



ALLIANCE
TO END
PLASTIC
WASTE

Experiencia en la Producción de H2 Verde Industria Petroquímica

Juan Carlos Álvarez Giraldo
ESENTTIA S.A



2º Congreso
Hidrógeno
y Eficiencia
energética

ANDI | MÁS PAÍS | NATURGAS
ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE GAS NATURAL

Octubre

17 - 18

Centro de Convenciones
Cartagena de Indias (CCCI)
Cartagena, Colombia

AGENDA

- 1 **Introducción**
- 2 **Contexto Mundial / Local**
- 3 **Hidrógeno Verde ESENTTIA**
- 4 **Resultados y Conclusiones**

AGENDA

1

Introducción

2

Contexto Mundial / Local

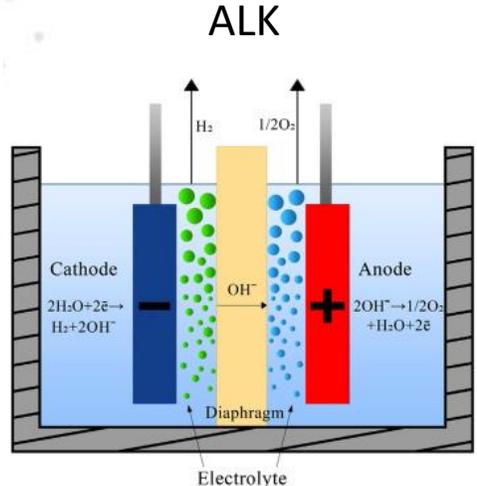
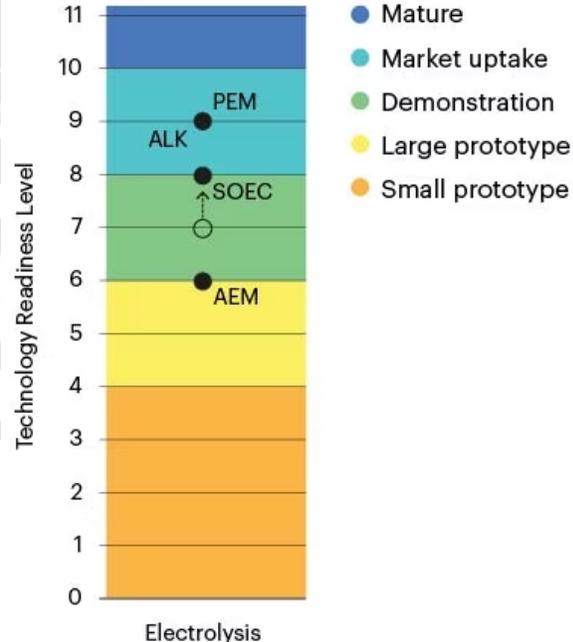
3

Hidrógeno Verde ESENTTIA

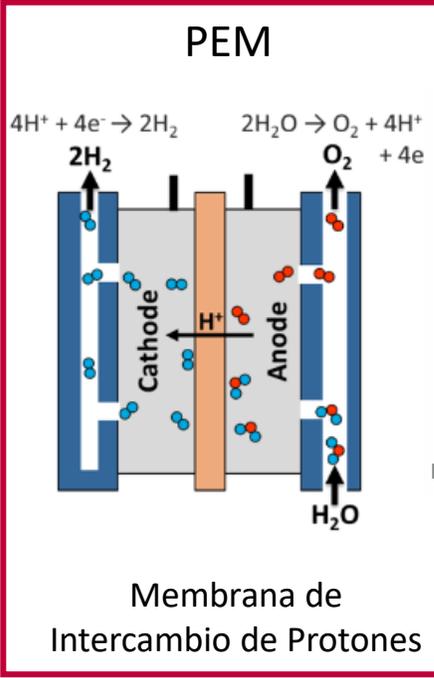
4

Resultados y Conclusiones

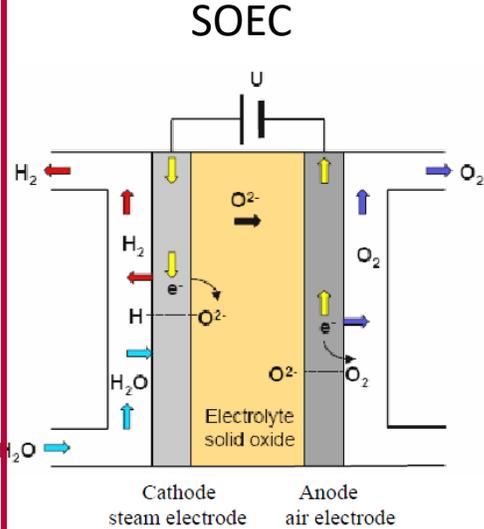
Introducción Tipos de Tecnología Electrolisis



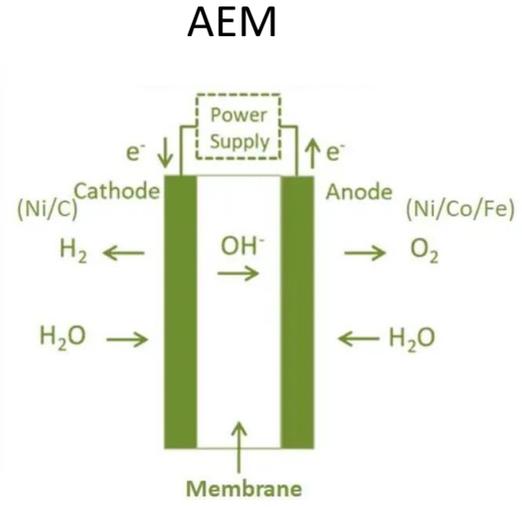
Electrolisis Alkalina KOH



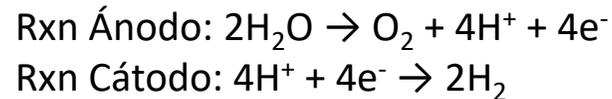
Membrana de Intercambio de Protones



Electrolizador de Óxido Sólido

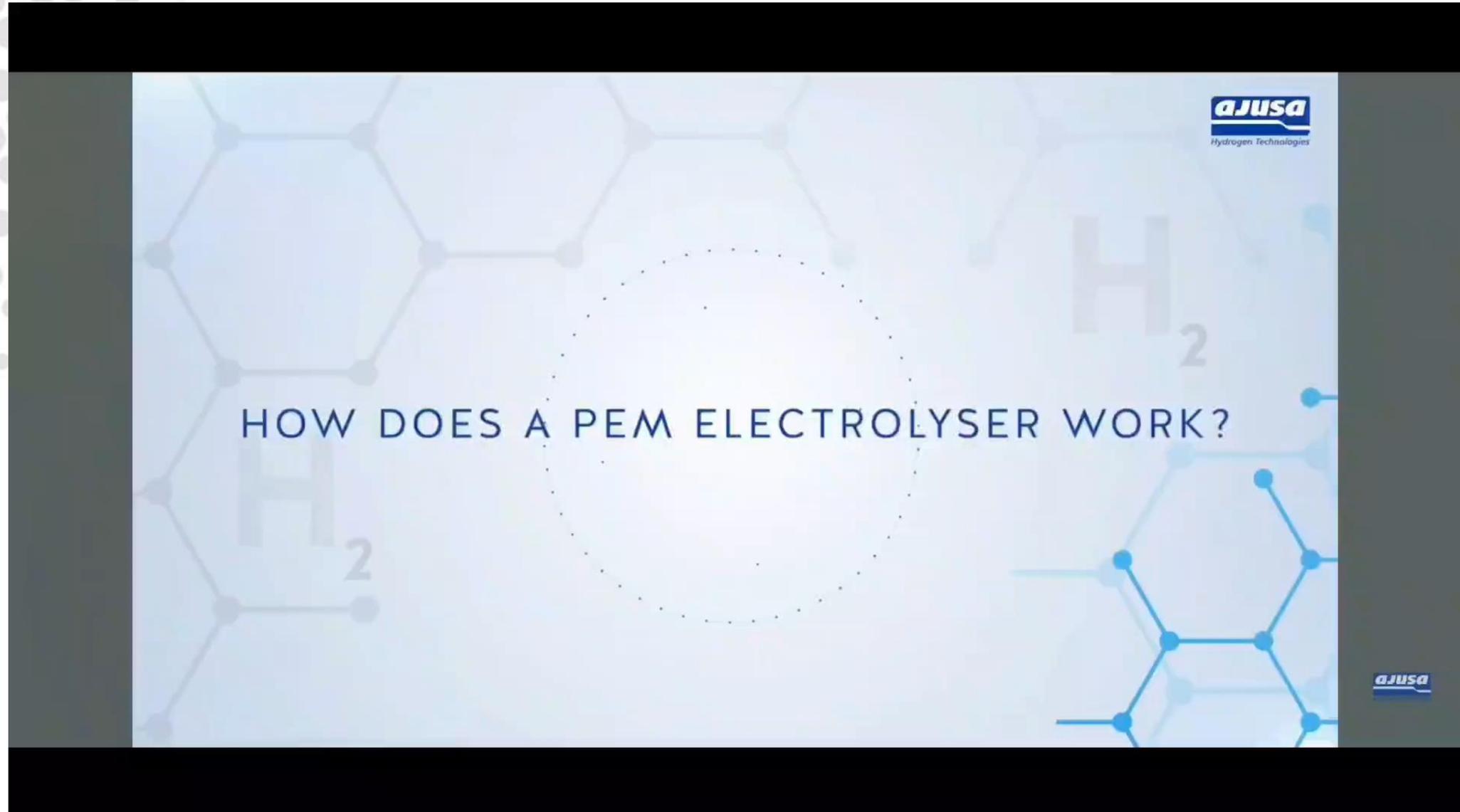


Membrana de Intercambio de Aniones



¹Fuente: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/alkaline-electrolysers>
¹Fuente: <https://www.h2bulletin.com/knowledge/hydrogen-production-through-electrolysis/>
²Fuente: <https://www.energy.gov/eere/fuelcells/hydrogen-production-electrolysis>

¿Cómo funciona la electrólisis tipo PEM?



Introducción

Marco Regulatorio Colombiano incluyó el Hidrógeno Verde y el Hidrógeno Azul como FNCE¹

Promover el marco regulatorio para la Transición Energética

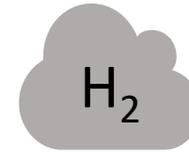
Con el fin de consolidar el marco fiscal, comercial y regulatorio para la masificación de las energías renovables de fuentes no convencionales fue sancionada la **Ley 2099 de 2021** (Ley de Transición Energética), la cual amplía los incentivos de la ley 1715 a nuevas fuentes, y al mismo tiempo, incorpora temas relacionados con eficiencia energética, captura, almacenamiento y uso de carbono, reconoce el hidrogeno azul y verde como fuentes no convencionales de energía y reglamenta el uso de nuevas tecnologías de generación como la geotermia.



Hidrógeno Verde
producido con
fuentes de Energía
Renovables



Hidrógeno Azul
producido a partir
de Gas Natural con
Captura, Uso y/o
almacenamiento
del CO₂ (CCUS)



Hidrógeno Gris
producido a partir
de Gas Natural o
Carbón.

¹Fuente: <https://www.minenergia.gov.co/es/misional/unidad-de-resultados/promover-el-marco-regulatorio-para-la-transici%C3%B3n-energ%C3%A9tica/>

Introducción

Marco Regulatorio Colombiano incluyó el Hidrógeno Verde y el Hidrógeno Azul como FNCE¹

Regulación Existente en Colombia

| Norma | Qué define |
|---------------------|--|
| Ley 1715 - 2014 | Deducción de hasta 50% de impuesto sobre la renta, exclusión del IVA y aranceles para proyectos de H2 |
| Ley 1964 - 2019 | Los vehículos a hidrógeno son considerados como eléctricos |
| Ley 2099 - 2021 | H2 verde se define como una fuentes no convencional de energía renovable |
| Decreto 895 - 2022 | Proyectos de hidrógeno accederían a beneficios tributarios |
| Decreto 1476 - 2022 | Se promueve la innovación, investigación, producción, almacenamiento, distribución y uso del hidrógeno – Certificación de origen del H2 |
| CONPES 4075 - 2022 | Política de transición energética |

Marco Técnico Normativo

| Norma | Título |
|-------------|--|
| ISO 15916 | Basic considerations for the safety of hydrogen systems |
| ISO 22734 | Hydrogen generators using water electrolysis — Industrial, commercial, and residential applications |
| ISO 14687 | Hydrogen fuel quality — Product specification |
| ANSI G-095A | Guide to Safety of Hydrogen and Hydrogen Systems |
| ASME B31.12 | Hydrogen Piping and Pipelines |
| API RP 941 | Steels for Hydrogen Service at Elevated Temperatures and Pressures |
| NFPA 2 | Hydrogen Technologies Code |
| NFPA 55 | Compressed gases and Cryogenic Fluids Code |

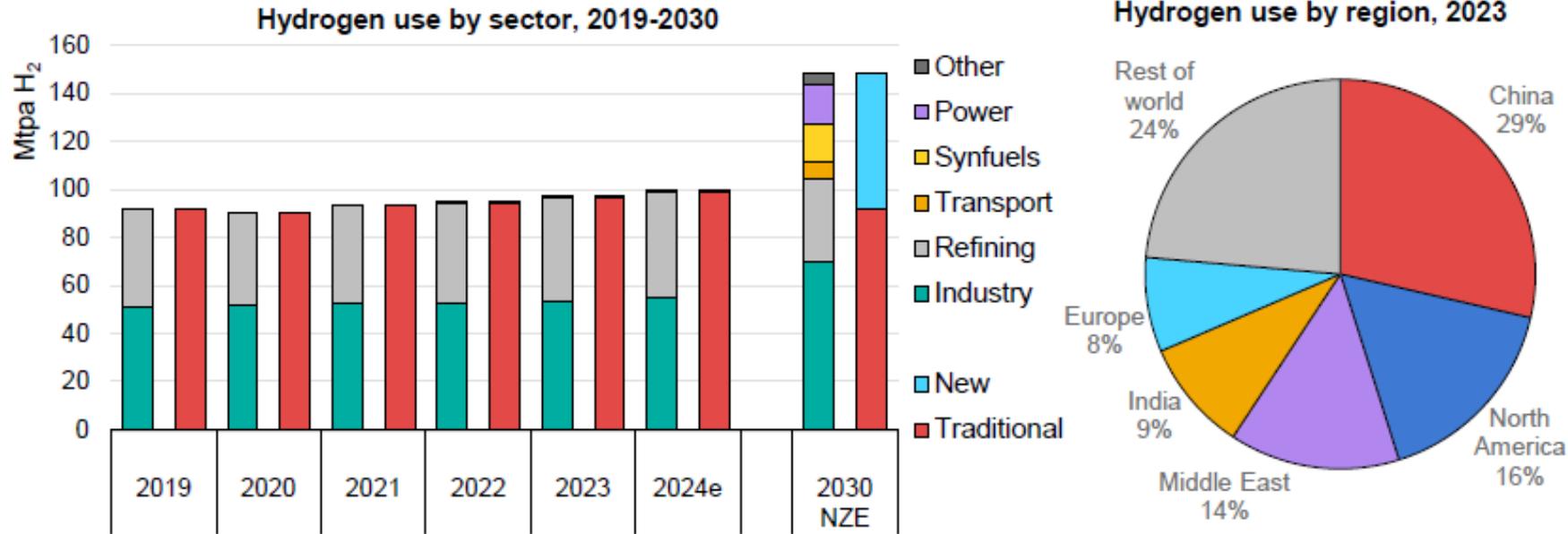
¹Fuente: Webinar: Seguridad industrial en plantas de producción de hidrógeno, <https://www.youtube.com/live/RVQ8Y2mxSyo>

AGENDA

- 1 Introducción
- 2 Contexto Mundial / Local**
- 3 Hidrógeno Verde ESENTTIA
- 4 Resultados y Conclusiones

Contexto Mundial del Hidrógeno - Demanda IEA.

Figure 2.1 Hydrogen demand by sector and by region, historical and in the Net Zero Emissions by 2050 Scenario, 2019-2030



IEA. CC BY 4.0.

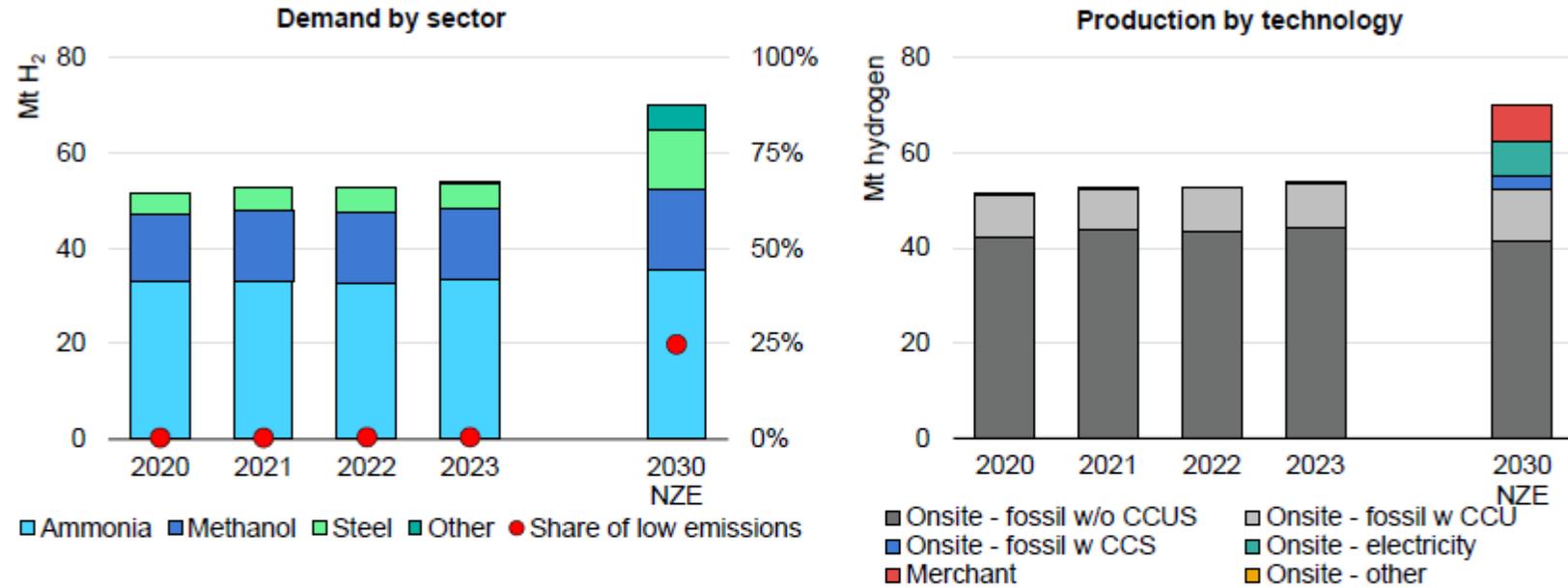
Notes: NZE = Net Zero Emissions by 2050 Scenario. "Other" includes buildings and biofuels upgrading. 2024e = estimate for 2024. The estimated value for 2024 is a projection based on trends observed until June 2024.

Hydrogen demand reached 97 Mt in 2023 but remained highly concentrated in traditional applications in industry and refining.

La demanda mundial de H₂ alcanzó 97 Mt en el 2023 (crecimiento >2,5% vs. 2022), en la industria (acero, metanol y amoníaco) y en la refinación de crudo.

Contexto Mundial del Hidrógeno - Demanda IEA.

Figure 2.6 Hydrogen use in industry by subsector and source of hydrogen, historical and in the Net Zero Emissions by 2050 Scenario, 2020-2030



IEA. CC BY 4.0.

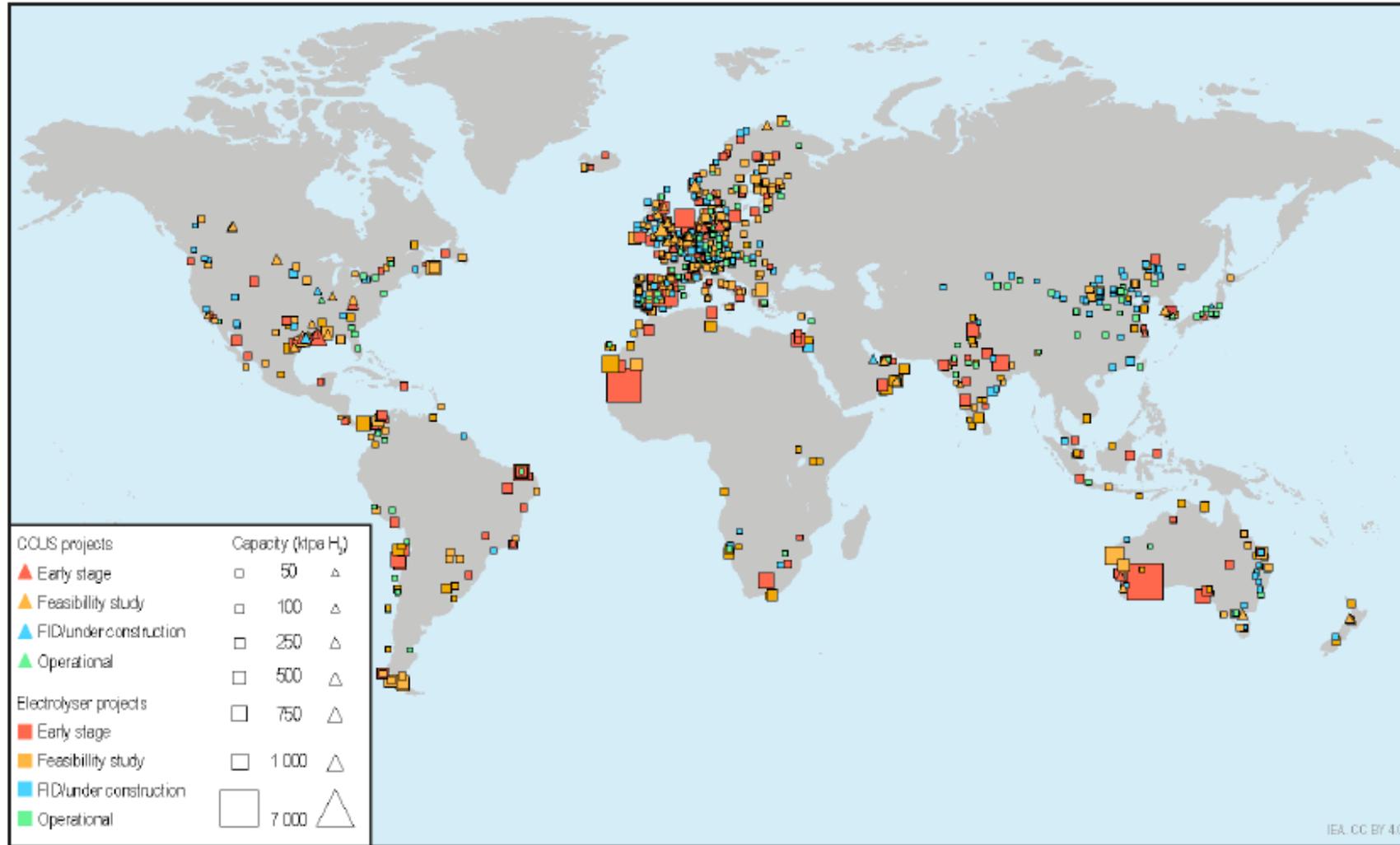
Notes: Fossil w CCS = fossil fuels with carbon capture and storage; Fossil w CCU = fossil fuels with carbon capture and use; Fossil w/o CCUS = fossil fuels without carbon capture, utilisation and storage; NZE = Net Zero Emissions by 2050 Scenario. Ammonia and methanol exclude fuel applications. 'Other' includes dedicated hydrogen production for high-temperature heat applications.

Source: IEA analysis based on data from [Argus Media Group](#), [International Fertilizer Association](#), [World Steel Association](#).

Hydrogen use in industry increased in 2023 to reach 54 Mt, mostly in ammonia, methanol and steel production.

Contexto Mundial del Hidrógeno - Producción IEA.

Map of announced low-emissions hydrogen production projects, 2024



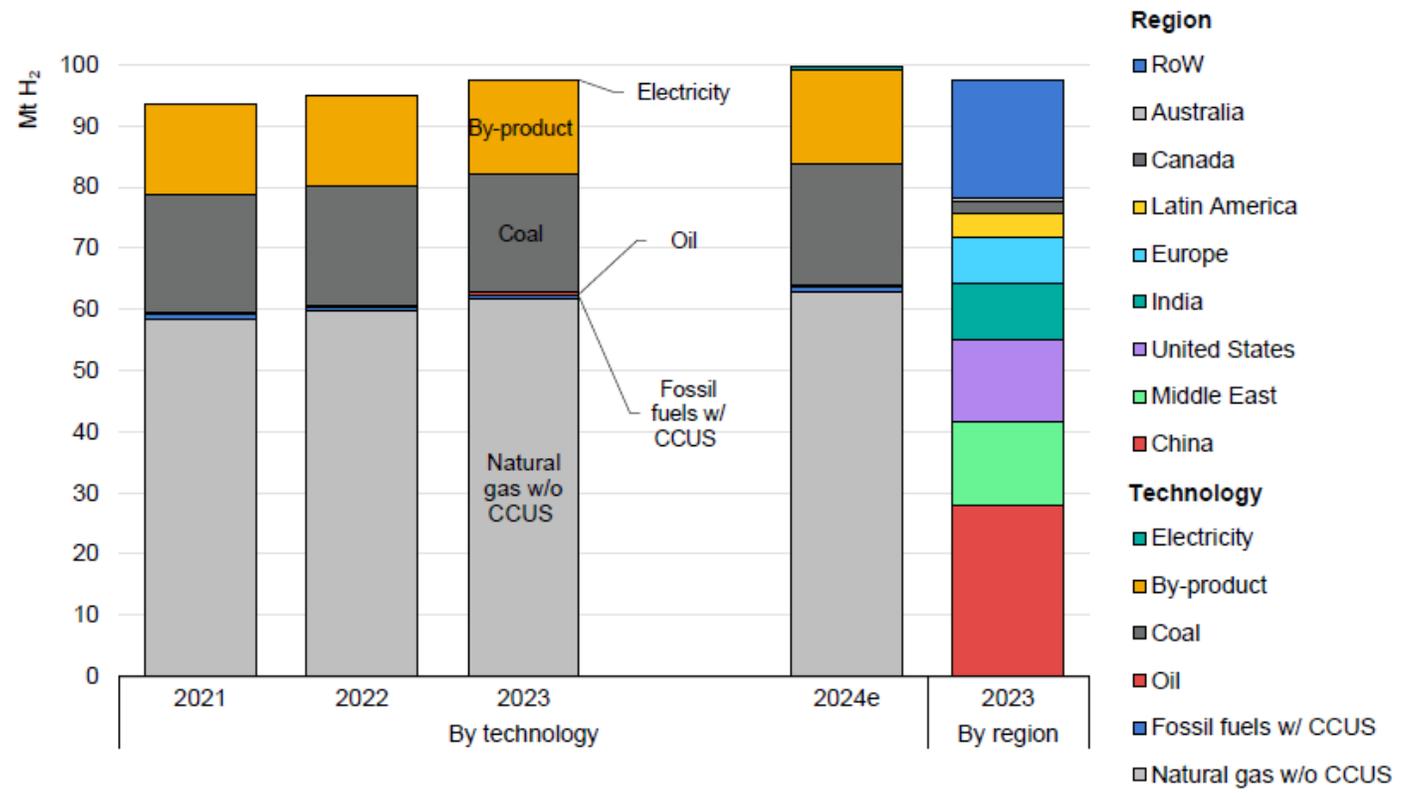
La China ha aprobado decisiones de inversión en H₂ Verde potencia acumulada de 20GW. Representa el 40% de las inversiones mundiales.

Source: IEA [Hydrogen Projects database](#) (October 2024).

Fuente: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/89c1e382-dc59-46ca-aa47-9f7d41531ab5/GlobalHydrogenReview2024.pdf>

Contexto Mundial del Hidrógeno - Producción IEA.

Figure 3.1 Hydrogen production by technology and by region, 2021-2024



La producción mundial de H₂ proyectada de 100 Mt en el 2024, menos del 1% fue producido con FCNE de Hidrógeno Verde (Electrolisis 0,22Mta) y de Hidrógeno Azul (GN con CCUS).

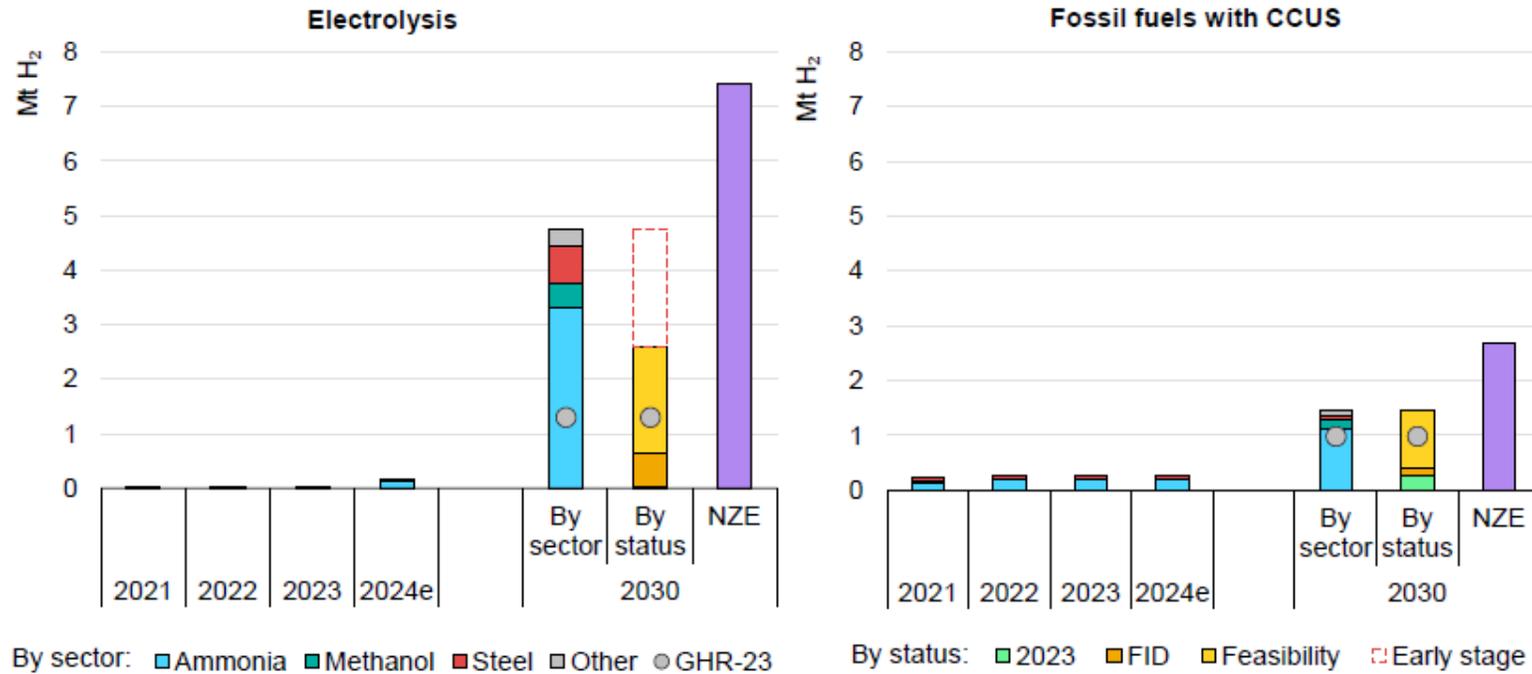
IEA. CC BY 4.0.

Notes: By-product hydrogen from the chlor-alkali industry is not included. CCUS = carbon capture utilisation and storage; RoW = rest of world; 2024e= estimate for 2024. The estimated value for 2024 is a projection based on trends observed until June 2024.

Global hydrogen production reached 97 Mt in 2023, practically all derived from unabated fossil fuels. China is the largest producer of hydrogen worldwide.

Contexto Mundial del Hidrógeno - Producción IEA.

Figure 2.7 Onsite production of low-emissions hydrogen for industry applications by technology and status, historical and from announced projects, 2021-2030



La producción mundial de H₂ proyectada de 100 Mt en el 2024, menos del 1.0% fue producido con FCNE de Hidrógeno Verde (Electrolisis 0,22Mta) y de Hidrógeno Azul (GN con CCUS).

IEA. CC BY 4.0.

Notes: GHR-23 = Global Hydrogen Review 2023; FID = Final investment decision; NZE = Net Zero Emissions by 2050 Scenario. 2024e values are estimates considering projects that have at least taken FID and are expected to be operational during 2024.

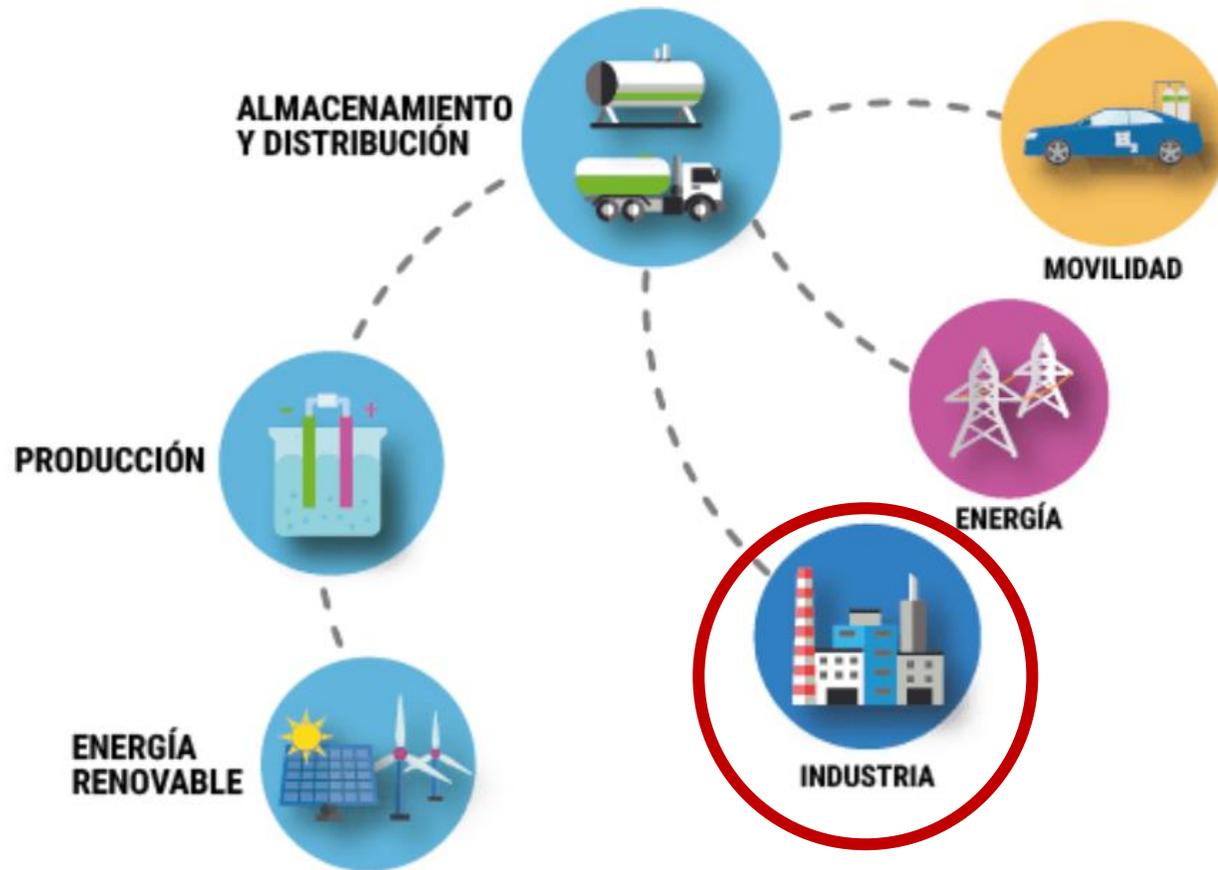
Source: [IEA Hydrogen Production Projects](#) (October 2024).

Announced projects for the onsite production of low-emissions hydrogen in industry can reach 6.2 Mtpa by 2030, meeting 60% of needs in the NZE Scenario.

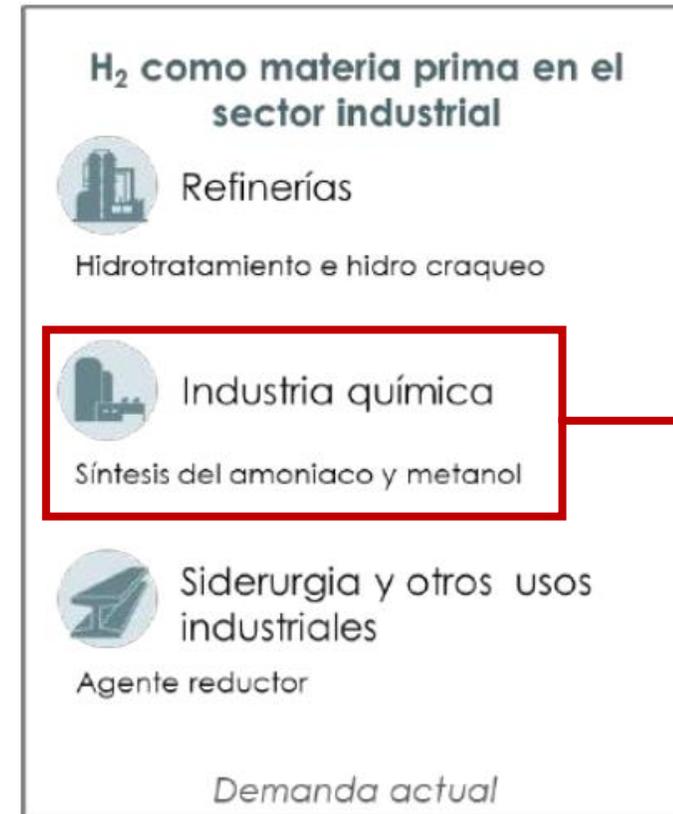
Contexto Nacional y Local del Hidrógeno

Colombia:

Demanda anual de hidrógeno, estimada en **150 KTM**, se produce mediante reformado de gas natural (hidrógeno gris).



“Hidrógeno como Sustituto de Materias Primas”

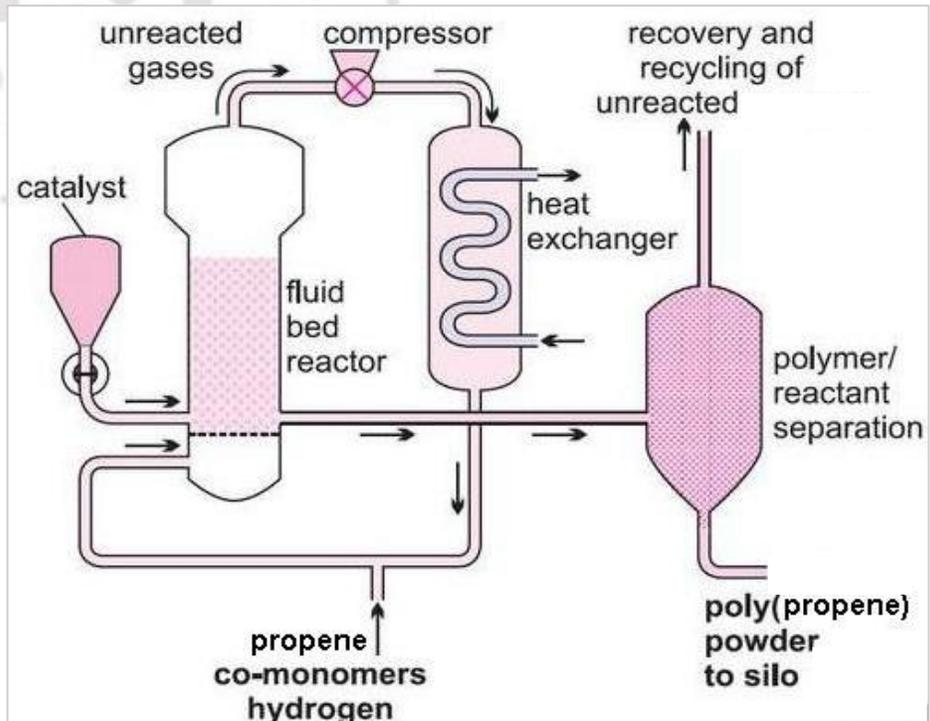
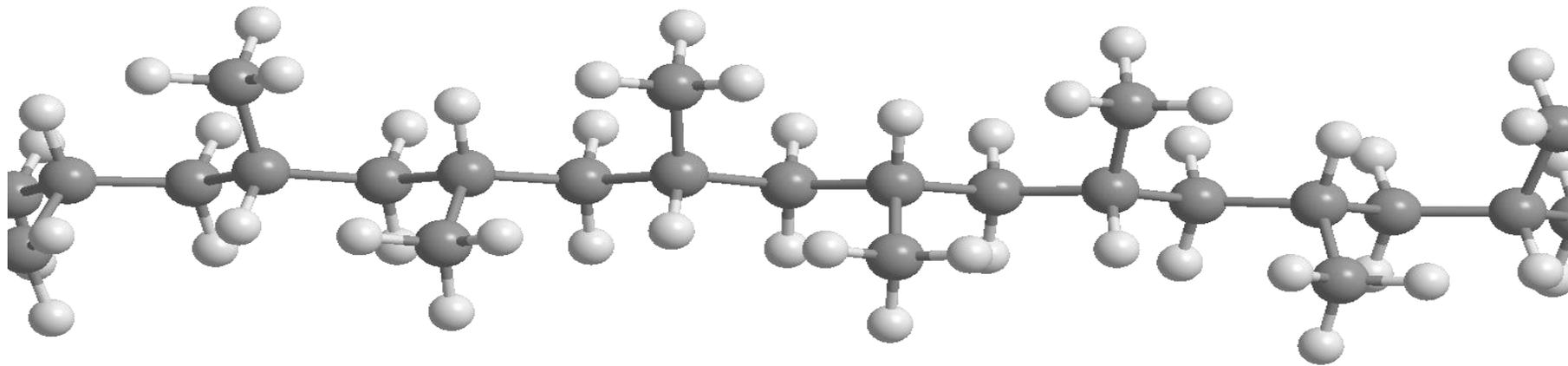
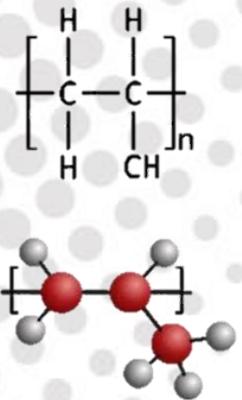


Producción Local de H₂ en CARTAGENA

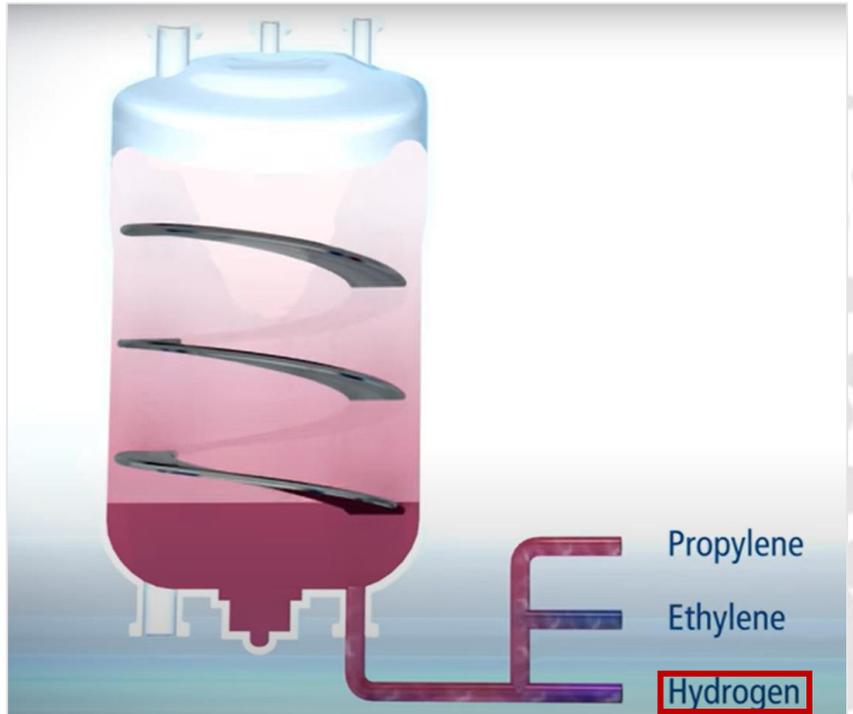
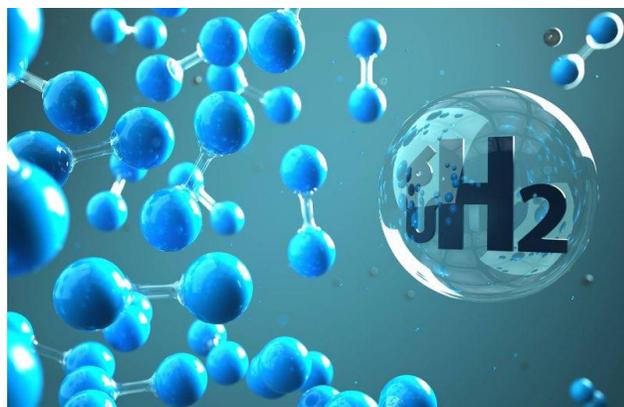
- Capacidad: **150,000 Nm³/mes** » **13,5 TM/mes**
- Tipo de hidrógeno: **hidrógeno gris/azul.**
- Fuente de electricidad: red nacional (Hidráulica)
- Huella de carbono: prom. **8.2 kgCO₂/kgH₂**

AGENDA

- 1 Introducción
- 2 Contexto Mundial / Local
- 3 Hidrógeno Verde ESENTTIA**
- 4 Resultados y Conclusiones



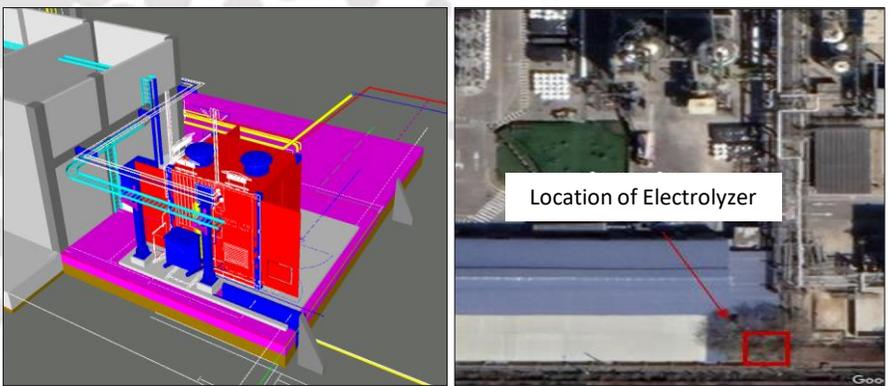
El Hidrógeno es utilizado como agente para controlar el crecimiento de la cadena del Polipropileno, controla del Peso Molecular del polímero en los Reactores.



Hidrógeno Verde ESENTTIA.



Implement facilities for the installation of a Electrolyzer type PEM (Proton Exchange Membrane) for production of Green Hydrogen (H₂) inside the PP Production Plants of ESENTTIA with an installed capacity of **10 Nm³/h**.



Location of Electrolyzer

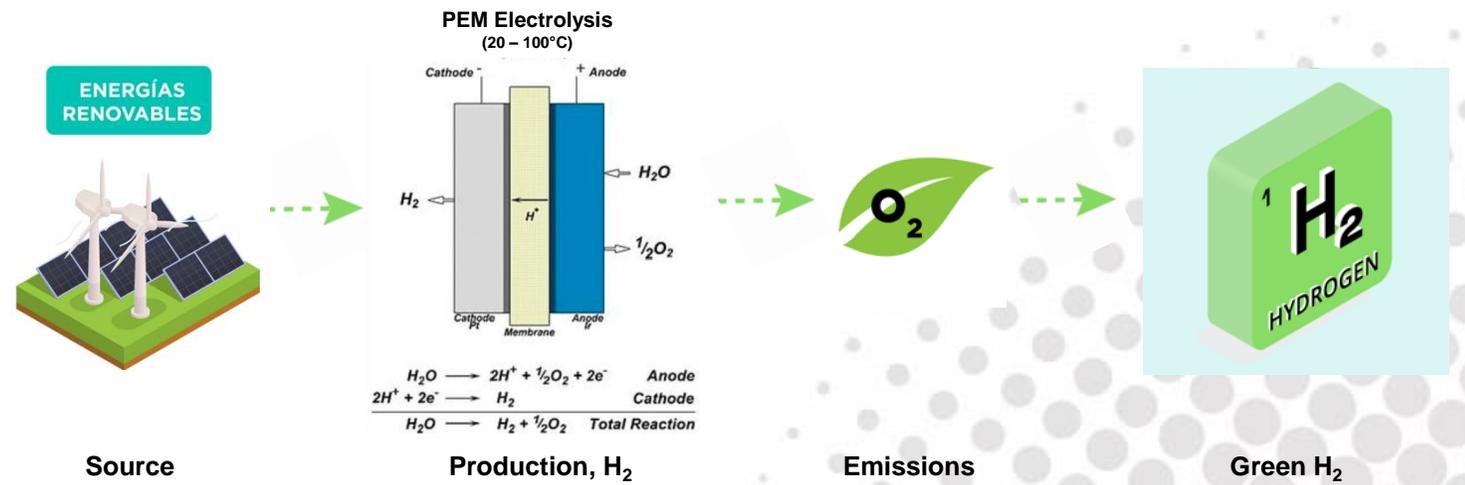


Container of H2B2 installed on ESENTTIA's Facilities

Capacity, H₂
7200¹
Nm³/month

Contribution
15%²
H₂ PP Plants

Solar Panels
52 kWh
On Warehouse



¹Monthly Production of H₂

²Contribution of Green H₂ for the PP-Production Plants

Fig. 1 Production Chain for Green H₂ Production

Hidrógeno Verde ESENTTIA.

Installed Capacity



Panels: 884 / 52 kWh
(323 kWp)

Energy



374.470 kW-hr/yr

Emissions¹



- 248 Ton/yr

Efficiency¹



3672 Tree/yr



Producción de Hidrógeno Verde Normas & Standards Petroquímica.

Marco Técnico – Estándares Generales para Uso de Hidrógeno

Estándares Generales



Clasificación de áreas

- **API RP 505** – *Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Division 1, and Division 2*
- **NFPA 497** - *Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas*
- **NFPA 70** – *National Electrical Code*



Fireproofing

- **API 2218** – *Fireproofing Practices in Petroleum and Petrochemical Processing Plants*



Protección de edificios contra explosiones

- **API RP 752** – *Management of Hazards Associated with Location of Process Plants Permanent Buildings*
- **API RP 753** – *Management of Hazards Associated with Location of Process Plant Portable Buildings*



Sistema de Fire & Gas

- **NFPA 72** - *National Fire Alarm and Signaling Code*



Contraincendio

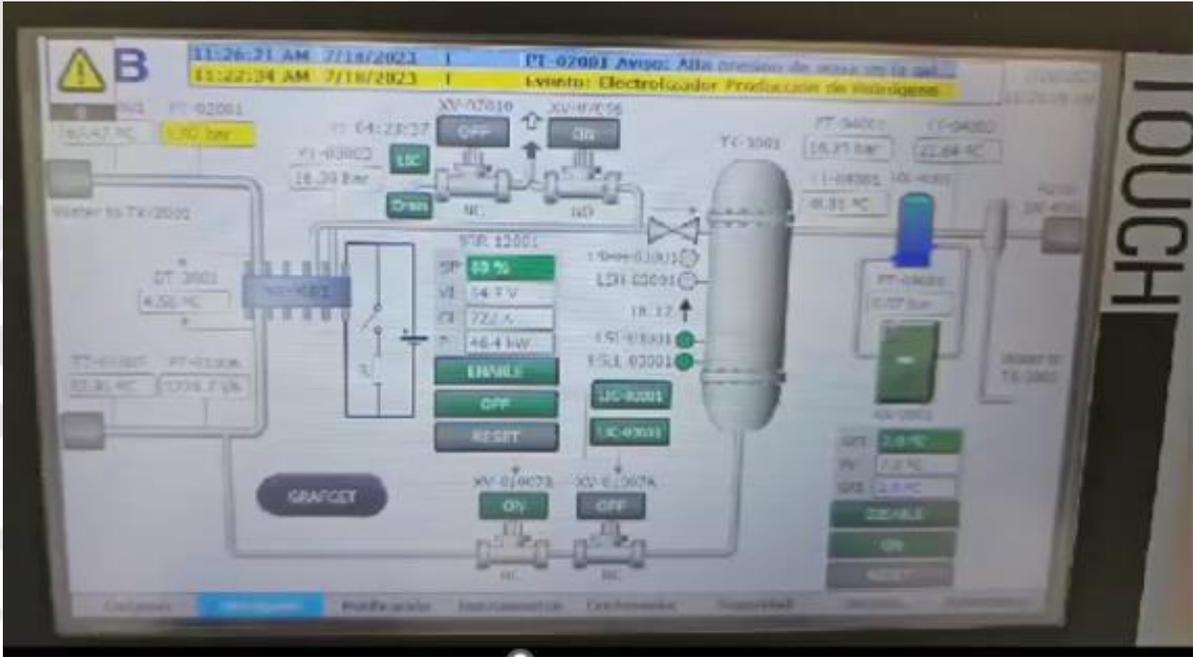
- **NFPA 24** - *Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and their Appurtenances*
- **NFPA 15** – *Standard for Water Spray Systems for Fire Protection*

Estándares Específicos para el Hidrógeno (H₂)



- **NFPA 2** - *Hydrogen Technologies Code*
- **NFPA 55** - *Compressed gases and Cryogenic Fluids Code*
- **ISO 15916** - *Basic Considerations for the safety of hydrogen Systems*
- **ISO 22734** - *Hydrogen generators using water electrolysis – Industrial, commercial and residential applications*

Experiencia Operativa del Electrolizador.



H2 a RXN

Tiempo Operación:
928 h

Tiempo Alineado a la Planta:
908 h

Oxígeno:
0.5 – 2 ppm

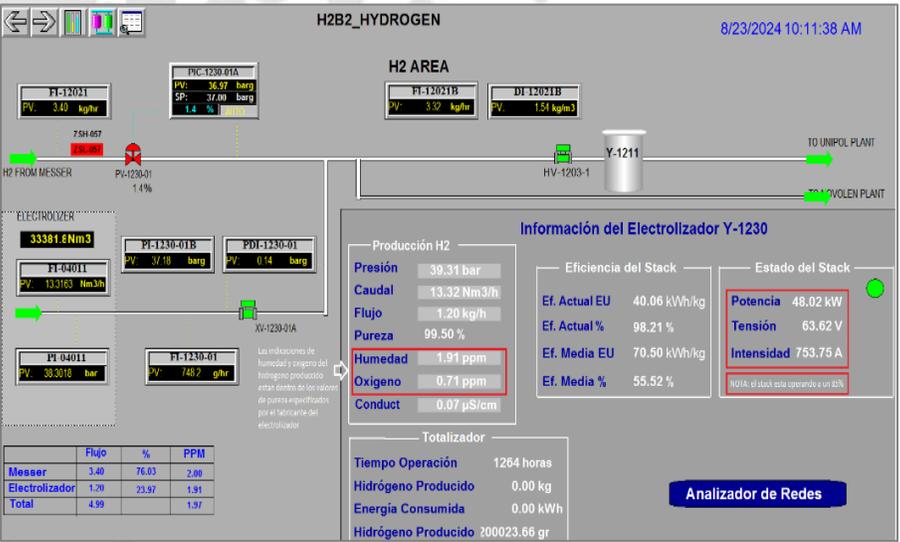
Humedad:
2-5 ppm

| 27/07/2023 17:00 | |
|---------------------------------|-------|
| Minutos a RXN | 40828 |
| Horas a RXN | 680 |
| Flujo Hidrógeno Producido (Nm3) | 6514 |
| Flujo Hidrogeno Producido (Kg) | 585 |

Logros obtenidos 2023:

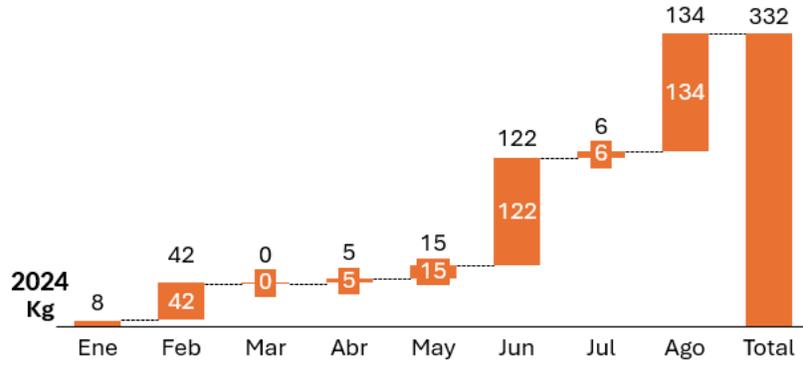
- Entrada en operación del electrolizador EL10N con capacidad nominal de 10 Nm3/h.
- Alimento del Hidrógeno Verde producido en el electrolizador a los reactores de polimerización de polipropileno (PP), con un tiempo de operación total de **908 horas**, y una producción de H2 verde de **9.803 Nm3 (773 Kg)**, de alta pureza, baja concentración de humedad, y concentración de oxígeno.

Experiencia Operativa del Electrolizador.



Estado: En servicio

Producción Mensual H2 Verde 2024

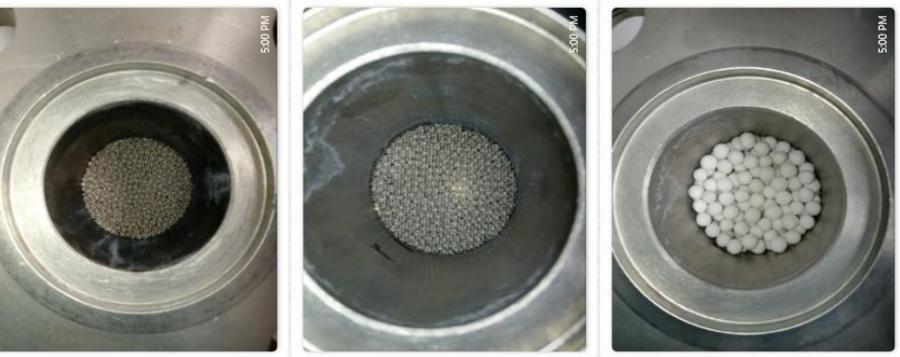


2023:

- Producción H2: 773 kg.

2024:

- Acumulado: 331.9 kg (3729.4 Nm3)
- Meta: 3729.4 Nm3/2800 Nm3 = 133 %



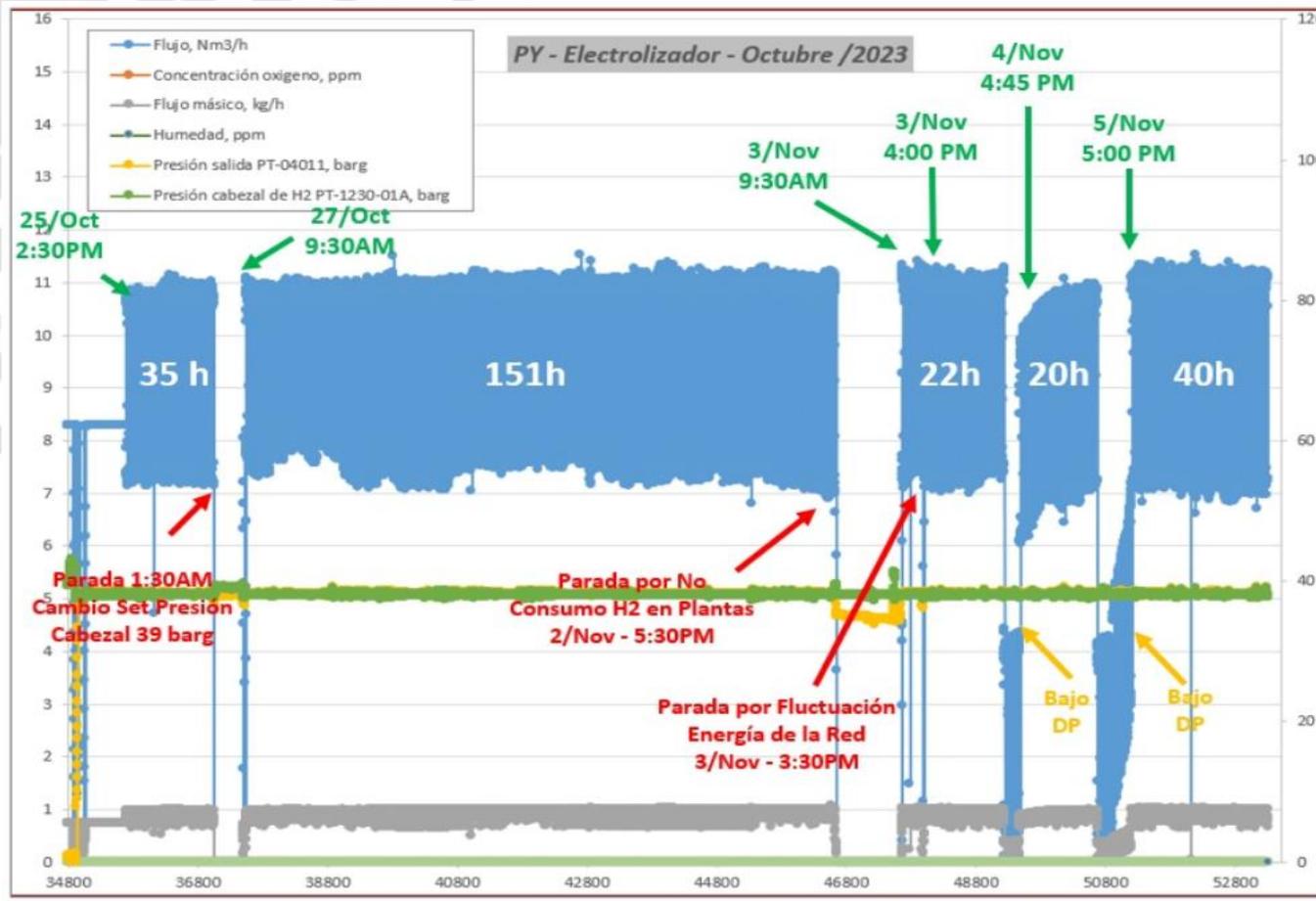
- Actividades:**
- Revamp del sistema de secado
 - Revamp del sistema de filtración del circuito de agua DEMI



Detectores de Fuego de H2

Lecciones Aprendidas:

3. Válvulas on/off y reguladora: Fuga



2023:

- Tiempo de operación total de 908 horas
- Producción de H₂ verde de 9.803 Nm³/h (773 Kg/h)

Acción: Fuga Válvulas + Sólidos



Válvula BPR en recalibración, actualmente abre 39 barg.



Back-Pressure Reg:

- Remplazo

Fuga de Válvulas On/Off:

- Reemplazo de válvulas para asegurar hermeticidad en el sistema de secado.



AGENDA

- 1 Introducción
- 2 Contexto Mundial Local
- 3 Hidrógeno Verde ESENTTIA
- 4 Resultados y Conclusiones**

Producción de Hidrógeno Verde ESENTTIA (Actual / Posibilidades Futuras).

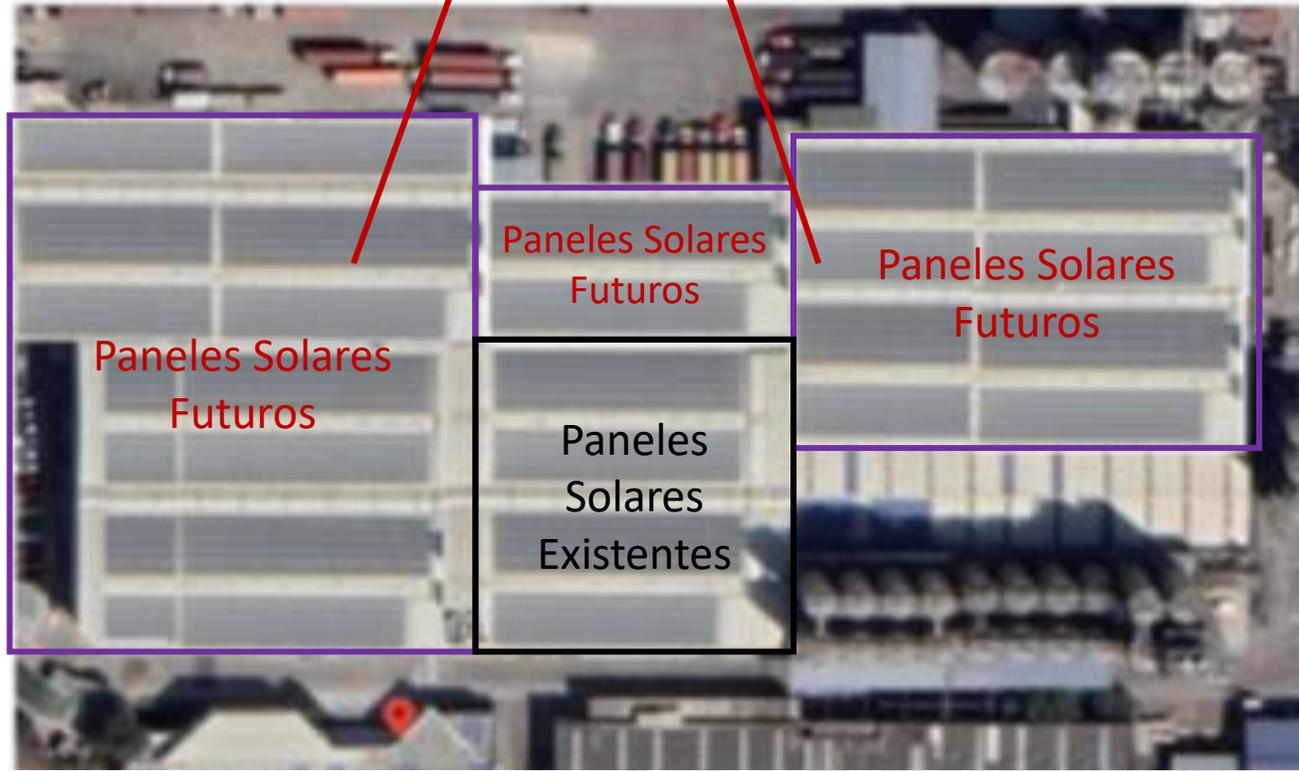


Operación Actual

| | |
|---|-------|
| Capacidad de Producción H ₂ Verde, kg/h | 0,898 |
| Costo de Producción H ₂ Verde, US \$ / kg | 5,43 |
| Ahorro en Costo producción H ₂ Verde, US \$ / kg | 18,13 |

Proyecto Futuro

| | |
|--|-------|
| Area de Cubiertas Disponibles, m ² | 13000 |
| Potencia Pico Paneles Solares, kWp | 1500 |
| Potencia NETA Paneles Solares, kW | 285 |
| Capacidad de Producción H ₂ Verde, kg/h | 5,12 |
| Capacidad de Producción H ₂ Verde, Nm ³ /h | 57 |



1. La producción de Hidrógeno Verde en ESENTTIA es factible técnica y económicamente, lo que permite potencializar su uso para atender gran mayor parte de su demanda en la “Producción de resina de Polipropileno (PP) utilizando Hidrógeno Verde como materia prima”.
2. El uso del hidrógeno verde permite reducir la huella de carbono en la cadena de suministro de materias primas, en lugar de hidrógeno convencional.
3. El desarrollo de equipos de mayor capacidad permite aumentar la confiabilidad y disponibilidad de la operación (7/24), aun cuando la demanda de Hidrógeno de Esenttia es muy baja en comparación con la demanda de las refinerías, u otros sectores.
4. La incorporación de esta tecnología de producción de “Hidrógeno Verde” requiere fuentes de energía No Convencionales mucho más confiables para tener costos competitivos de producción.
5. Es clave que el desarrollo de nuevas tecnologías sea trabajado en conjunto por la industria y los fabricantes de equipos, con el fin de que los diseños de procesos sean adaptados a una operación continua, confiable, y mantenible.

¡Gracias!



esenttia

Polipropileno, Polietileno
& Masterbatch

Transforma tu mundo