEx total a invertir es de \$59B USD de '25-'50

**CapEx requerido por la industria de H<sub>2</sub> Verde con desglose en cada subsector industrial impactado**

Estimación de la inversión total requerida por la industria de H<sub>2</sub> Verde de 2025-2050 (\$B USD)



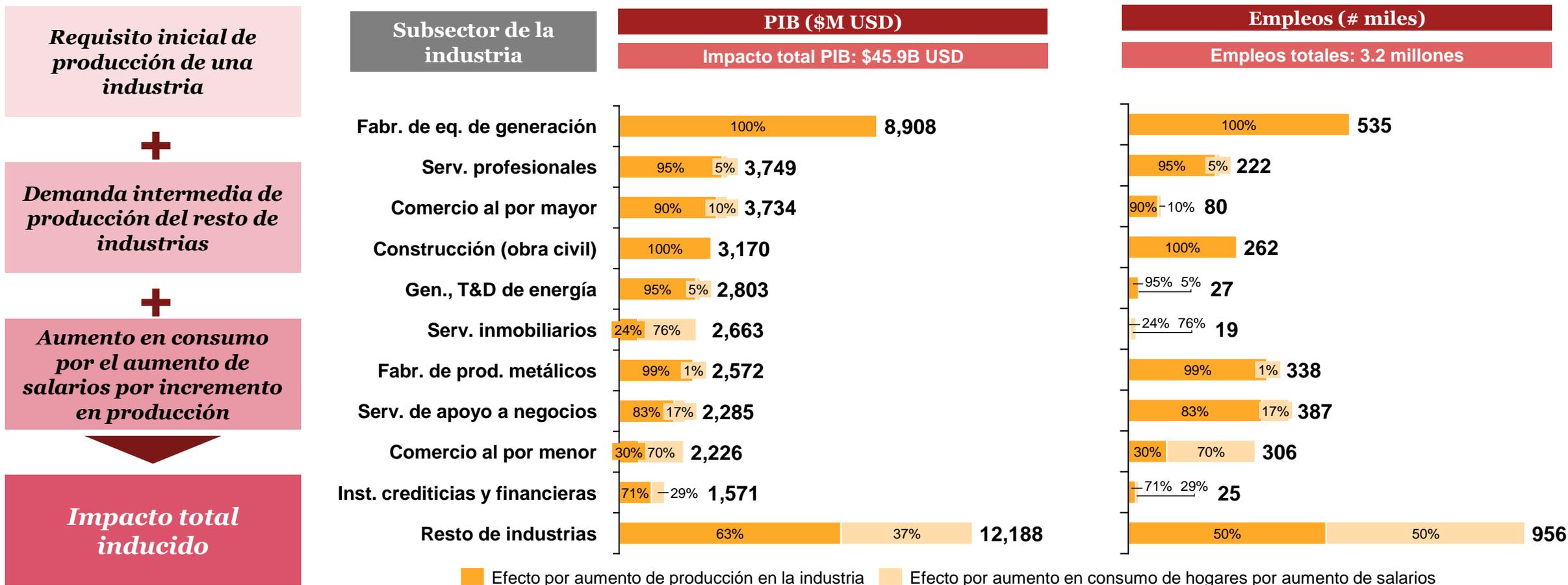
#### 4) Impacto económico, social y ambiental

La inversión que generará la industria de H<sub>2</sub> Verde en México tendrá un impacto de \$46B USD en el PIB y producirá 3.2M de empleos de '25-'50

### ¿Cuál es el impacto en el PIB y creación de nuevos empleos?

¿Qué se consideró?

Impacto total en PIB y empleos por industria de H<sub>2</sub> verde en México (2025 – 2050)



1) Matriz nacional que muestra el efecto del requisito de producción de una industria nacional dada sobre la demanda intermedia del resto de industrias para satisfacer dicho requisito. Fuentes: INEGI, IRENA, CENACE, Análisis interpro

#### 4) Impacto económico, social y ambiental

Se estima que la industria de H<sub>2</sub> verde podrá reducir 53M Ton de CO<sub>2</sub> al 2050, equivalente a una reducción del 14% comparado con el año base 2019

### ¿Cuál es el impacto ambiental por la industria del H<sub>2</sub> Verde en México?

#### ¿Cómo se calculó?

Se consultaron inventarios nacionales de emisiones y estudios con factores de emisiones por tipo de combustible para el cálculo de contaminantes y su reducción

#### Sustitución directa

Se utilizó un factor de emisión por la producción de H<sub>2</sub> gris a través del proceso SMR para calcular las emisiones evitadas.

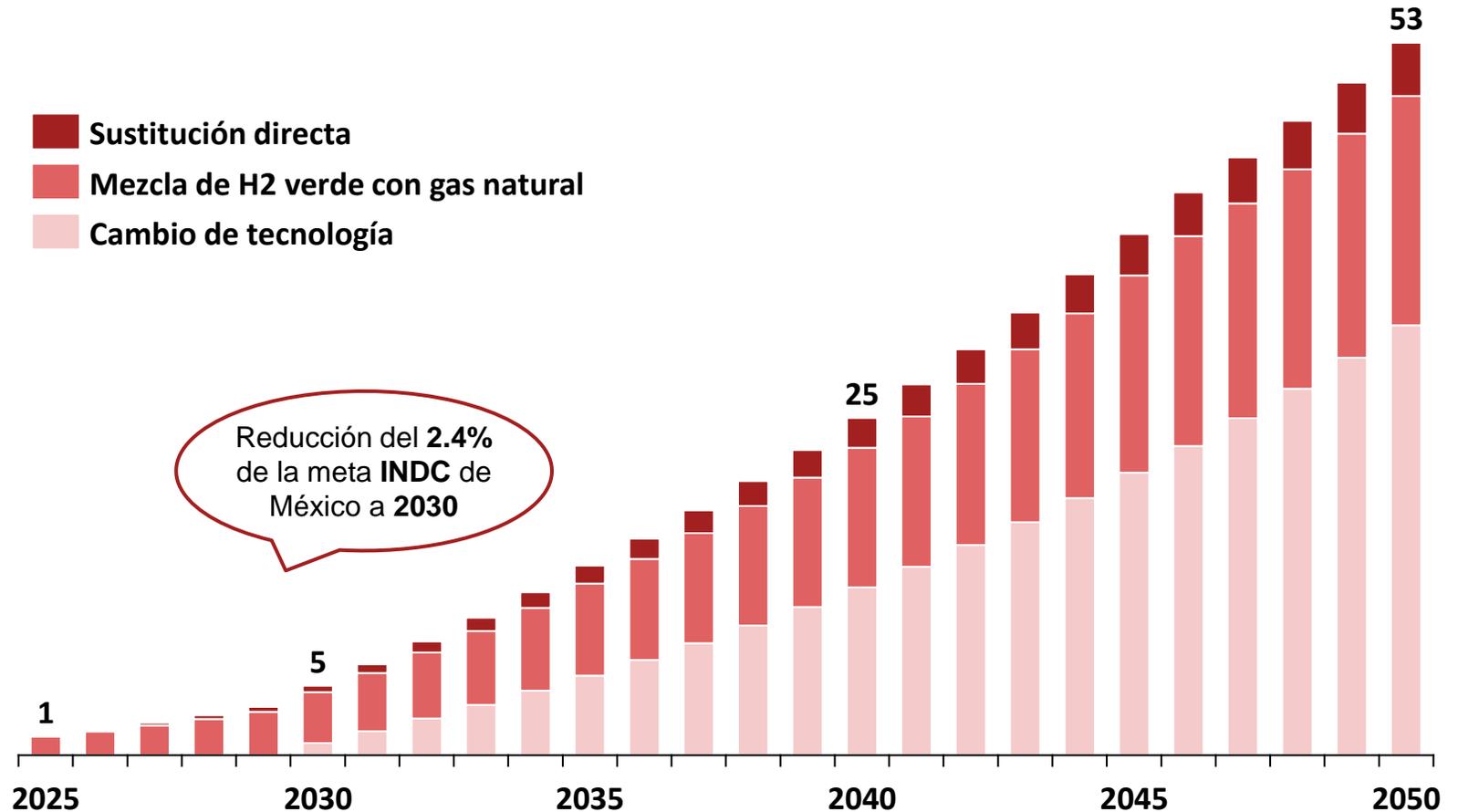
#### Mezcla de H<sub>2</sub> con gas natural

Se utilizó el volumen de gas natural sustituido y un factor de emisiones de CO<sub>2</sub> por su combustión para calcular las emisiones reducidas.

#### Cambio de tecnología

Se calculó el volumen de emisiones por tipo de vehículo y el número de vehículos de H<sub>2</sub> que sustituirán a los actuales para calcular la reducción de emisiones.

#### Emisiones reducidas por tipo de transición al H<sub>2</sub> verde en México (M Ton de CO<sub>2</sub>)





5

# Hoja de ruta para México

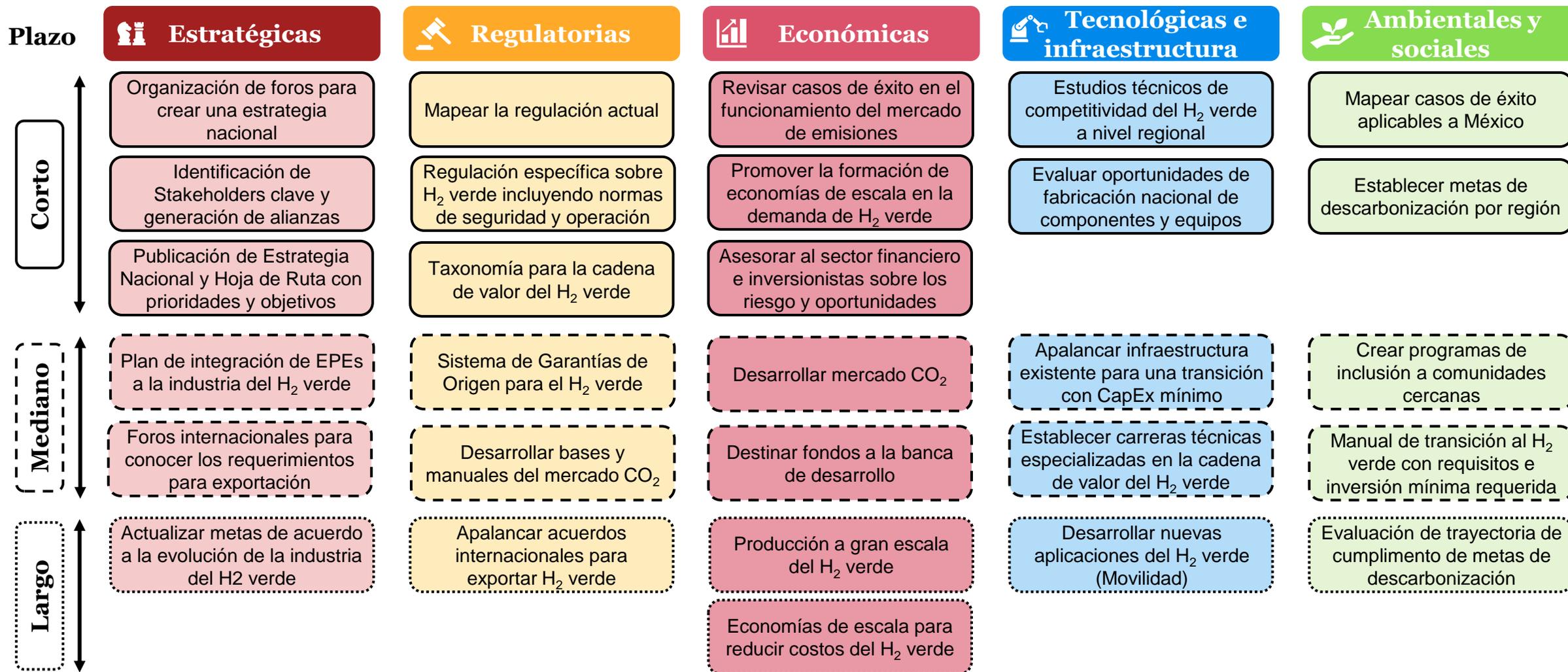
# Se definieron 5 líneas de acción para clasificar los hitos requeridos para el desarrollo de una Hoja de Ruta de H<sub>2</sub> Verde en México

¿Cuáles son las líneas de acción para la creación de una hoja de ruta para el H<sub>2</sub> Verde en México?



# Se llevó a cabo un taller con +20 stakeholders para diseñar la hoja de ruta del H<sub>2</sub> Verde en México y se seleccionaron los principales hitos

¿Cuáles son los principales hitos en la hoja de ruta para la implementación del H<sub>2</sub> Verde en México?





¡Gracias!



**Datos de contacto:**

**Israel Hurtado:** [ih@h2mex.org](mailto:ih@h2mex.org)  
**Adriana Doger:** [ad@h2mex.org](mailto:ad@h2mex.org)