



Universidad del
Rosario

PROSPECTIVA PARA EL DESPLIEGUE DE LA ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO EN COLOMBIA

Nelly M. Cantillo Cuello, PhD
Profesora de Carrera/Directora Ingeniería de
Sistemas Energéticos
Escuela de Ingeniería, Ciencia y Tecnología

Personas con
propósito
que ayudan a
transformar vidas

PROYECTO 036-2021

MODELO DEL SISTEMA ENERGÉTICO COLOMBIANO PARA LA EVALUACIÓN DE ESCENARIOS DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA HACIA LA ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO



MINISTERIO DE CIENCIA,
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

Equipo Ejecutor



MARTHA COBO
INVESTIGADORA PRINCIPAL



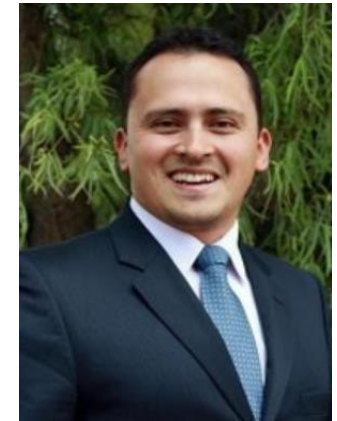
CÉSAR BARRAZA
COINVESTIGADOR PRINCIPAL



Prof. Felipe Bustamante - UdeA



Prof. NÉSTOR SÁNCHEZ



Prof. Manuel Figueredo



Prof. Miguel Uribe

Objetivos

Desarrollar un modelo del sistema energético colombiano para la evaluación de escenarios de transición energética y mitigación de emisiones de gases efecto invernadero a largo plazo (2050) como una herramienta de toma de decisiones que permita viabilizar la economía del hidrógeno verde y el hidrógeno azul

01

Realizar un estudio de prospectiva tecnológica para la producción de hidrógeno azul y verde como vector energético

02

Definir escenarios de contribución de las tecnologías de producción y uso del hidrógeno en la transición energética en Colombia

03

Evaluar los escenarios de implementación de la economía del hidrógeno en Colombia por medio del MEC-H2

04

Realizar un análisis de política pública para la inclusión del hidrógeno como vector energético y su contribución al despliegue de las energías renovables en Colombia

Metodología del Proyecto



Cálculo de potenciales

- Oferta:
 - TRL>7
 - Disponibilidad del recurso
 - Costos nivelados (LCOH)
- Demanda:
 - Industria
 - Transporte
 - Blending



Definición de escenarios

- Potenciales
- Hoja de ruta del hidrógeno
- Factores de emisión y certificación de origen
- Diálogo con actores de la cadena de valor
- Visitas internacionales a USA, Chile y Europa
- Análisis de transporte y almacenamiento



Simulación en LEAP y optimización en NEMO

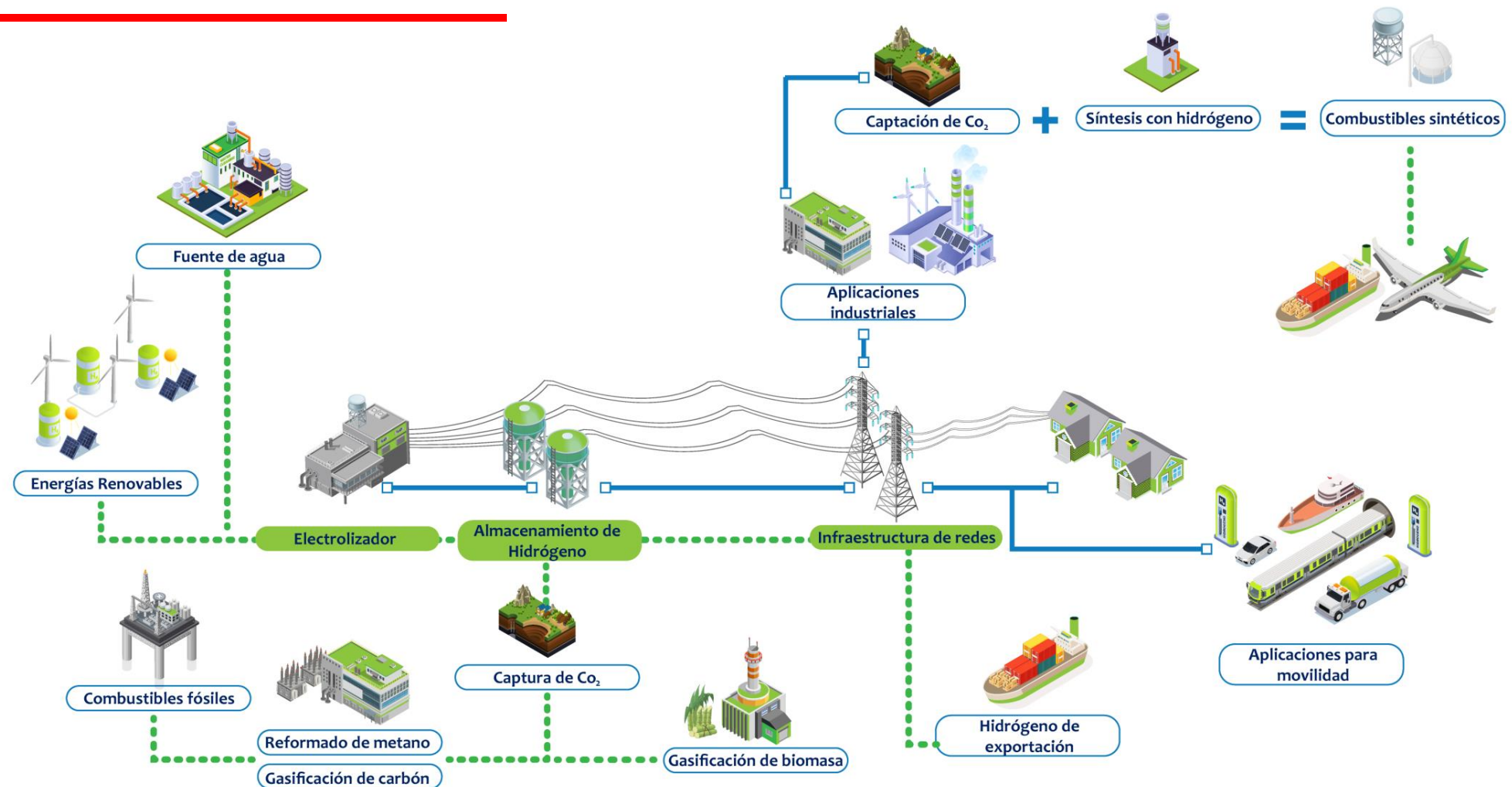
- Low Emissions Analysis Platform:
 - PEN 2020-2050
 - Introducción de valores para cadena de valor de hidrógeno
- Next Energy Modeling system for Optimization:
 - Minimización de costos y emisiones
 - Impuesto al carbono \$17.200



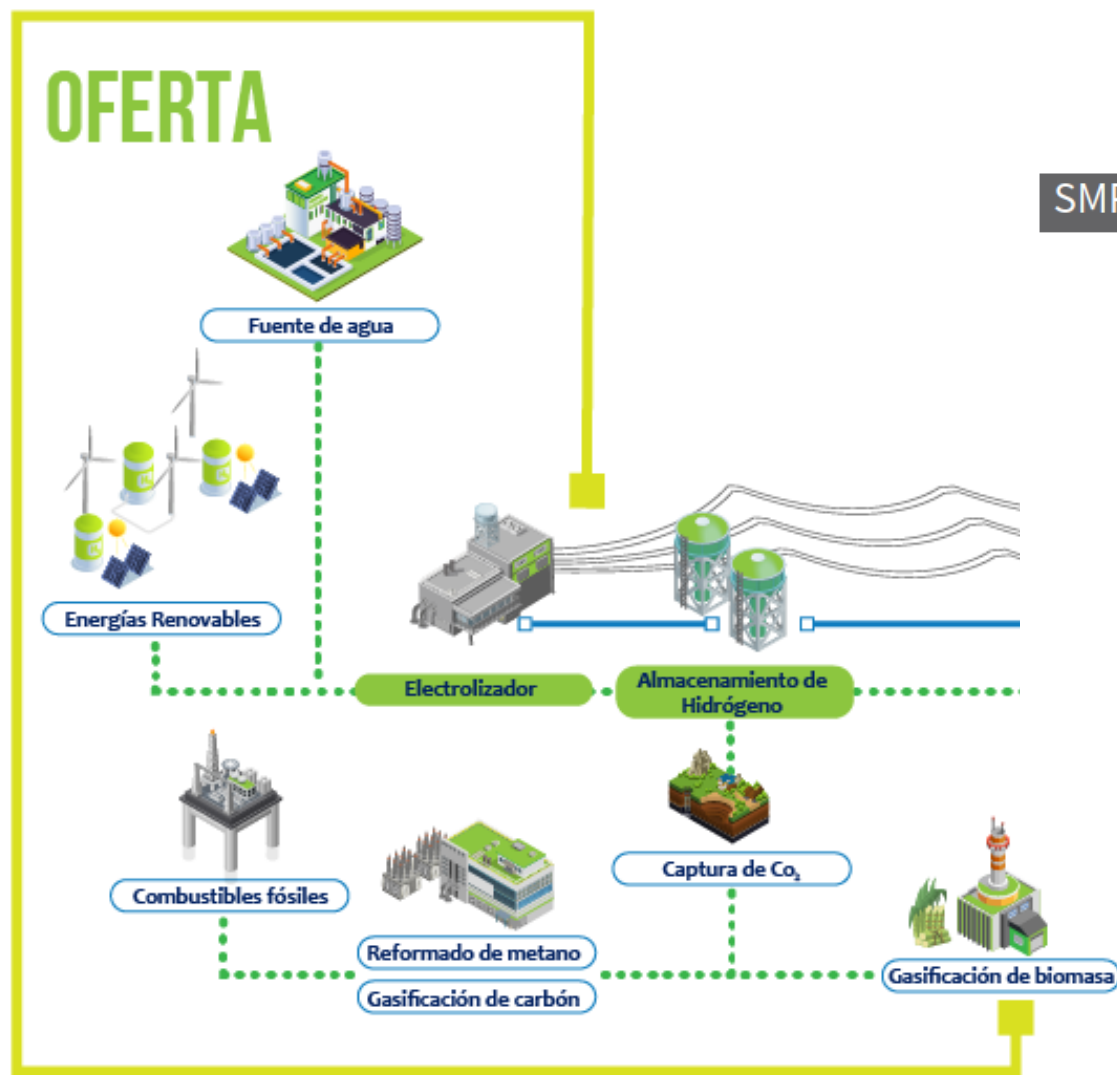
Propuesta de política pública

- Resultados “Economía del hidrógeno”:
 - Distribución de la capacidad instalada
 - Emisiones directas de GEI
 - Costos
- Evaluación de la política pública relevante
- Propuesta de política pública para acelerar la implementación de la economía del hidrógeno en Colombia

Cadena de Valor del H₂



Cadena de Valor del H₂



SMR + CCS (H₂ azul)

31 kt H₂

20%

Electrólisis - SIN (H₂ gris)

7 kt H₂

4%

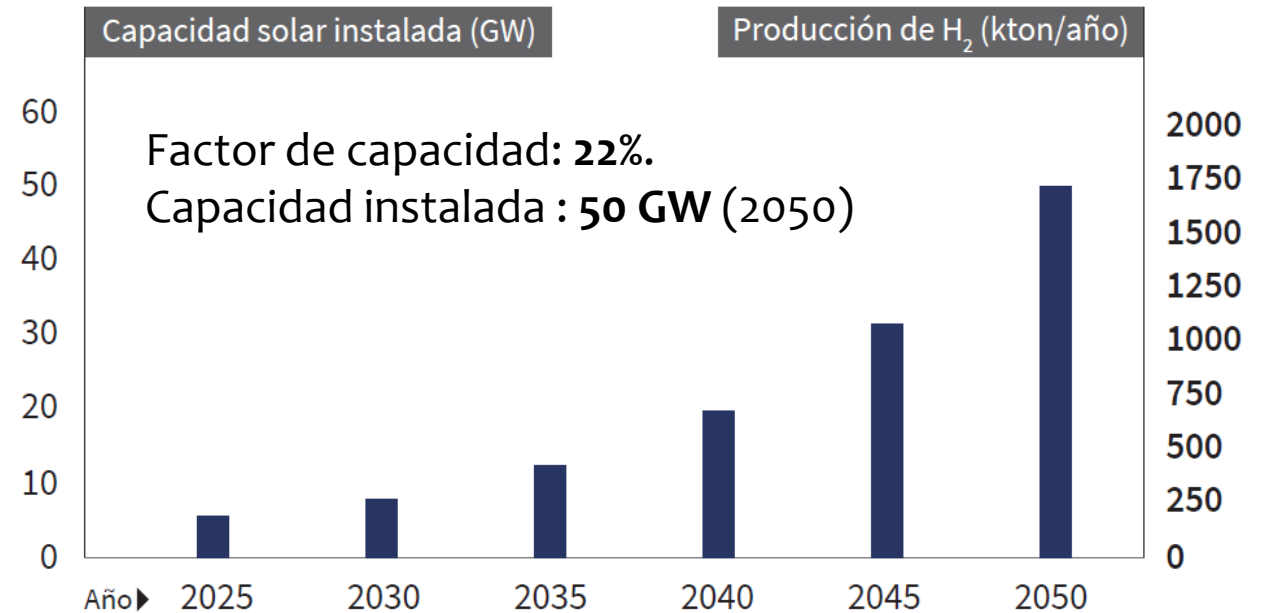
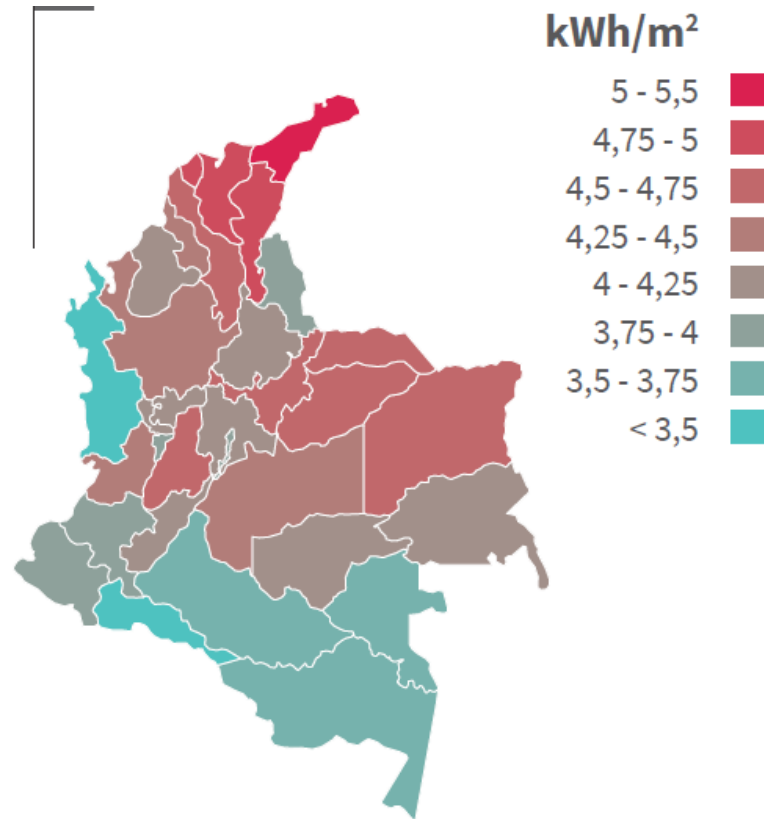
SMR (H₂ gris)

117 kt H₂

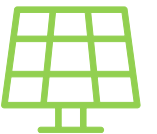
76%

155 kt

H₂ Verde por Electrólisis – Solar Fotovoltaica

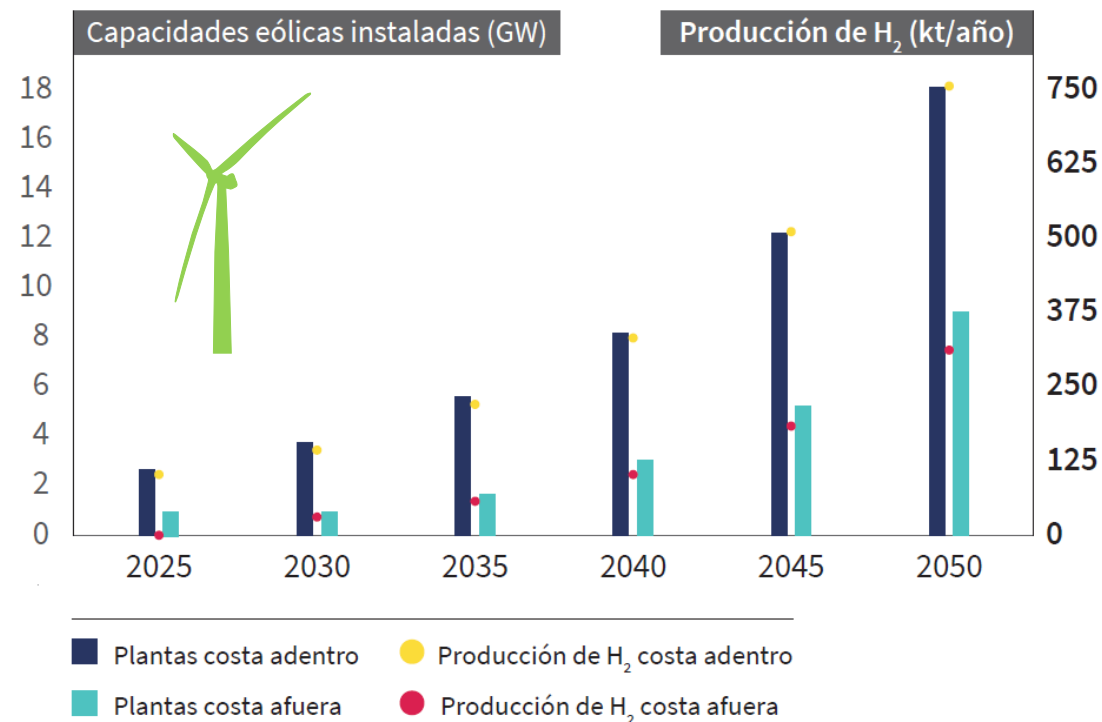
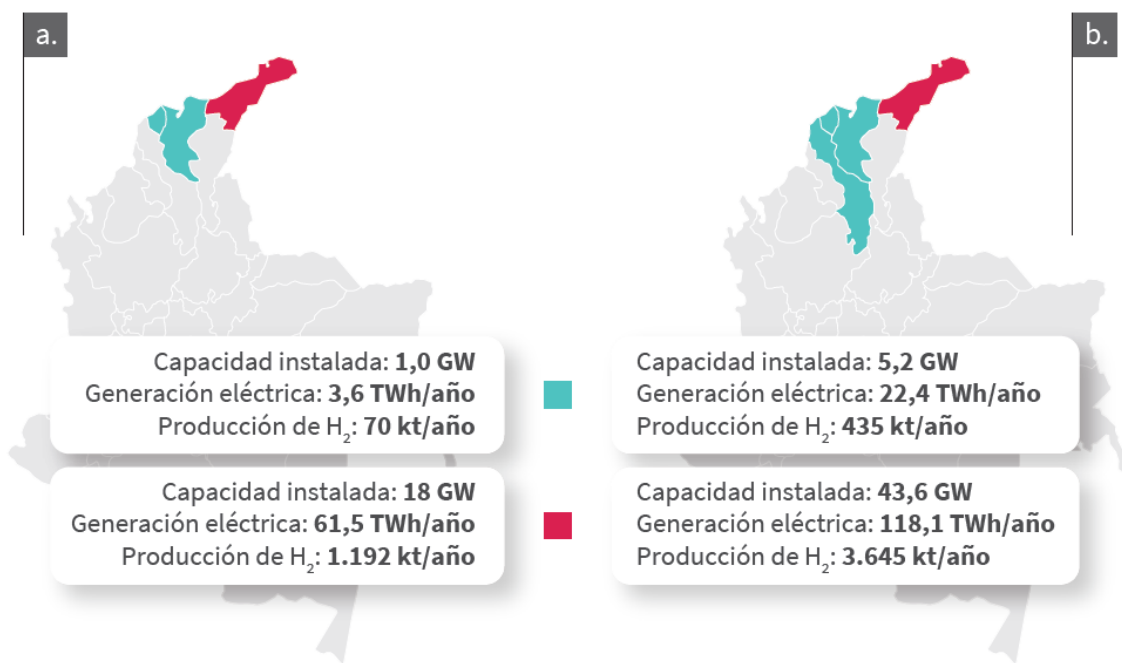


Escenario de crecimiento del parque solar para la producción de electricidad dedicada a H₂



H₂ Verde por Electrólisis – Eólica

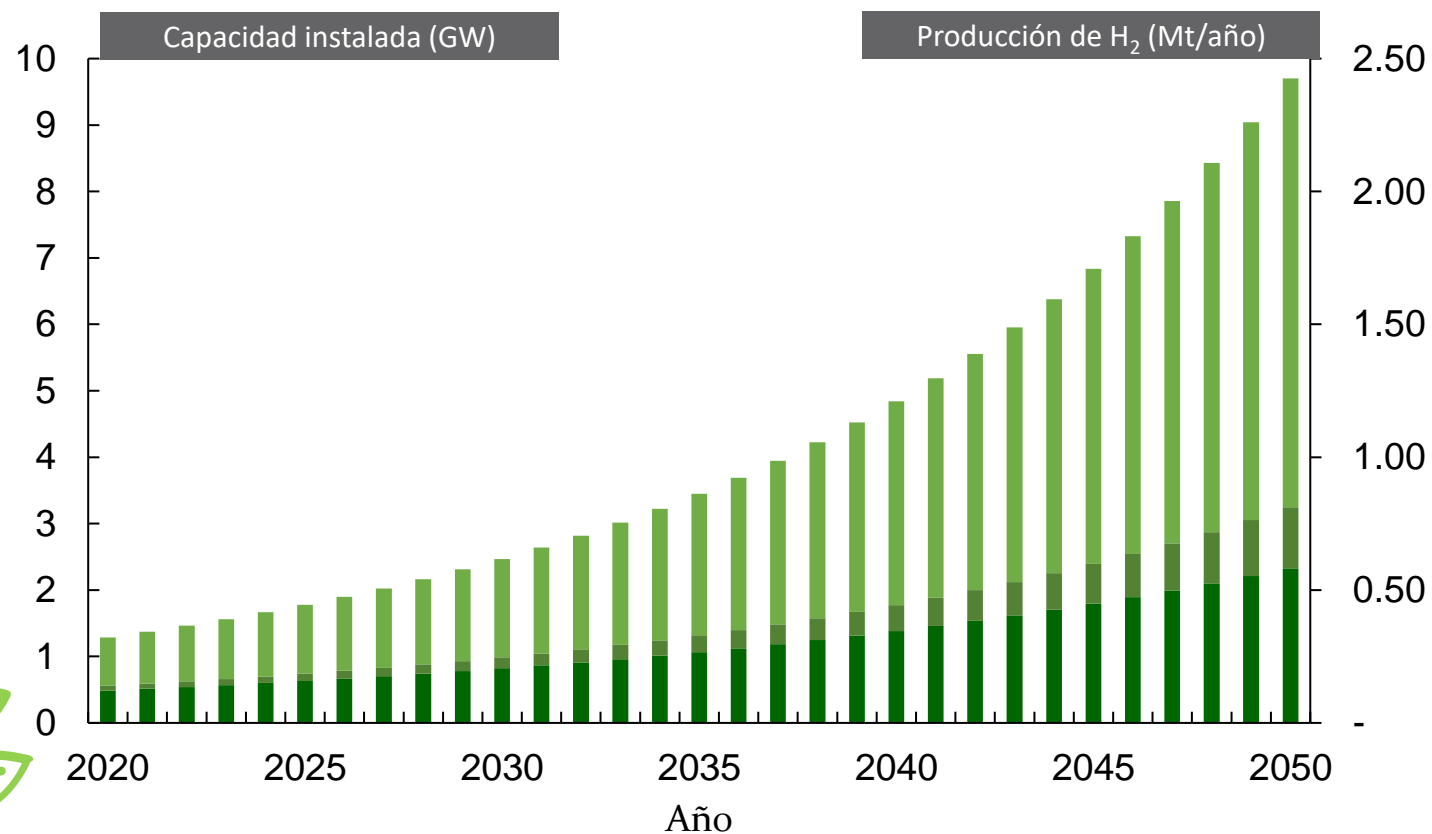
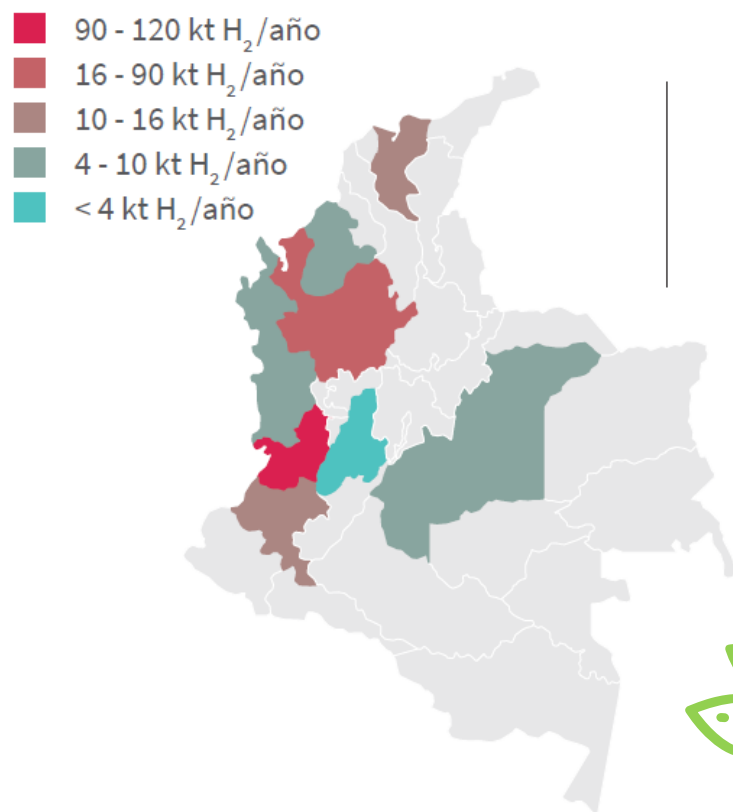
Potencial eólico costa adentro (a) y costa afuera (b) para la instalación, generación eléctrica y producción de H₂



Factor de capacidad: 39%/49%
Capacidad instalada : 18 GW/9GW (2050)

Escenario de crecimiento del parque eólico para la producción de electricidad dedicada a H₂

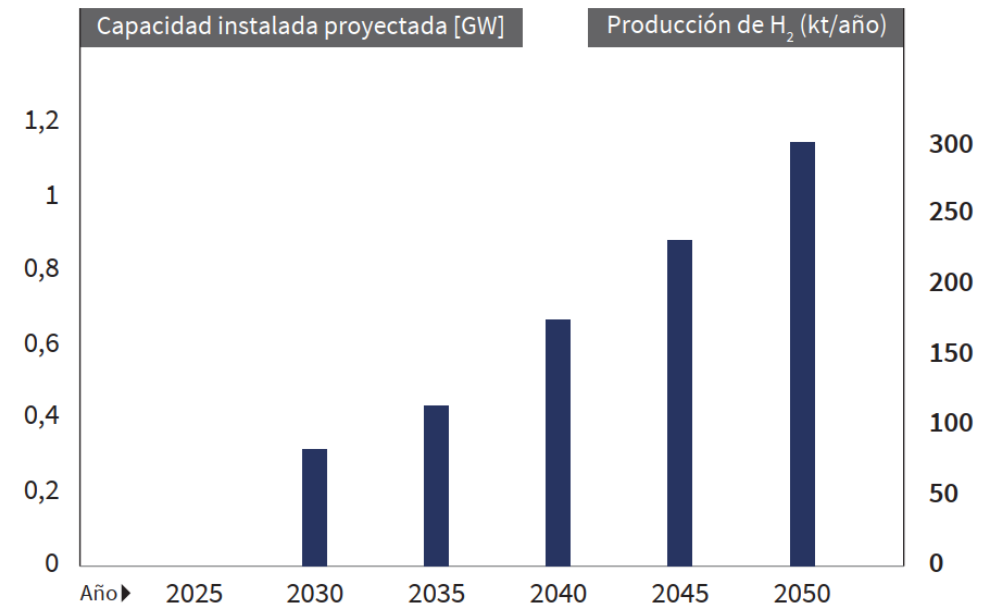
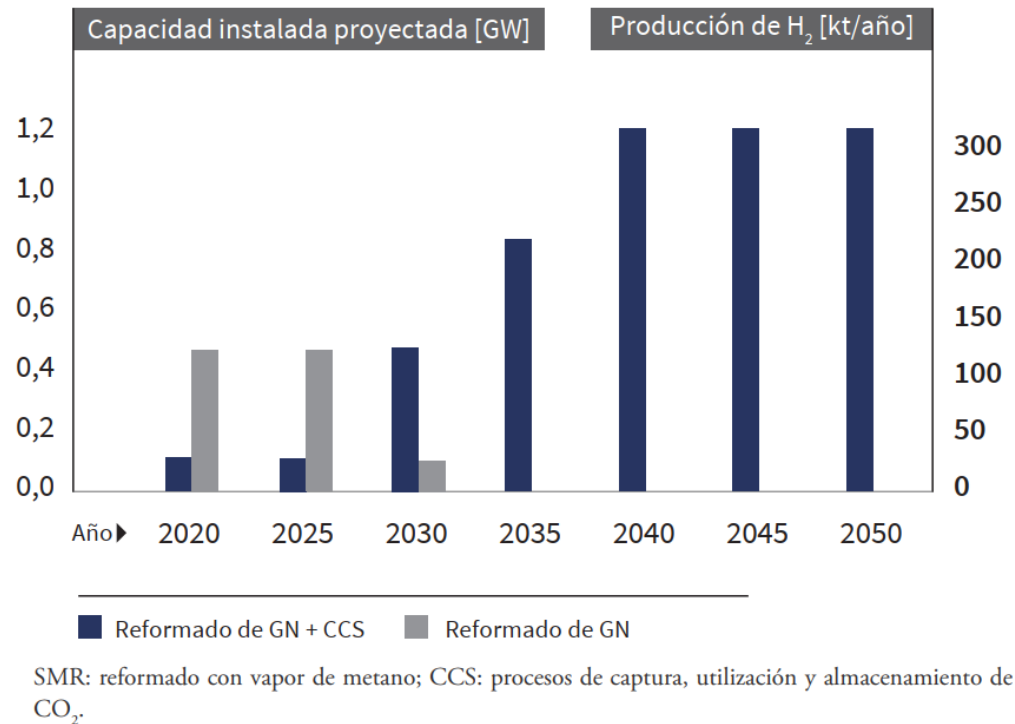
H₂ Verde – Biomasa Residual



Capacidad total por departamento
Arroz, banano y plátano, caña de azúcar

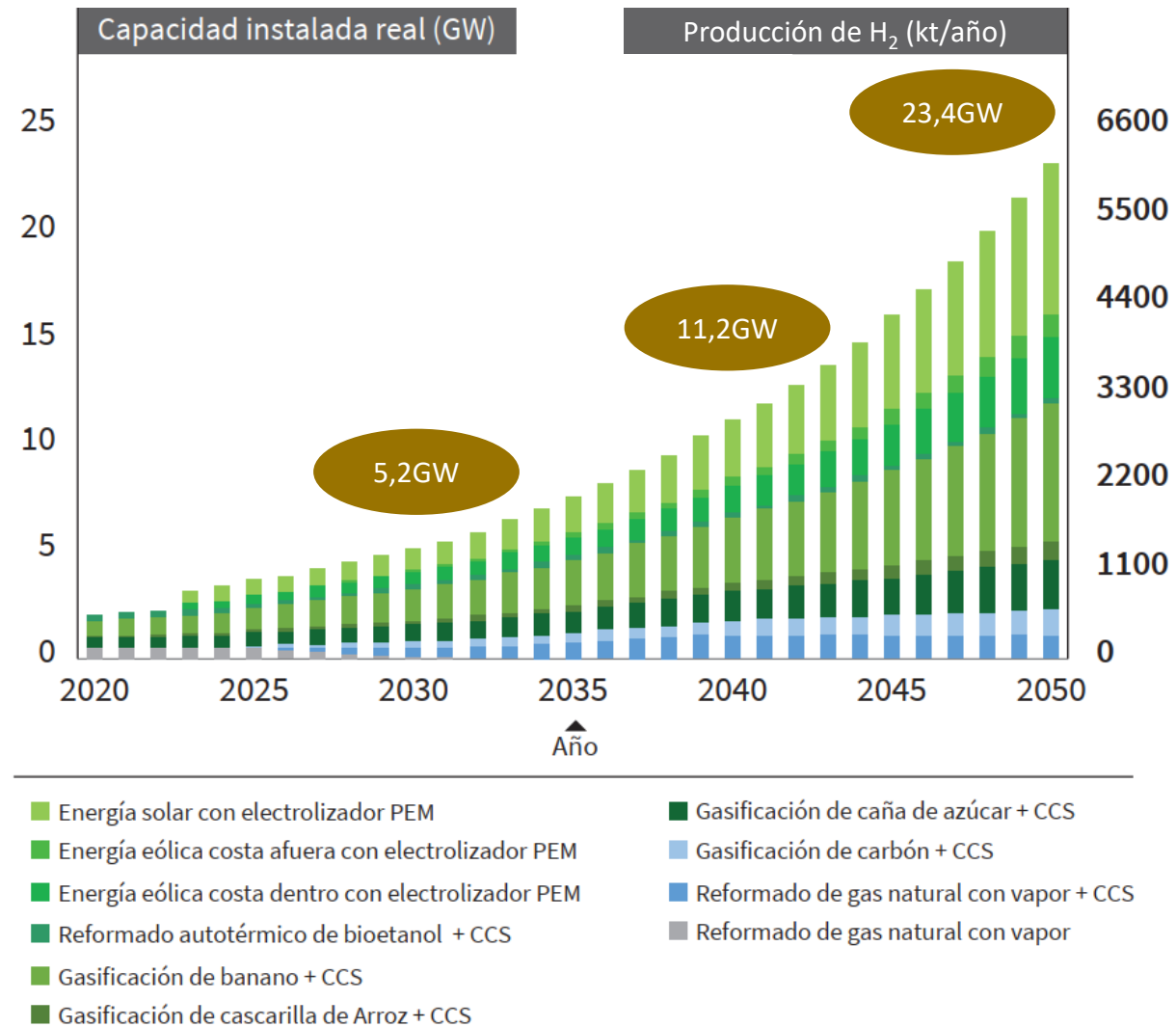
H₂ Azul – Gas Natural y Carbón

Producción proyectada de H₂ a partir de GN

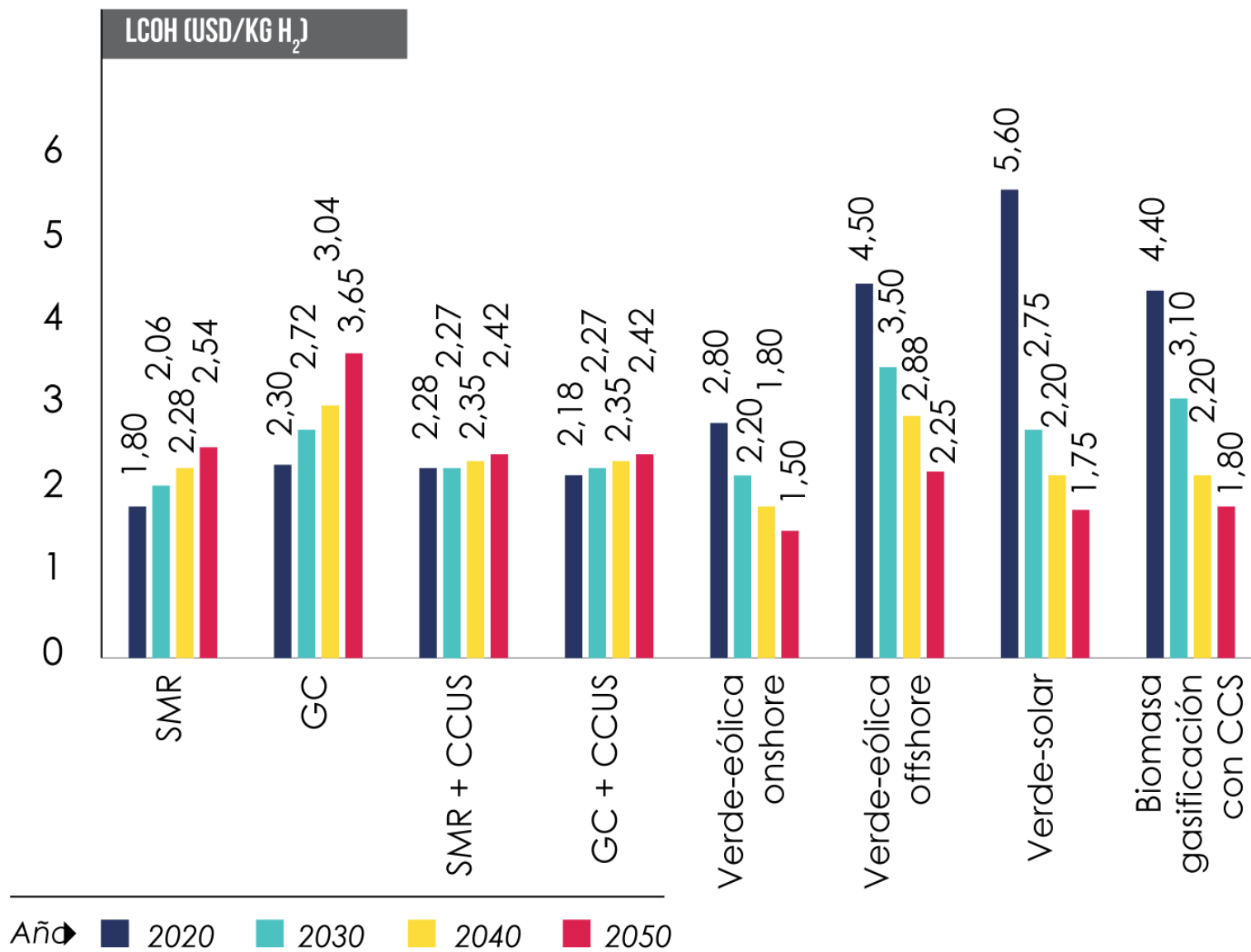


Producción de H₂ a partir de gasificación de carbón con CCS

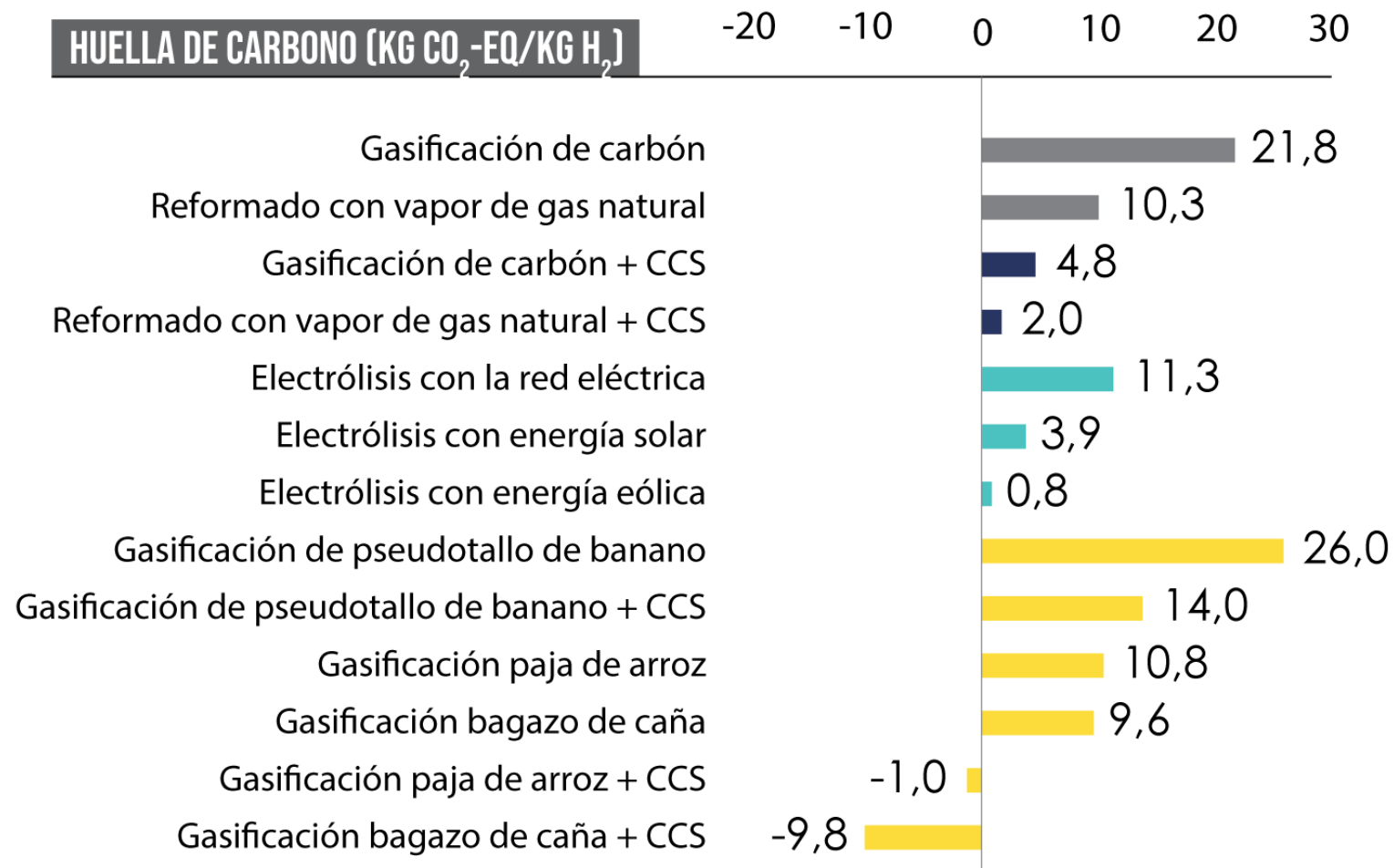
Potencial de Producción de H₂ por Tecnologías



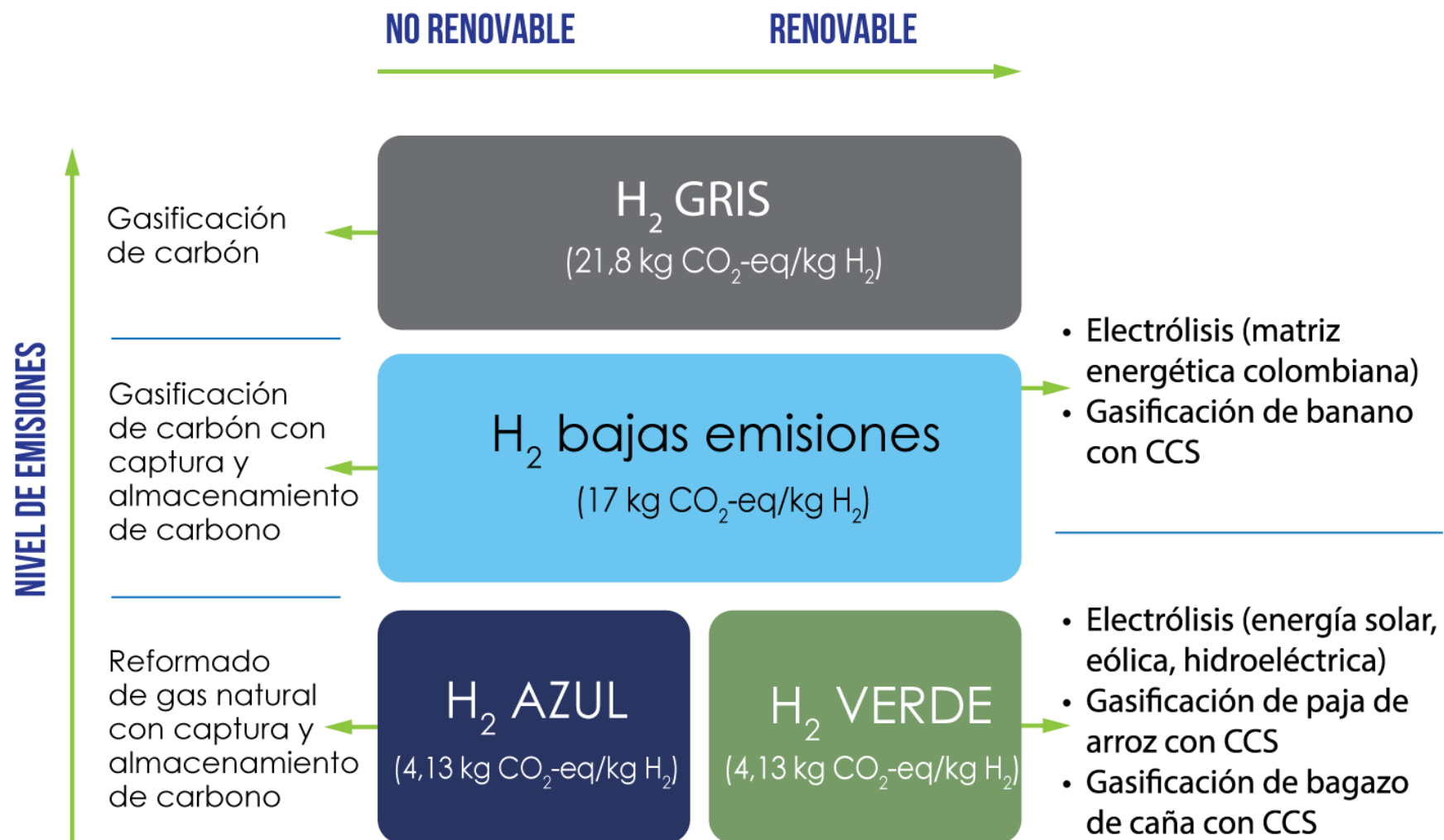
LCOH por Tecnologías



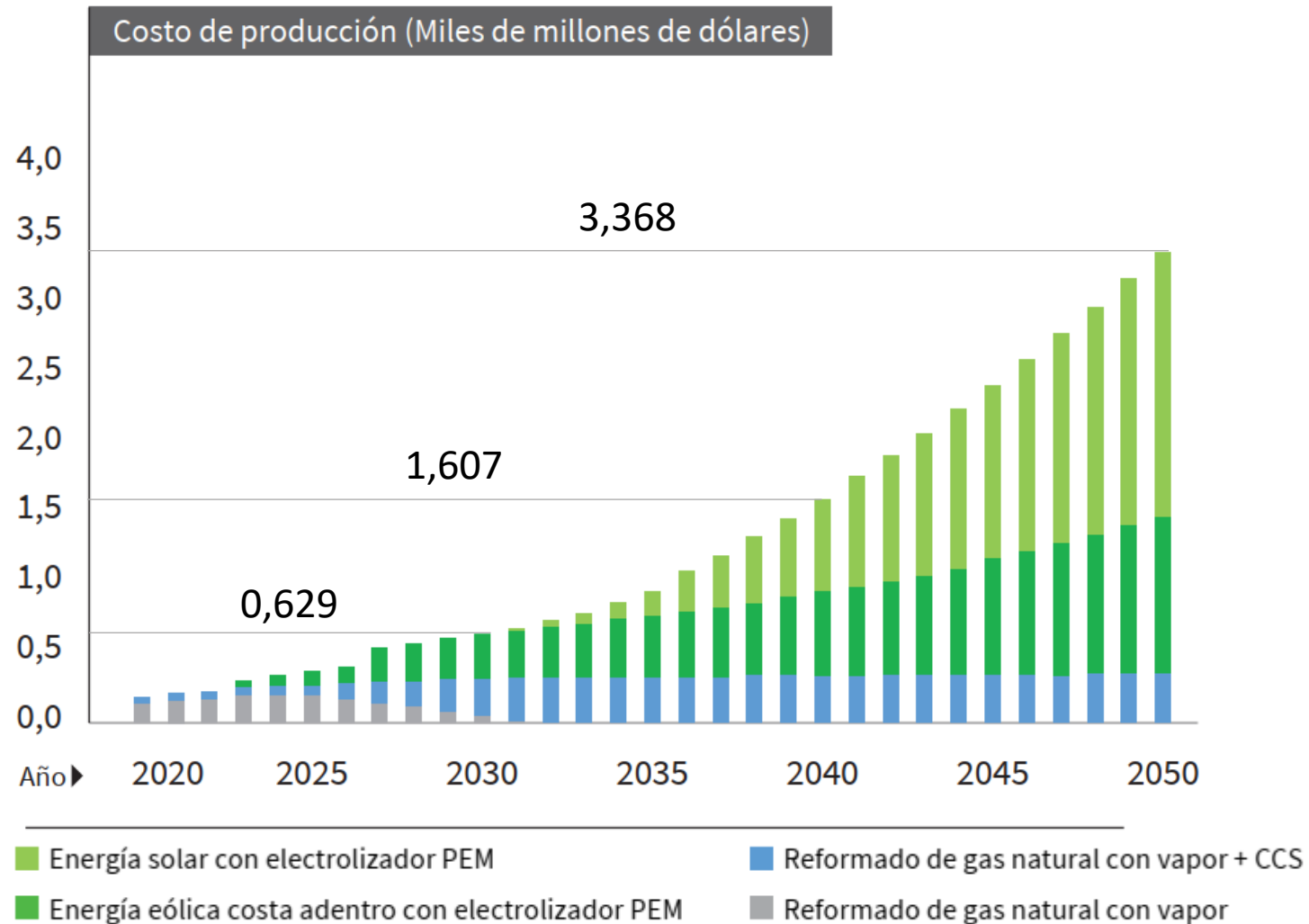
Huella de Carbono



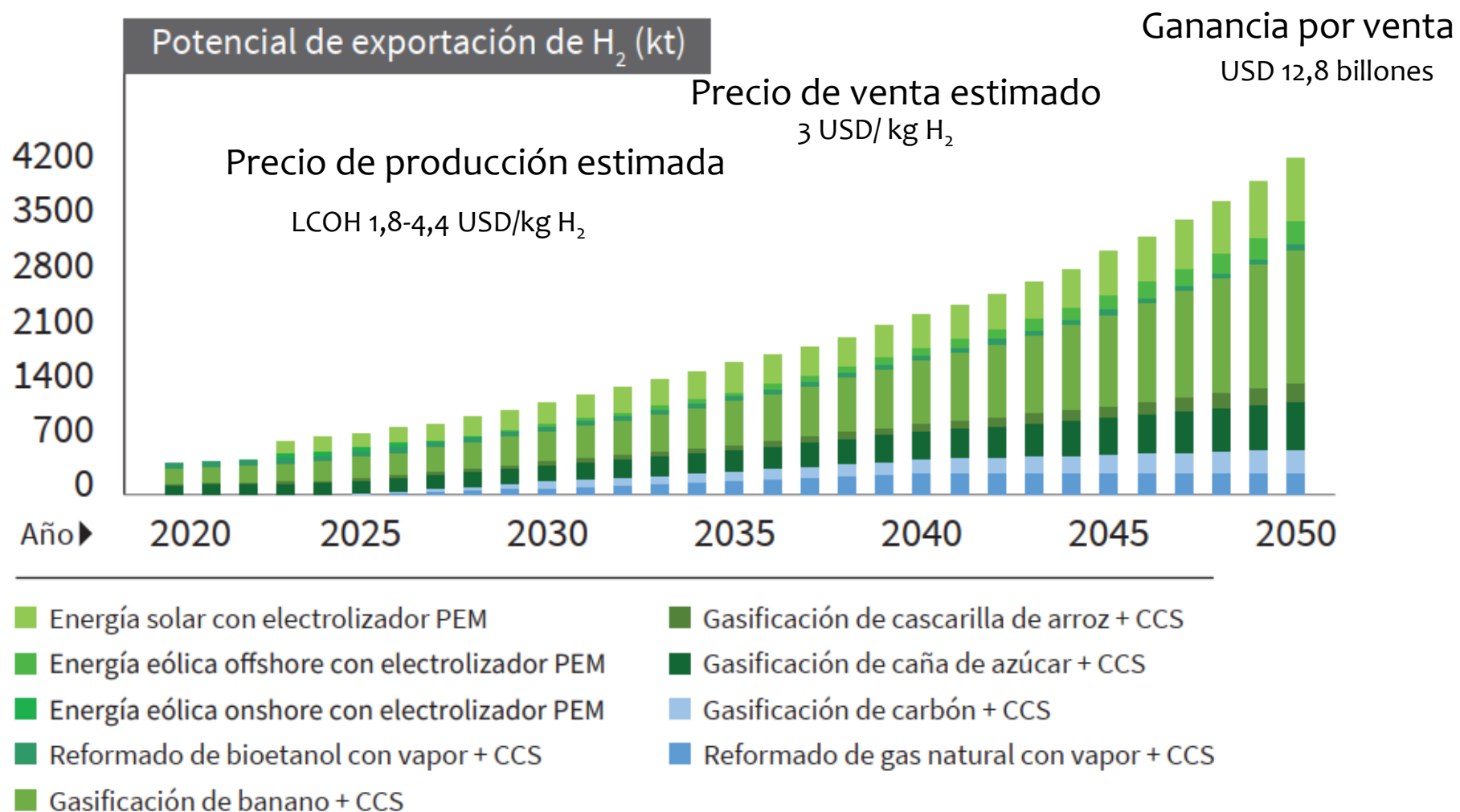
Clasificación para la Certificación de Origen

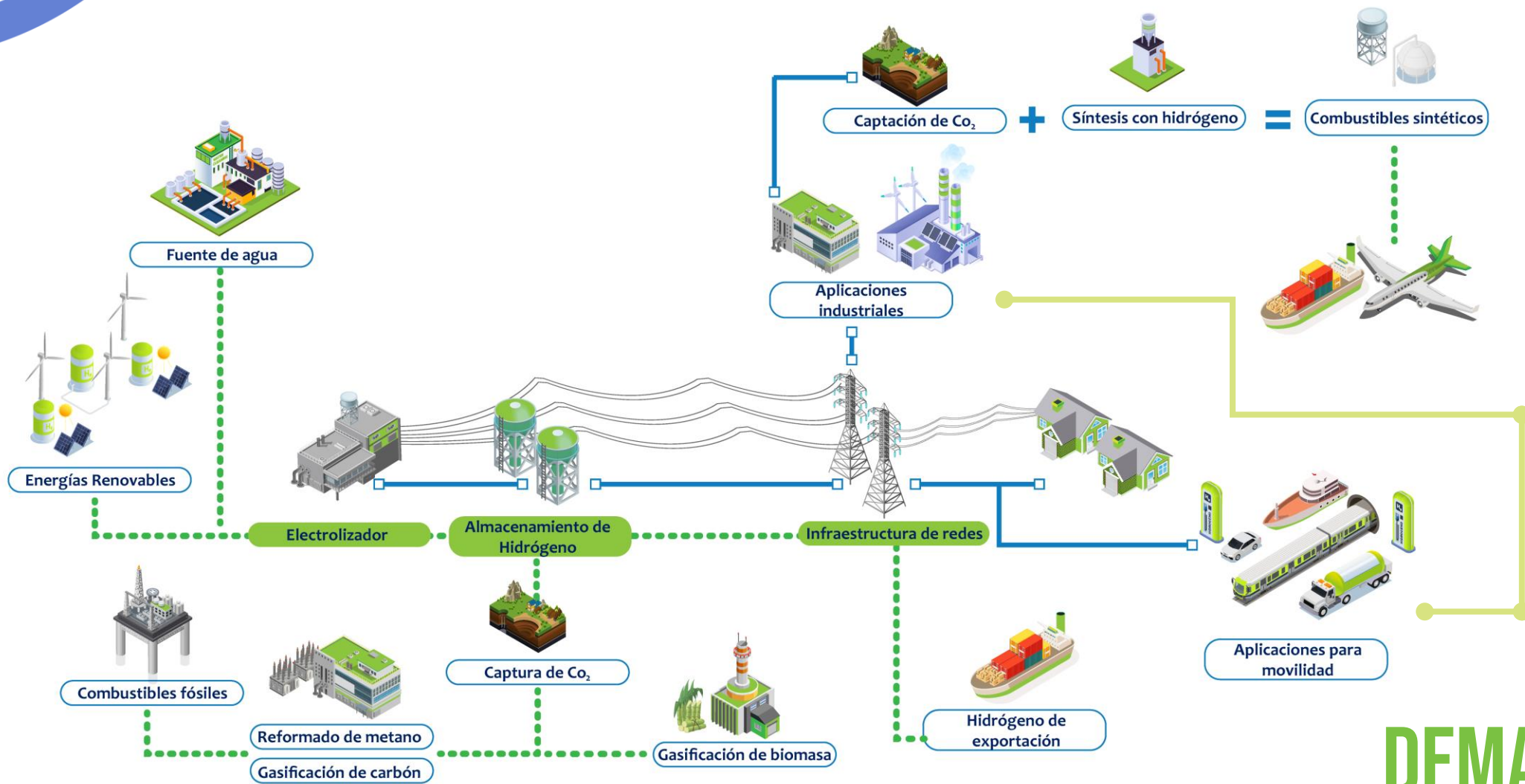


Inversión Necesaria para la Producción de H₂



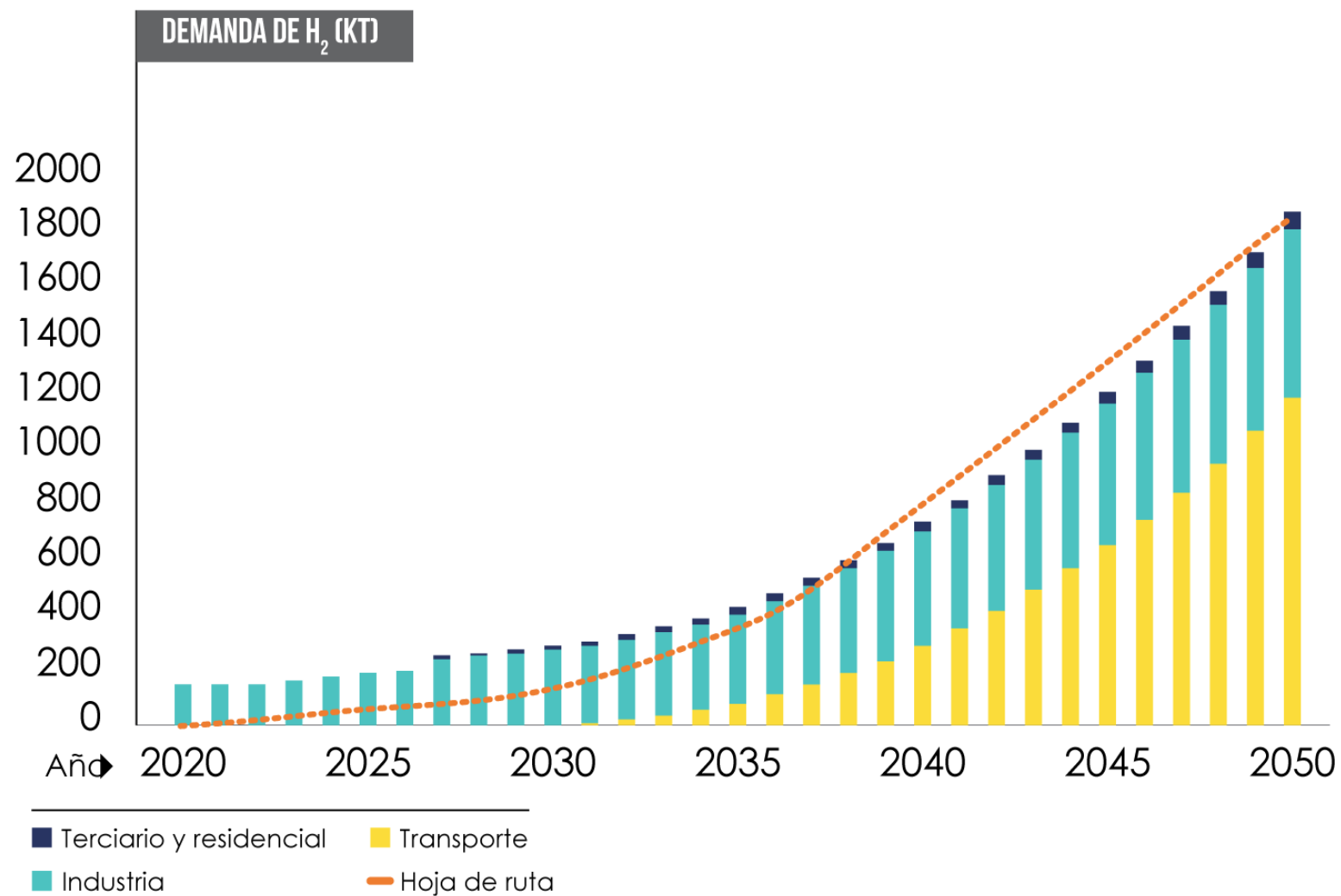
Potencial de Exportación de H₂



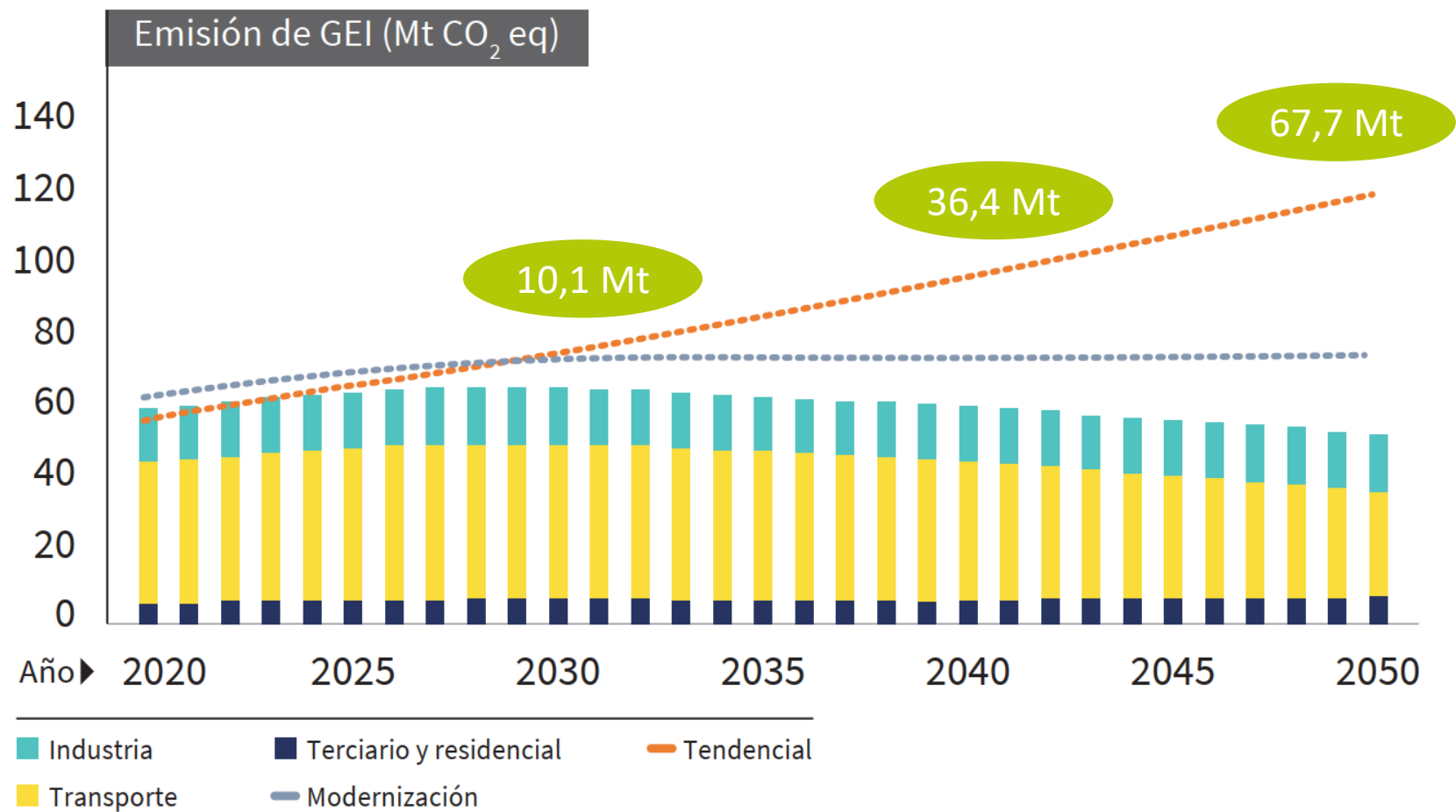


DEMANDA

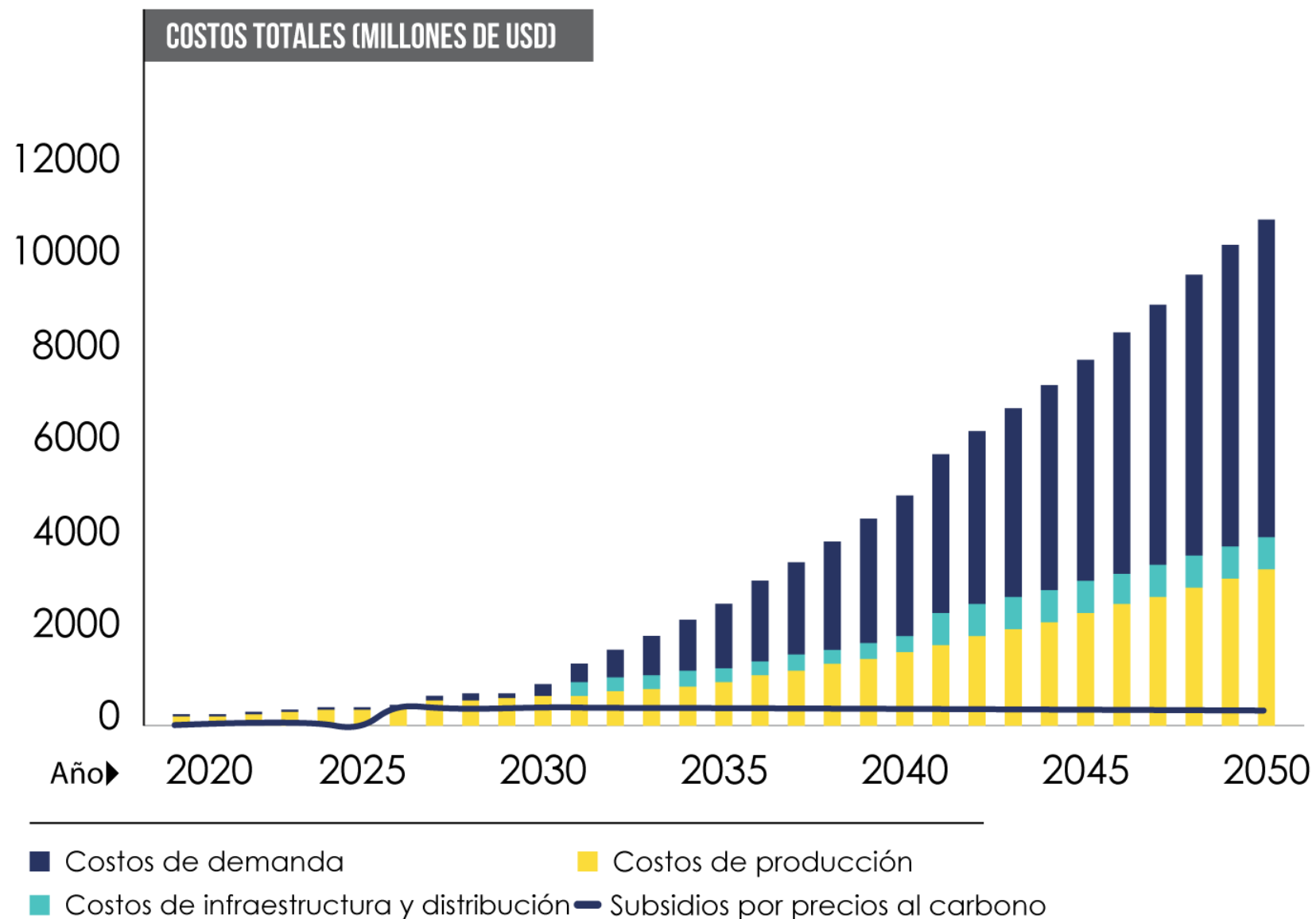
Prospectiva de Demanda de H₂



Potencial de Reducción de Emisiones de GEI



Inversión para la Transición



Principales Hallazgos “Economía Del Hidrógeno”

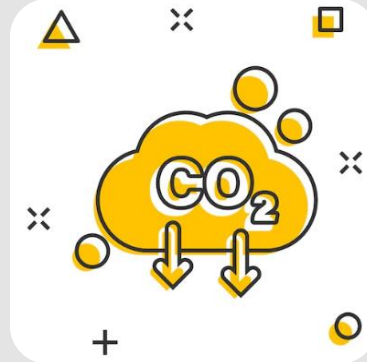


Potencial de Colombia a 2050 para producir hidrógeno: ~6,3 Mt/año.



Demanda interna ~1,87 Mt/ año

- ~1,2 transporte terrestre pesado
- ~0,61 a la industria
- ~0,06 al residencial y terciario.
- Se puede suplir con: 65,8% de energía solar fotovoltaica, 28,1% de energía eólica, y 6,1% a partir de gas natural con captura de carbono.

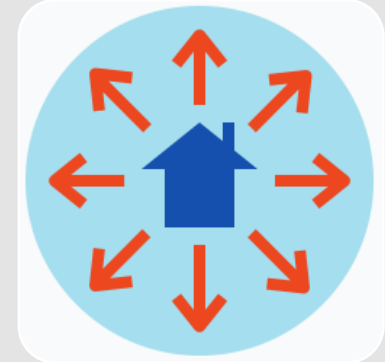


Potencial de mitigación: ~68 Mt CO₂-eq de emisiones de GEI

- ~58 Mt CO₂-eq sector transporte
- ~10 Mt CO₂-eq sector industrial



Inversión anual: 882 MUSD en 2030 hasta 10 892 MUSD en 2050.



Potencial de exportación: 4,2 Mt/año → Ingresos de 12,8 BUSD para un precio de venta de 3 USD/kg_{H₂}.



RECOMENDACIONES



Oferta: Subastas, Estándares de intensidad de emisiones, Sello ambiental colombiano, Mercado de certificados de reducciones y absorciones.



Demanda: Precios al carbono, Cuotas de ZEVs y estándares de emisión (transporte), incentivos tributarios de Ley 2099 (industria)



Infraestructura: Subsidios a tecnologías, créditos blandos, fondos internacionales



Complementarias: Agencia Nacional de Energías Renovables.

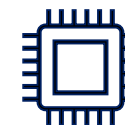
El despliegue del hidrógeno de bajas emisiones como protagonista en la transición energética está fuertemente relacionado con la reducción de los costos de todas las etapas de la cadena de valor desde la oferta, el transporte, el almacenamiento y la demanda:



Producción de hidrógeno en Colombia y a su vez de combustibles sintéticos y amoníaco



Inteligencia artificial para el uso de hidrógeno como almacenamiento de energía



Generación distribuida de electricidad de bajas emisiones con sistemas de producción, almacenamiento y reelectrificación de hidrógeno



Captura y almacenamiento de carbono



Portadores de hidrógeno



Diseño e implementación de celdas de combustible en transporte



Apropiación de la comunidad



¡Muchas gracias!

Nelly M. Cantillo, PhD
nelly.cantillo@urosario.edu.co