

Proyecto de Cooperación Triangular: "Energía asequible y sustentable para el Paraguay: implementando la política energética nacional"

Proyecto de Cooperación Triangular: "Energía asequible y sustentable para el Paraguay: implementando la política energética nacional"

Ciclo de Seminarios internacionales: "Producción y uso de hidrógeno verde e innovaciones tecnológicas"

Organizado por ESENERG
21 de abril – 19 de mayo de 2021

El ciclo de seminarios se desarrolló en cuatro seminarios temáticos que contaron con la participación de conferencistas expertos en varios temas relacionados a la producción y el uso del hidrógeno verde como vector energético e insumo industrial. Los conferencistas son afiliados a institutos científicos líderes en Europa y actores privados en el mercado de hidrógeno:

- MSc Hans Vrijenhof e Ing. Kevin Kardux de la empresa Proton Ventures, Países Bajos
- Prof. Dr. Joan Morante y Dr. Marc Torell del Instituto de Investigación en Energía de Cataluña (IREC), España
- Dra. Andrea Herbst y Dr. Johannes Eckstein del Instituto Fraunhofer de Análisis de Sistemas e Innovación (ISI), Centro de Competencia Tecnología Energética y Sistemas Energéticos, Alemania
- Prof. Dr. Massimo Rivarolo y Dra. Daria Bellotti de la Universidad de Génova, Grupo de Energía Termoeléctrica, Italia
- MSc Luis Diazgranados de empresa de consultoría internacional HINICIO, con sede principal en Bélgica y oficinas en Colombia

Los temas de las cuatro sesiones y ocho conferencias abarcaron:

- *El amoníaco como medio de almacenamiento de hidrógeno verde.* Por sus propiedades físicas y químicas, el amoníaco es un medio adecuado para almacenamiento químico de hidrógeno producido por electrólisis del agua con uso de fuentes sostenibles de energía, incluidas la hidroelectricidad y las fuentes renovables intermitentes, tales como energía fotovoltaica y eólica. La oferta de la energía renovable determina la configuración de las plantas de producción de amoníaco verde, que incluyen sistemas de almacenamiento intermedio de electricidad e hidrógeno. Además de usos locales (incluyendo su uso como fertilizante), el amoníaco es un medio de almacenamiento de hidrógeno apto para su transporte a larga distancia (intercontinental) en el marco de un futuro mercado internacional de hidrógeno verde.

- *Uso del hidrógeno verde en el transporte:* transporte terrestre con especial énfasis en el transporte pesado carretero, transporte ferroviario, fluvial y marítimo. El hidrógeno, por su capacidad de almacenar gran cantidad de energía por unidad de masa, es considerado un vector energético que posibilita abastecer a vehículos de transporte de larga distancia y de exigencia de potencia elevada, utilizando, por ejemplo, celdas de combustible y motores eléctricos. En lo que se refiere al transporte marítimo, fluvial y aéreo se destacó la iniciativa del Pacto Verde Europeo para contar con puertos y aeropuertos con cero emisiones de Gases de Efecto Invernadero y la importancia de la transición al hidrógeno verde en esa iniciativa. No obstante, se resaltaron los desafíos referentes a los costos de

Proyecto de Cooperación Triangular: "Energía asequible y sustentable para el Paraguay: implementando la política energética nacional"

capital aún muy elevados y la necesidad de compensar con costos bajos de la energía o del vector energético.

- *El papel del hidrógeno en la descarbonización de la industria.* El hidrógeno y sus derivados asumen un papel importante en la transición de las economías energéticas mundiales y europeas hacia balance cero de emisiones de CO₂, en el año 2050, en el marco de un conjunto de medidas. En el sector industrial existe un alto potencial para aplicaciones de hidrógeno. No obstante, en la mayoría de los casos las tecnologías de uso de hidrógeno todavía se encuentran en las fases de desarrollo y demostración. Las perspectivas más prometedoras a corto y mediano plazo existen, por ejemplo, en la industria del acero, donde el proceso de reducción directa con hidrógeno puede ser aplicado de forma complementaria al horno de arco eléctrico. Existe también un potencial interesante de uso de hidrógeno en las industrias de químicos básicos, mientras que las posibilidades actuales de uso en las industrias de cemento y de pulpa & papel son más limitadas. Para incentivar la transición a tecnologías de cero-carbono, la Unión Europea emplea varios instrumentos, por ejemplo: el Sistema de comercio de derechos de emisión (ETS) y el Fondo de Innovación que cuenta con mil millones € anuales.

- *El uso de hidrógeno para el almacenamiento de energía y la posterior generación de energía eléctrica.* Existen varias tecnologías de almacenamiento de energía eléctrica, de las cuales el almacenamiento en forma de químicos es en particular apto para potencias y largos períodos de tiempo de almacenamiento. Entre las opciones de almacenamiento, el hidrógeno comprimido y los hidruros metálicos tienen mayor aplicación, tanto en proyectos de demostración como comerciales. Para la generación posterior de electricidad en pilas de combustibles existen varias tecnologías para aplicaciones estacionarias (pilas de combustible alcalinas y de óxido sólido) y para el transporte vehicular y marítimo (con membrana de tipo polimérica). La capacidad de las pilas de combustible instalado en el mundo ha aumentado hacia > 1.200 MW en el año 2020.

- *El uso del hidrógeno para la producción de metanol, amoníaco/fertilizantes verdes, combustibles sintéticos y otros productos de la industria química.* Existen varias aplicaciones del hidrógeno para producir combustibles sintéticos, incluidos: metano, metanol y sus derivados éter dimetilico (DME) y éteres de polioximetileno dimetilo (OMEs), hidro-metano y amoníaco. Entre las aplicaciones de estos combustibles se encuentran: el uso en motores de combustión interna (metano, metanol) y para su distribución en las redes de gas natural (hidro-metano). El uso de metano es en particular interesante en combinación con la captura de CO₂ como insumo para la producción de metanol. Además, se tienen usos como químicos y agentes de refrigeración, los DME son potenciales combustibles innovadores. El amoníaco, que tradicionalmente es utilizado en la industria de fertilizante y usos para limpieza, puede ser utilizado como combustible o como medio de almacenamiento de hidrógeno. Otra aplicación del hidrógeno verde se podría dar mediante el proceso Fischer-Tropsch para la síntesis de hidrocarburos como diesel o gasolinas.

- *El hidrógeno verde como insumo innovador, ambiental y socialmente sostenible para la cadena de valor industrial.* Dependiendo de su forma de producir, existen varias denominaciones de este producto, como por ejemplo el hidrógeno gris, azul y verde, destacándose el hidrógeno verde por su producción sostenible (amigable en el marco de las emisiones de gases de efecto invernadero – GEI) por electrólisis del agua a partir de energías renovables. En la actualidad, solamente 2% de la producción de hidrógeno es verde. Entre las aplicaciones del hidrógeno se encuentran su uso en los sistemas de

Proyecto de Cooperación Triangular: "Energía asequible y sustentable para el Paraguay: implementando la política energética nacional"

distribución de gas, en forma de combustibles sintéticos, en el sector de transporte, para generación eléctrica y en ciertas ramas industriales, resultando en ahorros de emisiones en el orden de 8 - 17 kgCO₂/kgH₂ usado y distintos niveles de costo de abatimiento. El consumo de agua no es relevante. Con respecto a su uso en vehículos, los sistemas basados en hidrógeno (pilas de combustibles) tienen ventajas ambientales con respecto al uso y al reciclaje de materias primas, en comparación con baterías eléctricas. Los beneficios sociales del hidrógeno se refieren principalmente a la generación de empleos directos e indirectos en la cadena de su producción y aplicación, con mayor énfasis en empleos indirectos. En un reciente estudio, se cuantificó el empleo proyectado en Chile en 22.000 empleos en 2030 y 94.000 en 2050. En América Latina, una limitante importante es la carencia de la manufactura de tecnología, lo que implica la necesidad de alianzas con proveedores de estas tecnologías.

Además, se realizó, por cortesía del Ministerio de Energía de Chile, una conferencia sobre la *Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde de Chile*, que fue dictada por MSc Ing. Verónica Puga Durán de ese ministerio.

En resumen, entre las principales conclusiones se pueden destacar las siguientes:

- El hidrógeno verde es un vector energético e insumo industrial con alto potencial de aplicación en varios sectores de consumo, incluidos los sectores de transporte (para transporte pesado carretero, ferroviario, fluvial y marítimo), el desarrollo industrial (industrias de procesos y de producción de químicos básicos) y el desarrollo de combustibles sintéticos, en el marco de la transición a la economía verde.
- Las tecnologías de almacenamiento tienen un papel crucial en las aplicaciones del hidrógeno, en particular para el transporte.
- La producción de hidrógeno verde de fuentes de energía renovable intermitentes y su almacenamiento como amoníaco o como metanol verde es técnicamente factible.
- El costo de la electricidad es la variable más importante para la rentabilidad de la producción de hidrógeno verde, tanto para utilidades locales como para su exportación a futuros centros de consumo de hidrógeno, por ejemplo, la Unión Europea.
- El uso de hidrógeno verde resulta en ahorros de emisiones de CO₂ importantes, principalmente en el transporte, pero debe ser estudiado en cada caso. Además, los sistemas de almacenamiento y generación de electricidad en pilas de combustibles se destacan por ventajas ambientales con respecto al uso y al reciclaje de materias primas, en comparación con baterías eléctricas.
- Tanto en el ámbito internacional como en el de América Latina, la economía de hidrógeno ofrece potenciales importantes para la generación de nuevos empleos directos e indirectos.
- En la Unión Europea, la introducción de las tecnologías de hidrógeno en el mercado es parte de la política de transición energética comunitaria en el marco del Pacto Verde, que incluye la aplicación imperativa de instrumentos y fondos públicos masivos.
- Existen oportunidades para los países de América Latina, en lo que se refiere a la transición hacia el hidrógeno verde, donde se encuentran desarrolladas (o existe potencial relevante) las fuentes renovables de energía para la generación de electricidad. En este sentido, la formulación de políticas públicas, con base en análisis previos detallados para cada caso, es esencial para impulsar esa transición.



Implementada por:



Ministerio de Industria, Energía y Minería



Secretaría TÉCNICA DE PLANIFICACIÓN DEL DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL



Ministerio de OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES Vice Ministerio de MINAS Y ENERGÍA

Proyecto de Cooperación Triangular: "Energía asequible y sustentable para el Paraguay: implementando la política energética nacional"