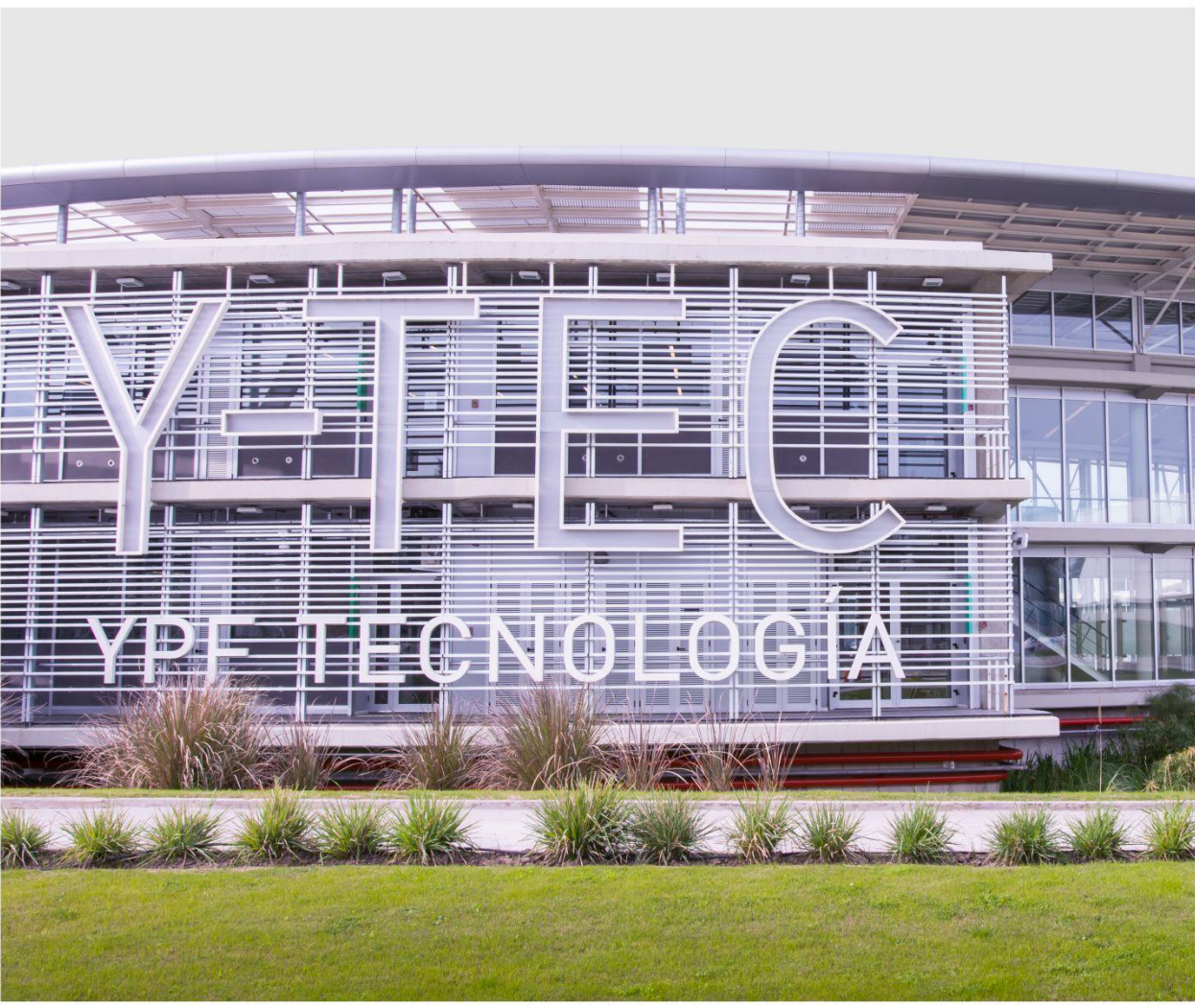




Y-TEC

# OPORTUNIDADES Y ACCIONES EN LA AGENDA ARGENTINA DEL HIDRÓGENO BAJO EN CARBONO



**YTEC**  
**YPF TECNOLOGÍA**

**INVESTIGACIÓN  
Y DESARROLLO  
DE VANGUARDIA  
PARA LA INDUSTRIA  
ENERGÉTICA**

## APUESTA ESTRATÉGICA

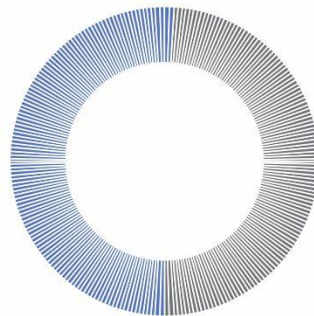
**BRAZO TECNOLÓGICO DE YPF.**

EMPRESA ARGENTINA LÍDER  
EN LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO  
DE NUEVAS TECNOLOGÍAS  
PARA LA INDUSTRIA ENERGÉTICA.

**YPF**  
**51%**

LA COMPAÑÍA  
DE ENERGÍA  
MÁS GRANDE DEL PAÍS

*Management / Principal cliente*



CONICET  
  
**49%**

EL PRINCIPAL ORGANISMO  
DEDICADO A LA PROMOCIÓN  
DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA  
EN LA ARGENTINA  
*Socio tecnológico*





SEDE DE VANGUARDIA

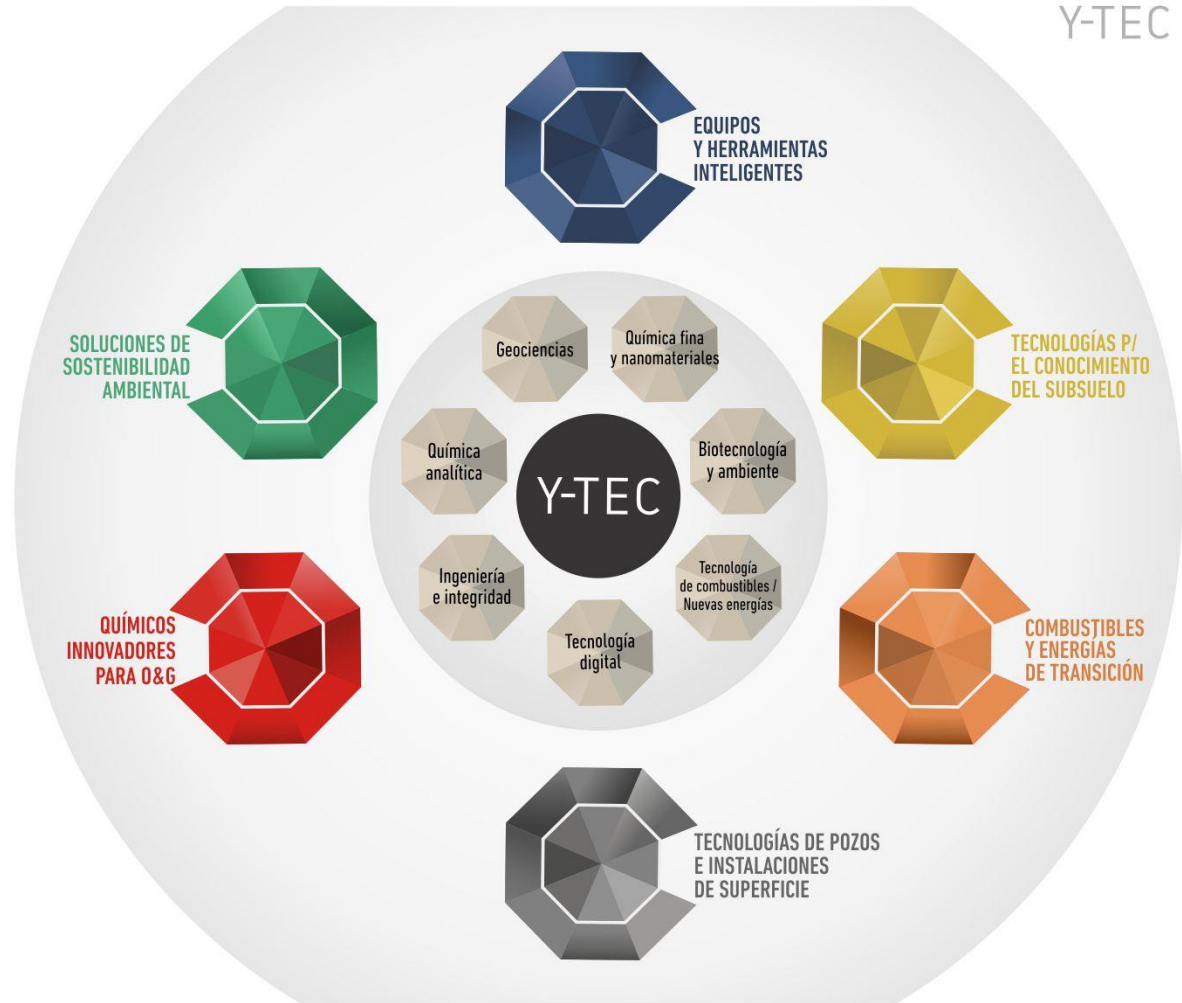
Y-TEC

LA COMPAÑÍA FUNCIONA EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN APLICADA MÁS GRANDE DE LA ARGENTINA. ES UNO DE LOS CINCO MÁS IMPORTANTES DE LATINOAMÉRICA.

**+13.000 M2, + 1000 EQUIPOS,  
47 LABORATORIOS  
Y 12 PLANTAS PILOTO.**

## LÍNEAS CLAVE

Y-TEC ESTÁ GENERANDO  
LAS TECNOLOGÍAS DE LA INDUSTRIA  
ENERGÉTICA DEL MAÑANA.



## Y-TEC EN NÚMEROS

**48** PROYECTOS  
PORTAFOLIO DE I+D



**64** PATENTES  
(OTORGADAS  
O EN TRÁMITE)

**+15** TECNOLOGÍAS  
EN EL MERCADO



**254** PROFESIONALES  
(INVESTIGADORES, TÉCNICOS, BECARIOS)





Y-TEC

**IMPULSAMOS LA ECONOMÍA DEL  
HIDRÓGENO EN LA ARGENTINA**



## ¿QUÉ ES H2ar?

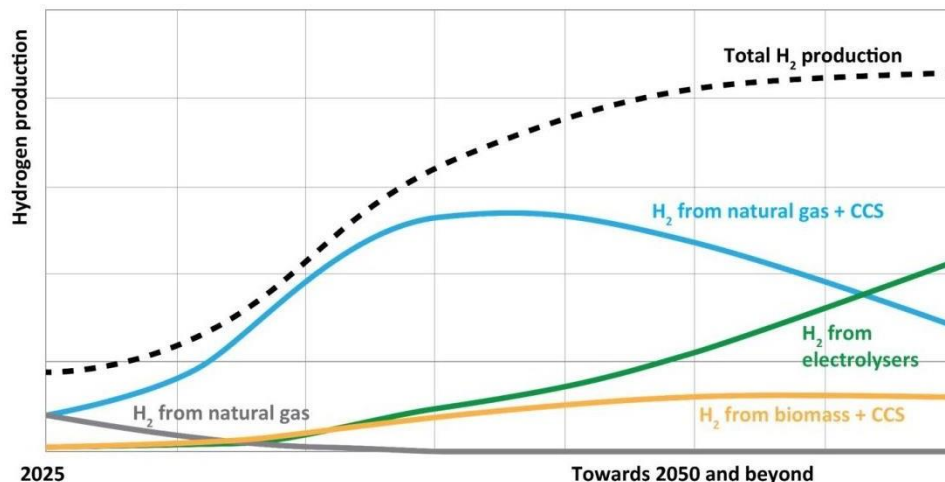
Es un espacio de trabajo colaborativo entre empresas que actúan o estén interesadas en participar en la **cadena de valor del hidrógeno en Argentina**, desde la producción hasta la aplicación.



# 50 MIEMBROS YA SON PARTE DE H2AR



## PRODUCCIÓN DE H<sub>2</sub>: UN FUTURO VERDE, CON UN CAMINO MULTICOLOR



Decarbonización  
de la Producción de H<sub>2</sub>  
+ Gas Verde

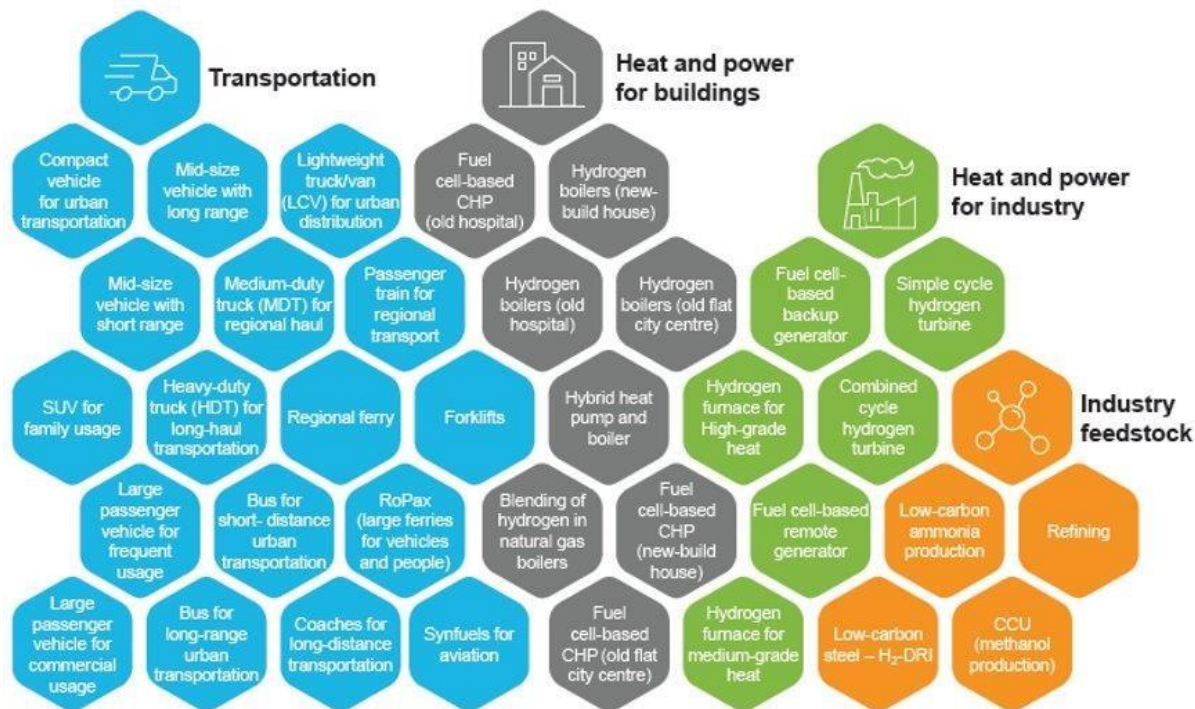
Integración progresiva del  
H<sub>2</sub> al Sistema energético  
potenciando la electrifica-  
ción de aplicaciones y la  
penetración de las EERR.

Aplicaciones gran escala  
en múltiples sectores.

## La oportunidad del Hidrógeno

- Vector de **descarbonización** de nuestra economía
- Plataforma de **exportación** de energías baja en carbono
- Tractor de desarrollos tecnológicos y de cadenas de valor locales

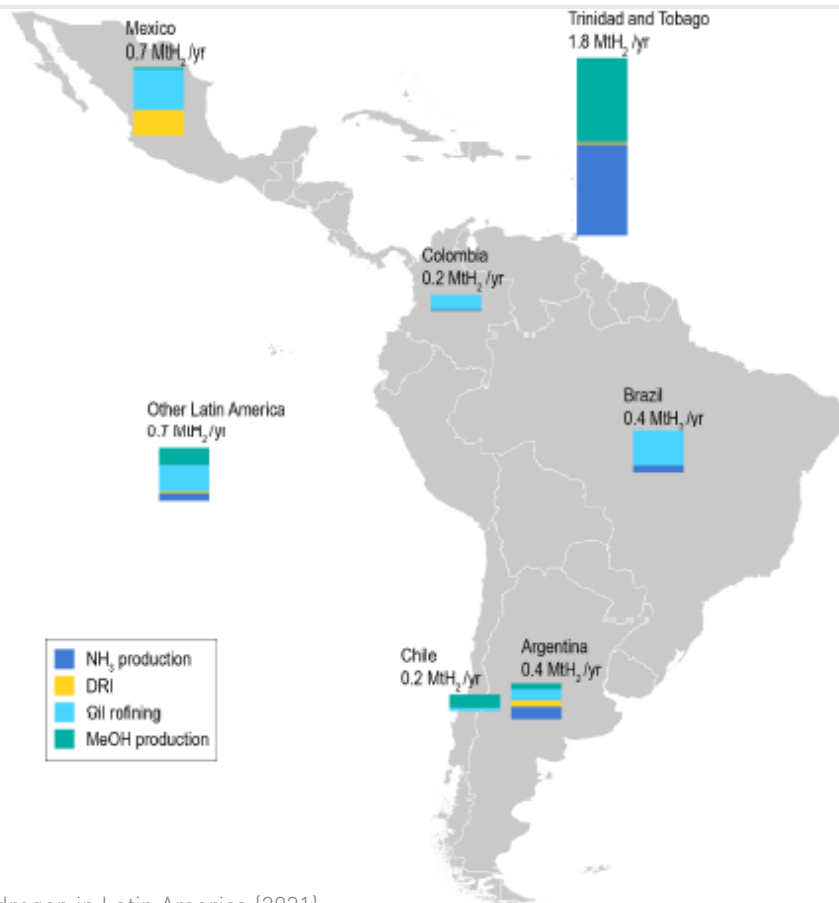
# OPORTUNIDADES PARA HIDRÓGENO BAJO EN CARBONO



El hidrógeno bajo en carbono puede aportar soluciones a la reducción de las emisiones en diversas aplicaciones de la economía.



# DEMANDA DE HIDRÓGENO EN AMERICA LATINA

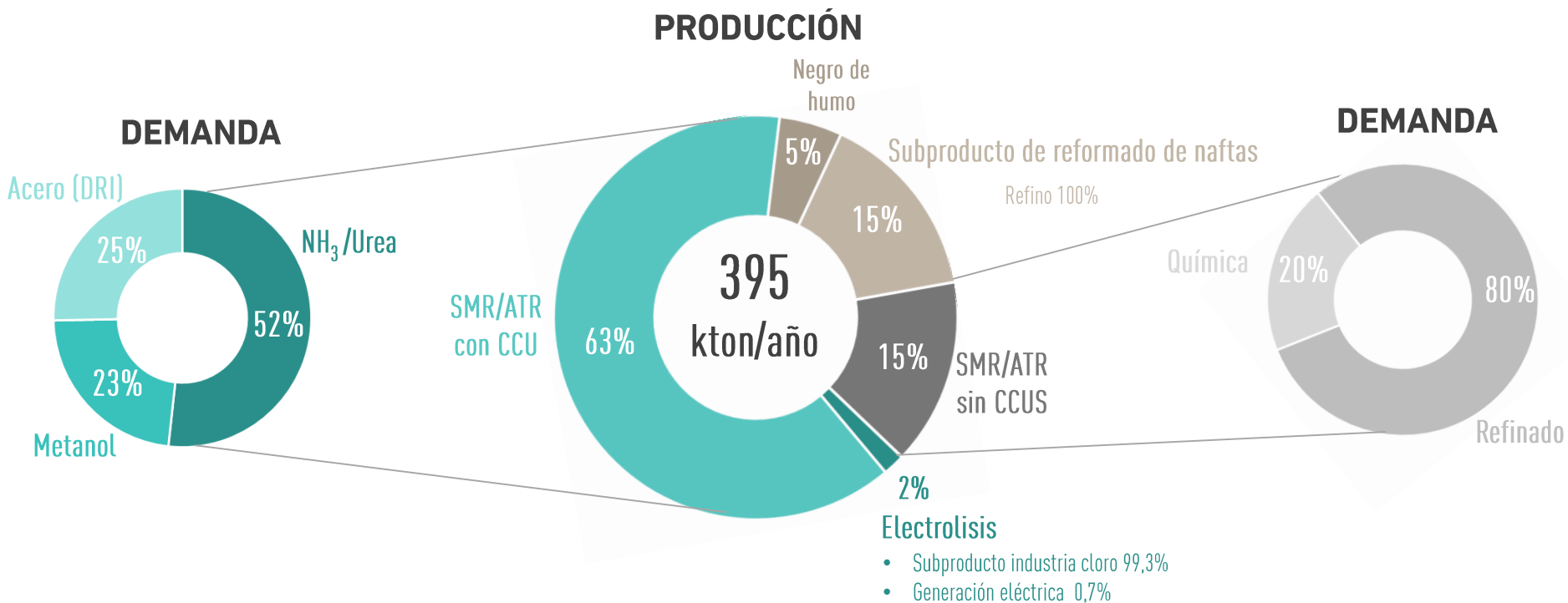


El sector industrial y de refinación de la región demandó más de 4 Mton de hidrógeno en 2019.



~ 5% de demanda mundial

# PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO EN ARGENTINA



Argentina representa aproximadamente 0,34% de la producción global.

# ESCENARIO ACTUAL DEL HIDRÓGENO EN LA ARGENTINA

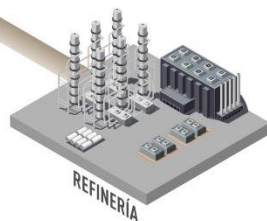
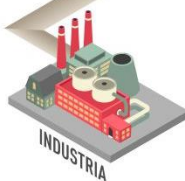
RECURSOS



PRODUCCIÓN



USOS

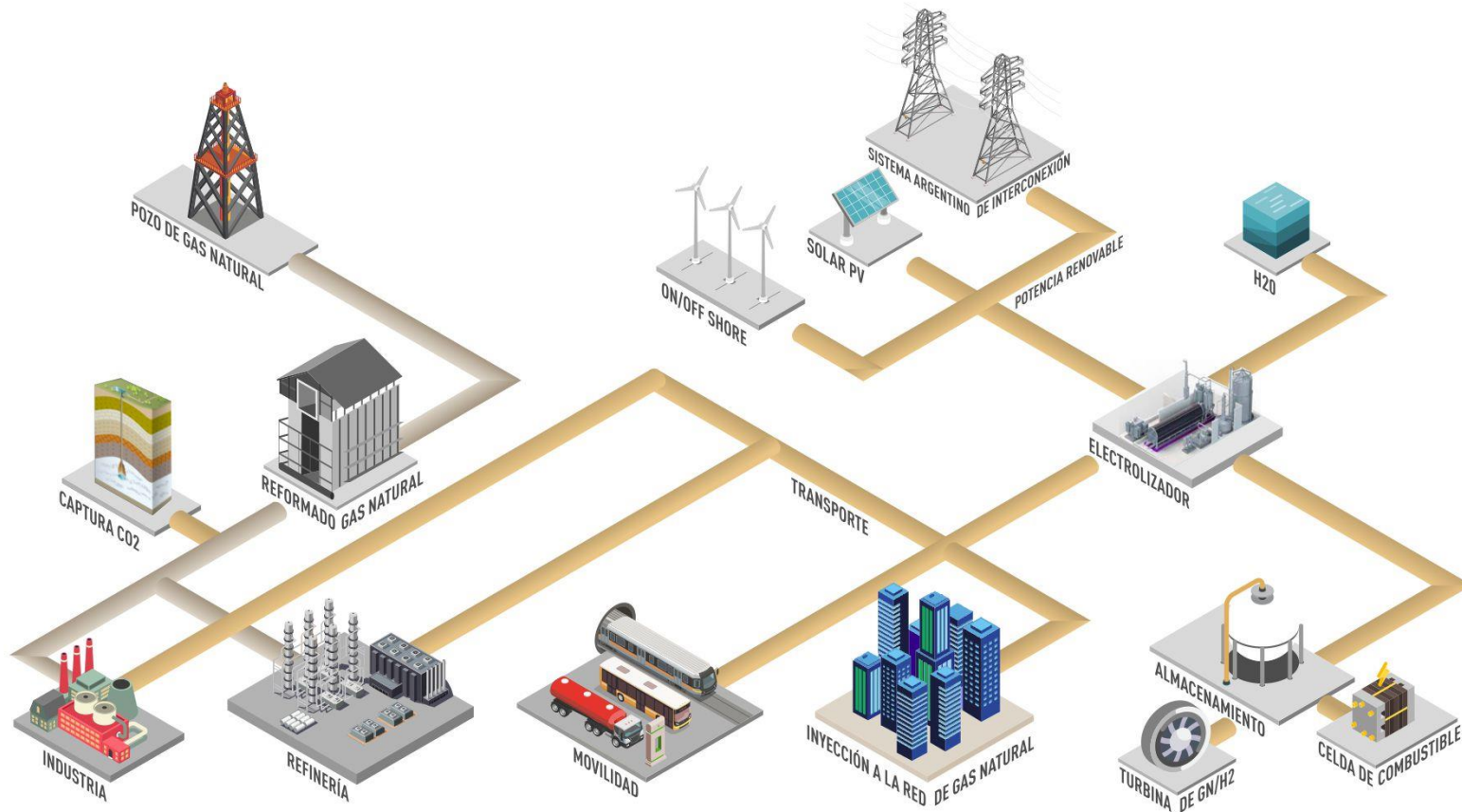


# NUEVOS ESCENARIOS PARA EL HIDRÓGENO EN ARGENTINA

## RECURSOS

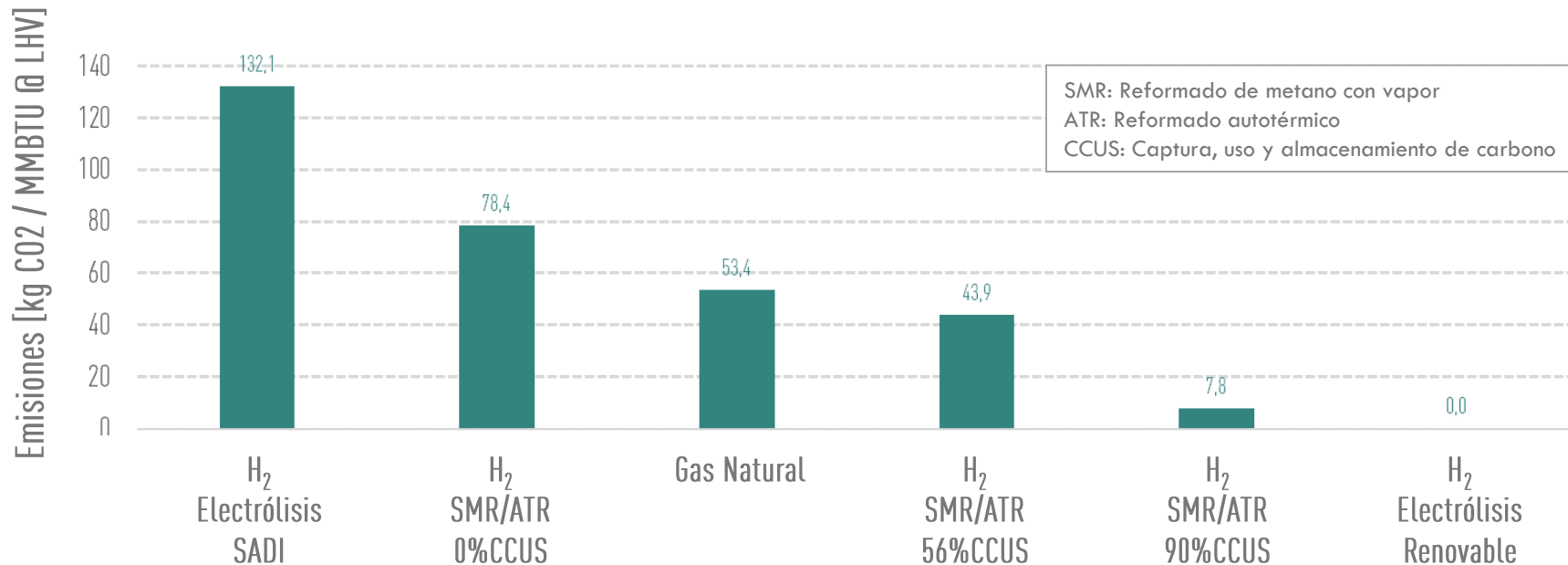
## PRODUCCIÓN

## USOS

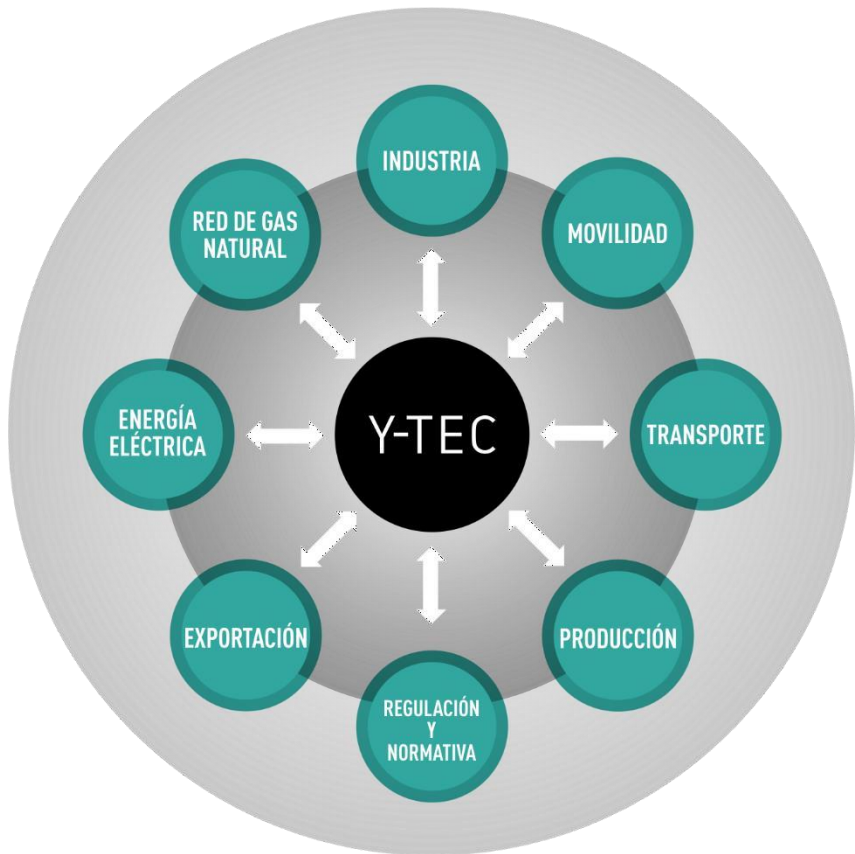




# ARGENTINA: OFERTA AMPLIA DE ENERGÍA BAJA EN CARBONO



La certificación de las emisiones asociadas a la producción es vital para determinar el nivel de carbono del hidrógeno.



- Se crearon 8 células de trabajo para cada área de interés.
- Todas las células de trabajo son coordinadas por Y-TEC y elabora entregables.
- Miembros comparten información y realizan trabajos conjuntos.

CONSORCIO  
**H2ar** ∞ EMPRESAS MIEMBROS



INSTITUCIONES  
OBSERVADORAS



RED DE CAPACIDADES  
DEL SISTEMA CIENTÍFICO

PROYECTOS PILOTO

- Generar una visión en conjunto. Una Estrategia que promueva el alineamiento del Marco Normativo / Estándares e incentivos.





- ▶ Generar una visión en conjunto. Una Estrategia que promueva el alineamiento del Marco Normativo / Estándares e incentivos.
- ▶ Generar indicadores tecnológicos clave para la evaluación de oportunidades (locales de acuerdo a las tendencias globales).

# ÁREAS TÉCNICAS DE INTERÉS

## GENERACIÓN DE INDICADORES CLAVE

### PRODUCCIÓN

- 1 H<sub>2</sub> Verde
- 2 H<sub>2</sub> Azul

### TRANSPORTE

- 3 Gasoductos
- 4 Trailer (comprimido o licuado)

#### MOVILIDAD



- 5 Trenes regionales
- 6 Transporte de carga
- 7 Transporte de pasajeros

#### RED GN



- 8 Inyección directa (mezcla con GN)
- 9 Metanación

#### INDUSTRIA



- 10 Insumo industrial
- 11 Calor de alta temperatura

#### ENERGÍA ELÉCTRICA



- 12 Almacenamiento estacional de EERR
- 13 Servicios complementarios

#### EXPORTACIÓN



- 14 Carriers de H<sub>2</sub> (NH<sub>3</sub> / LOHC)
- 15 LH<sub>2</sub>

# GENERACIÓN DE INDICADORES CLAVE – COSTO PRODUCCIÓN

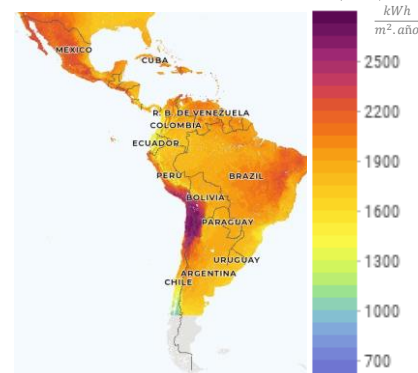
## ▶ LCOH [USD/kg] - ELECTRÓLISIS RENOVABLE

| LCOE [USD/kWh] | FLH [hs] |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | FLH [hs] |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|----------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|                | 1000     | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 7000 | 8000 | 8760 |      | 1000 | 2000     | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 7000 | 8000 | 8760 |      |  |
|                | 0,00     | 4,58 | 2,32 | 1,57 | 1,24 | 0,97 | 0,88 | 0,77 | 0,69 | 0,64 | 0,00 | 1,57     | 0,81 | 0,56 | 0,45 | 0,36 | 0,33 | 0,30 | 0,27 | 0,25 |  |
|                | 0,01     | 5,09 | 2,85 | 2,10 | 1,78 | 1,52 | 1,44 | 1,34 | 1,27 | 1,23 | 0,01 | 2,08     | 1,34 | 1,09 | 0,99 | 0,91 | 0,89 | 0,87 | 0,85 | 0,84 |  |
|                | 0,02     | 5,60 | 3,37 | 2,64 | 2,32 | 2,08 | 2,00 | 1,91 | 1,86 | 1,82 | 0,02 | 2,59     | 1,86 | 1,63 | 1,54 | 1,47 | 1,46 | 1,44 | 1,43 | 1,43 |  |
|                | 0,03     | 6,11 | 3,89 | 3,17 | 2,86 | 2,63 | 2,56 | 2,49 | 2,44 | 2,41 | 0,03 | 3,10     | 2,38 | 2,16 | 2,08 | 2,02 | 2,02 | 2,01 | 2,02 | 2,02 |  |
|                | 0,04     | 6,62 | 4,41 | 3,70 | 3,40 | 3,18 | 3,12 | 3,06 | 3,02 | 3,00 | 0,04 | 3,61     | 2,90 | 2,69 | 2,62 | 2,57 | 2,58 | 2,58 | 2,60 | 2,61 |  |
|                | 0,05     | 7,13 | 4,93 | 4,23 | 3,95 | 3,73 | 3,69 | 3,63 | 3,60 | 3,59 | 0,05 | 4,12     | 3,42 | 3,22 | 3,16 | 3,12 | 3,14 | 3,16 | 3,18 | 3,20 |  |
|                | 0,06     | 7,64 | 5,45 | 4,76 | 4,49 | 4,28 | 4,25 | 4,20 | 4,18 | 4,18 | 0,06 | 4,63     | 3,94 | 3,75 | 3,70 | 3,67 | 3,70 | 3,73 | 3,76 | 3,79 |  |
|                | 0,07     | 8,15 | 5,97 | 5,29 | 5,03 | 4,83 | 4,81 | 4,77 | 4,77 | 4,77 | 0,07 | 5,14     | 4,46 | 4,28 | 4,24 | 4,23 | 4,26 | 4,30 | 4,35 | 4,38 |  |
| 0,08           | 8,66     | 6,49 | 5,82 | 5,57 | 5,39 | 5,37 | 5,35 | 5,35 | 5,36 | 0,08 | 5,65 | 4,98     | 4,81 | 4,78 | 4,78 | 4,83 | 4,87 | 4,93 | 4,97 |      |  |

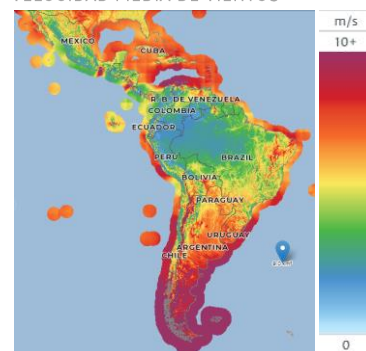


Las principales variables operativas son el costo de la energía y el factor de capacidad del electrolizador.

IRRADIACIÓN GLOBAL HORIZONTAL (GHI)



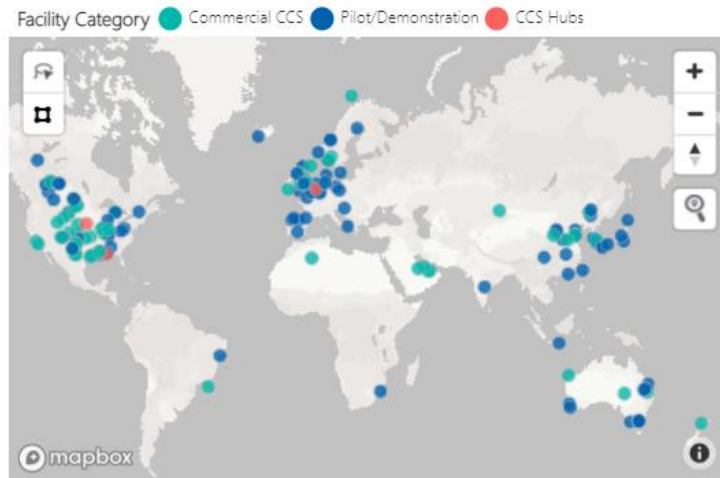
VELOCIDAD MEDIA DE VIENTOS



## ► LCOH [USD/kg] - SMR/ATR+CCS(@90%captura)

|                                            |       | PRECIO GAS NATURAL [USD/MMBTU] |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------------------------|-------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                            |       | 2,0                            | 2,5  | 3,0  | 3,5  | 4,0  | 4,5  | 5,0  | 5,5  | 6,0  |
| TOTAL CAPEX<br>[USD/kW <sub>H2</sub> @LHV] | 900   | 0,97                           | 1,04 | 1,12 | 1,19 | 1,27 | 1,35 | 1,42 | 1,50 | 1,57 |
|                                            | 1.000 | 1,03                           | 1,11 | 1,18 | 1,26 | 1,33 | 1,41 | 1,49 | 1,56 | 1,64 |
|                                            | 1.100 | 1,10                           | 1,17 | 1,25 | 1,32 | 1,40 | 1,48 | 1,55 | 1,63 | 1,70 |
|                                            | 1.200 | 1,16                           | 1,24 | 1,31 | 1,39 | 1,46 | 1,54 | 1,62 | 1,69 | 1,77 |
|                                            | 1.300 | 1,23                           | 1,30 | 1,38 | 1,45 | 1,53 | 1,61 | 1,68 | 1,76 | 1,83 |
|                                            | 1.400 | 1,29                           | 1,37 | 1,44 | 1,52 | 1,60 | 1,67 | 1,75 | 1,82 | 1,90 |
|                                            | 1.500 | 1,36                           | 1,43 | 1,51 | 1,58 | 1,66 | 1,74 | 1,81 | 1,89 | 1,96 |
|                                            | 1.600 | 1,42                           | 1,50 | 1,57 | 1,65 | 1,73 | 1,80 | 1,88 | 1,95 | 2,03 |
|                                            | 1.700 | 1,49                           | 1,56 | 1,64 | 1,71 | 1,79 | 1,87 | 1,94 | 2,02 | 2,09 |

Las principales variables de producción son el CAPEX total del sistema y el precio del GN.



Necesidad de generar experiencia de CCS en LATAM.

- ▶ Generar una visión en conjunto. Una Estrategia que promueva el alineamiento del Marco Normativo / Estándares e incentivos.
- ▶ Generar indicadores tecnológicos clave para la evaluación de oportunidades (locales de acuerdo a las tendencias globales).
- ▶ **Impulsar Estudios técnico – económico requeridos**



- Liderazgo Y-TEC con aporte técnico de grupos de investigación de distintas instituciones del Sistema Científico.

| FRENTE                                                                                                              | OBJETIVO                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b> Captura y almacenamiento subterráneo de CO <sub>2</sub> (CCS)                                              | Identificar y evaluar reservorios y rocas sello (trampas) aptas con capacidad para el almacenamiento subterráneo de CO <sub>2</sub> en Argentina, y así para viabilizar la producción de H <sub>2</sub> azul. |
| <b>2</b> Simulación dinámica de electrolizadores (AEL y PEMEL)                                                      | Generar una herramienta que permita la predicción de las fluctuaciones de las energías renovables y su impacto en el costo de producción del H <sub>2</sub> verde en la Argentina (LCOH).                     |
| <b>3</b> Recambio de propulsión Diesel por celdas de combustible a H <sub>2</sub> en locomotoras de larga distancia | Estudiar la posibilidad técnica de impulsar la sustitución del tren de potencia de las locomotoras diesel por Celdas de combustible a H <sub>2</sub> y su potencial industrialización en el país.             |
| <b>4</b> Certificación de H <sub>2</sub> (azul y verde)                                                             | Contar con metodología para certificar el origen del H <sub>2</sub> (azul o verde) - obligatorio para su comercialización.                                                                                    |

- ▶ Generar una visión en conjunto. Una Estrategia que promueva el alineamiento del Marco Normativo / Estándares e incentivos.
- ▶ Generar indicadores tecnológicos clave para la evaluación de oportunidades (locales de acuerdo a las tendencias globales).
- ▶ Impulsar Estudios técnico – económico requeridos
- ▶ **Identificar oportunidades y contribuir a consolidar una Agenda Tecnológica - Industrial**

- ▶ Generar una visión en conjunto. Una Estrategia que promueva el alineamiento del Marco Normativo / Estándares e incentivos.
- ▶ Generar indicadores tecnológicos clave para la evaluación de oportunidades (locales de acuerdo a las tendencias globales).
- ▶ Impulsar Estudios técnico – económico requeridos
- ▶ Identificar oportunidades y contribuir a consolidar una Agenda Tecnológica - Industrial
- ▶ **Impulsar proyecto Insignia**



# ¿POR QUÉ UN PROYECTO INSIGNIA?



## **Ganar visibilidad internacional**

Posicionamiento temprano en el escenario global de producción

Validar el atractivo del país y despertar el interés de inversiones extranjeras

Validar volumen y el momento de la demanda internacional



## **Consolidar la visión y materializar el camino necesario para lograrlo**



## **Promover la especialización y articulación entre actores locales, y la asociatividad en el armado de una cadena de valor competitiva**



## **Guiar esfuerzos públicos y estudios, y el diseño de un marco regulatorio y promocional**



## **Impulsar la agenda local tecnológica / industrial**

# ¿POR QUÉ UN PROYECTO INSIGNIA?



**H<sub>2</sub>ARMONIA**

- HUB de amoníaco en Bahía Blanca.
- Producción de  $\text{NH}_3$  bajo en carbono: 1 Mton/a (2,800ton/día)
- Demanda de  $\text{H}_2$  bajo en carbono: 176 kton/a
- Reactor HB híbrido (syn-loop aislado)
- Posibilidad de ser alimentado por mix  $\text{H}_2$  verde (1.1  $\text{GW}_{\text{electrolisis}}$ ) o azul (2.2 MMSm<sup>3</sup>/día GN).
- CAPEX: 1,200-1,750 MUSD

# ¿POR QUÉ UN PROYECTO INSIGNIA?



Este proyecto es conservativo en términos de escala, considerando otros proyectos insignia

## AREH

Asian Ren. Energy HUB  
H2 verde / NH3  
Pilbara, West Aus  
10Mton/a NH3 (2028)  
**x10**

## Base One

H2 verde  
Pacem, Ceará (Br)  
600kton/a H2 (2025)  
**x3.4**

## HyNET North West

H2 azul  
UK  
450 kton/a H2 (2023)  
**x2.6**

## HNH

NH3 verde  
Sur Chile  
850kton/a NH3 (2026)  
**x0,85**

## AquaVentus

Green H2 – H2Net  
Heligoland, Ger  
1Mton/a H2 (2035)  
**x5.7**

## Beijing Jingneng

Inner Mongolia  
Green H2  
500kton/a H2 (2021)  
**x2.8**

## NorthH2

Green H2 - Industry  
Eemshaven, Hol  
400kton/a H2 (2030)  
**x2.3**

## HyEx

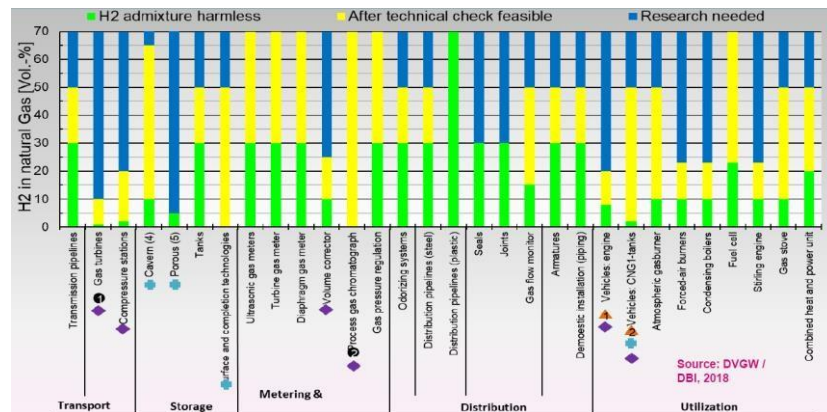
NH3 verde  
Antofagasta, Chile  
700kton/a NH3(2027)  
**x0.7**



- ▶ Generar una visión en conjunto. Una Estrategia que promueva el alineamiento del Marco Normativo / Estándares e incentivos.
- ▶ Generar indicadores tecnológicos clave para la evaluación de oportunidades (locales de acuerdo a las tendencias globales).
- ▶ Impulsar Estudios técnico – económico requeridos
- ▶ Identificar oportunidades y contribuir a consolidar una Agenda Tecnológica - Industrial
- ▶ Impulsar proyecto Insignia - HARMMONIA
- ▶ Creación de un mercado interno para impulsar el despegue de la producción a escala en el país – Mercado de Gas Verde

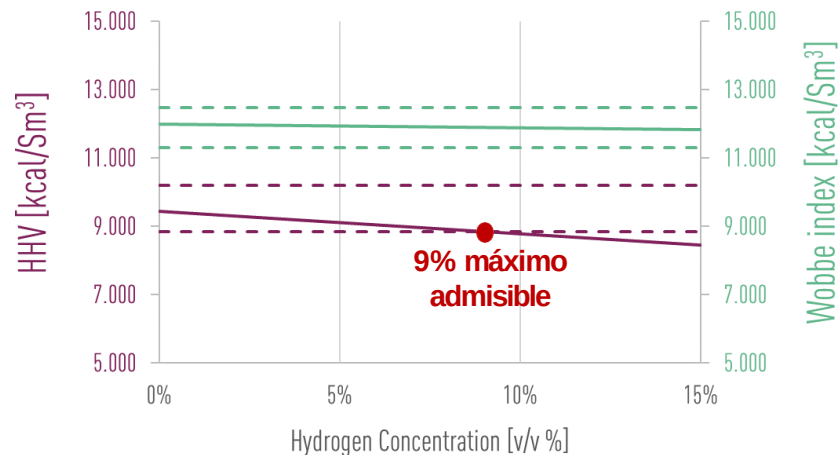
# INYECCIÓN DIRECTA EN LA RED GN

## Límite técnico



**H2ar** está trabajando para generar un gráfico análogo al generado por DVGW pero asociado a la red de GN Argentina.

## Límite normativo (NAG-602)



$H_2$  HHV = 2.885 kcal/Sm<sup>3</sup>  $H_2$  Wobbe Index = 10.936 kcal/Sm<sup>3</sup>

Existen limitaciones técnicas y regulatorias para inyectar altos niveles de hidrógeno (vol.%).

## GREEN GAS PURCHASE AGREEMENT (GGPA)

La infraestructura de transporte y distribución permiten la *comercialización virtual* de las moléculas de hidrógeno bajo en carbono permitiendo reducir hasta 100% de las emisiones. Un modelo análogo a los e-verdes del mercado eléctrico renovable pero con moléculas de H<sub>2</sub> bajo en carbono.

- ▶ **Competitivo:** los oferentes compiten por precio [USD/MMBTU] según su descarbonización efectiva.
- ▶ **Voluntario:** los usuarios pueden elegir el *green level* (hasta 100% es alcanzable).
- ▶ **Certificado:** el H<sub>2</sub> generado debe cuantificar y certificar su origen limpio [kg<sub>CO2</sub>/MMBTU<sub>H2</sub>].
- ▶ **Trazable:** las moléculas de H<sub>2</sub> son identificables en los usuarios finales mediante una estructura específica de blockchain.

- ▶ Generar una visión en conjunto. Una Estrategia que promueva el alineamiento del Marco Normativo / Estándares e incentivos.
- ▶ Generar indicadores tecnológicos clave para la evaluación de oportunidades (locales de acuerdo a las tendencias globales).
- ▶ Impulsar Estudios técnico – económico requeridos
- ▶ Identificar oportunidades y contribuir a consolidar una Agenda Tecnológica - Industrial
- ▶ Impulsar proyecto Insignia - HARMMONIA
- ▶ Creación de un mercado interno para impulsar el despegue de la producción a escala en el país – Mercado de Gas Verde
- ▶ **Impulsar experiencias Piloto sobre la tecnología y sus desafíos de implementación**
  - Priorizando soluciones que en escala tengan claro atractivo / sentido económico.
  - Buscando sinergias a través de proyectos complementarios. Optimización de infraestructuras.
  - Reduciendo incertidumbre. Por ejemplo agregando demanda (offtake colectivo).
  - Sincronizando despliegue y asegurando capacidad de ejecución.



Y-TEC

GRACIAS POR SU ATENCIÓN.