

# EL ROL DEL HIDRÓGENO EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

J. Molina<sup>(1)</sup>, L.G. Vander Mey<sup>(1)</sup>, S.M. Hodes<sup>(1)</sup>, G. Montiel<sup>(1)</sup>

dadle@inti.gov.ar

<sup>(1)</sup> Departamento de Almacenamiento de la Energía - Subgerencia de Energía y Movilidad (GODTEI) - INTI

Palabras Clave: Transición energética; hidrógeno; tecnologías de electrólisis.

## INTRODUCCIÓN

La transición energética (TE), motorizada por la demanda de acción climática, debe tener simultáneamente consistencia social, macroeconómica, fiscal, financiera y de balanza de pagos. Esto implica un cambio estructural en los sistemas de abastecimiento y utilización de la energía. La TE hacia fuentes verdes y sostenibles es determinante para cumplir objetivos cruciales de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) establecidos en el Acuerdo de París (2015) y ratificado por la COP26, Glasgow (2021). En el mediano plazo, horizonte 2030-2050, el hidrógeno está llamado a cumplir un papel clave. Este vector energético, que puede generarse de forma distribuida, es determinante por su capacidad de almacenar, transportar y ser convertido en energía verde bajo demanda. [1]

El hidrógeno azul, o hidrógeno bajo en carbono (HBC), en el corto/mediano plazo y, el hidrógeno verde (HV), en el mediano/largo plazo, serán las fuentes principales para llevar a cabo la TE. Estas definiciones derivan de una clasificación en función de las fuentes y procesos mediante los cuales se puede producir el hidrógeno (ver Figura 1).

El hidrógeno tiene diversos usos: en el sector industrial, aplicado a la industria química (producción de amoníaco y metanol), producción de acero y refinerías (para optimizar crudos pesados y para desulfuración). Puede emplearse en el sector del transporte, donde se puede utilizar puro o combinado con otras moléculas, que dan lugar a combustibles sintéticos. También, gracias a su elevado poder calorífico, puede emplearse para calefacción y generación de energía. [2]

## OBJETIVOS

En el presente informe se busca dar a conocer de qué manera se abordan desde el Departamento de Almacenamiento de la Energía, las distintas aristas de la temática "Economía del Hidrógeno". Los aspectos principales son: la certificación de origen del

hidrógeno y el desarrollo de electrolizadores en articulación con PyMES nacionales.

## DESARROLLO

Los consumidores finales deben tener garantizado el origen del hidrógeno (HBC o HV). Con este fin debe generarse un proceso de certificación que especifique los requisitos necesarios que debe cumplir cada producto. La certificación se materializa en un certificado. [3]

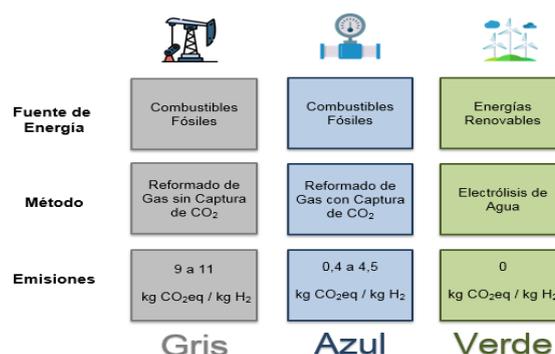


Figura 1: clasificación del hidrógeno según sus métodos de producción.

## Producción de hidrógeno

De todas las alternativas posibles, la forma más limpia de producir hidrógeno es mediante el proceso de electrólisis del agua, utilizando energías renovables.

El principio básico de funcionamiento de una celda de electrólisis consiste en dos electrodos en contacto con un electrolito y aislados eléctricamente por un separador que evita el cortocircuito. A través de ellos se hace pasar una corriente eléctrica continua para descomponer las moléculas de agua en sus elementos constituyentes, hidrógeno y oxígeno. El electrolito es el medio responsable del transporte de las especies químicas cargadas, aniones (-) y cationes (+), desde uno hacia otro de los electrodos.

Dentro de las tecnologías disponibles para este proceso se destacan cuatro tipos de

electrolizadores. Estos se denominan, según sus características, de la siguiente manera:

- Electrolizadores alcalinos (AWE);
- Electrolizadores de membrana de intercambio de protones (PEM);
- Electrolizadores de membrana de intercambio de aniones (AEM);
- Electrolizadores de óxidos sólidos (SOEC).

De todas las tecnologías de producción del hidrógeno, la electrólisis alcalina es la tecnología más madura y desarrollada hasta la fecha. Es, además, la que permite una mayor escala de producción.

La electrólisis del agua con membrana de intercambio de protones es una tecnología joven que tiene un buen rendimiento y estabilidad. Sin embargo, sus componentes críticos contienen materiales de elevado costo.

La tecnología de electrólisis con membranas de intercambio aniónico, aún se encuentra en desarrollo. Se necesita una investigación coordinada de la misma, para mejorar la eficiencia energética, la estabilidad de la membrana y la conductividad iónica, para reducir el costo total del stack e integrar catalizadores en los sistemas AEM.

Las celdas de electrólisis de óxido sólido se han desarrollado intensamente durante la última década, pero aún no existe un mercado consolidado, los equipos son a escala prototipo. Se caracterizan por operar a temperaturas elevadas, entre 700-850°C. [4]

Las principales diferencias entre las distintas tecnologías se observan en la siguiente tabla:

Característica	AWE	PEM	AEM	SOEC
Nivel de madurez	Comercial	Comercial baja escala	I+D	Escala de laboratorio
Temperatura de operación	70 - 90 °C	50 - 80 °C	40 - 60 °C	700 - 850 °C
Electrodos	Níquel	Platino Óxido de iridio	Níquel – Aleaciones NiFeCo	Perovskitas – Níquel/YSZ (Circonia estabilizada con tria)
Membrana	Zirfon®	Nafion®	Soporte polimérico DVB con KOH o NaHCO <sub>3</sub> 1 mol/l (Sustanion)	En desarrollo
Costo de capital Stack x 1MW	270.000 USD	400.000 USD	Desconocido	> 2.000.000 USD/MW
Ventajas	Bajo costo de capital; relativamente estable; tecnología madura	Diseño compacto; respuesta/inicio rápido; alta pureza de H <sub>2</sub>	Combinación de electrólisis AWE y PEM	Mayor producción directa de gas de síntesis
Desventajas	Electrolito corrosivo; permeación de gases; dinámica lenta	Costo elevado de las membranas poliméricas, metales nobles	Baja conductividad de OH <sup>-</sup> en las membranas poliméricas	Electrodos mecánicamente inestables (cracking); problemas de seguridad: sellado inadecuado

Tabla 1: comparación entre tecnologías de electrólisis.

## RESULTADOS

Para responder a la demanda generada en el marco de la “Economía del Hidrógeno”, el INTI forma parte de:

**Proyecto PITES**, elaboración de una hoja de ruta para la certificación del origen del

hidrógeno verde y bajo en carbono. Proyecto coordinado por Y-TEC, con participación del Organismo de Certificación y Desarrollo Sustentable de INTI.

**Proyecto FONTAR (en desarrollo)**, desarrollo nacional de un electrolizador de capacidad de 16 m<sup>3</sup>/h. En este proyecto se articula con el Parque Industrial de la Innovación Posadas y la empresa OHF.

**Convenio con empresa Omar Vetrano**, informe estratégico preliminar sobre el estado del arte de tecnologías de electrolizadores en Argentina. Actualmente en elaboración.

**Proyecto PIP**, desarrollo, construcción, optimización y prueba de un electrolizador de alrededor de 1 kWh de potencia, para producción diaria de 100 g de H<sub>2</sub>. Con CITCA (Catamarca) e INFIQC (Córdoba).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Para poder afrontar los compromisos internacionales de descarbonización de la matriz energética, incrementando la producción y distribución de energía baja en emisiones de GEI, es necesaria la creación e implementación de un marco normativo.

No debe perderse de vista que la obtención de hidrógeno bajo en carbono, o azul, es una solución que está bajo análisis, y debe resolverse si efectivamente contribuye a una disminución de los gases de efecto invernadero.

La producción de hidrógeno verde, además de ser, dentro de las mencionadas, la única propuesta libre de emisiones de GEI, suma la posibilidad de desarrollo de la industria nacional, al requerirse para el sistema total una serie de equipos periféricos, como compresores, tanques de almacenamiento y secadores, entre otros, para la cual existe capacidad productiva local.

## AGRADECIMIENTOS

A los equipos de trabajo del Departamento de Desarrollo Sustentable y del Organismo de Certificación del INTI, CITCA, INFIQC e Y-TEC.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Secretaría de Energía Ministerio de Economía, “Lineamientos para un Plan de Transición Energética al 2030”, (2021) 1–71.
- [2] International Renewable Energy Agency, Making the breakthrough: Green hydrogen policies and technology costs, (2021) 1-68.
- [3] <https://www.fao.org/3/ad094s/ad094s03.htm>
- [4] Departamento de Almacenamiento de la Energía, “Generación de hidrógeno verde. Oportunidades para la industria nacional”, (2022) 1-24.