

# Hidrógeno verde para la transición energética

Carla Sofía Iannone

Ayudante de Primera de la Cátedra de Economía General



La agenda ambiental internacional reconoce la estrecha relación entre nuestros patrones de consumo y producción, las emisiones de gases de efecto invernadero y el cambio climático. Diversas investigaciones científicas muestran que el sector energético es el que más contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero. La matriz energética de nuestro país está fundamentada en los combustibles fósiles, pero cada vez toman más relevancia las energías renovables y las energías no convencionales. El objetivo de este artículo es mostrar el rol del hidrógeno verde como oportunidad para la diversificación de la matriz energética de la Argentina. Se concluye que en el país existen posibilidades climáticas y técnicas para poder impulsar y desarrollar la cadena de valor del hidrógeno verde, aportando a la generación de conocimiento científico, empleo de calidad y soberanía nacional.

## Introducción

Actualmente existe un amplio consenso científico respecto de la relación existente entre la alteración de los patrones climáticos y su intensificación a partir del desarrollo de actividades humanas. El reciente informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) destaca los impactos del cambio climático en las economías y la sociedad en general, la seguridad alimentaria y del agua, la salud humana y los daños a la naturaleza (IPCC, 2023). En el mismo se enfatiza el impacto en las comunidades vulnerables, las cuales han contribuido en menor proporción al cambio climático, que sin embargo se ven afectadas negativamente de forma desproporcionada (IPCC, 2023). En la misma línea, Hickel (2020) analiza la responsabilidad de los países por los daños relacionados al cambio climático según las emisiones de CO<sub>2</sub> acumuladas, sus resultados muestran que el Norte Global<sup>1</sup> fue responsable del 92% de las emisiones.

Asimismo, diversas investigaciones científicas de alcance nacional e internacional hacen hincapié en el impacto ambiental que presenta la extracción y uso de combustibles fósiles. En particular, las altas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que esta actividad genera a escala global en la atmósfera y su incidencia directa en el calentamiento global, una de las causas del cambio climático. La Argentina no escapa a esta realidad, según el último Inventario de Gases de Efecto Invernadero Nacional, el sector energético aportó el 51% de las emisiones de GEI (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MAyDS], 2022). En nuestro país, la oferta interna total de energía se caracteriza por su dependencia de combustibles fósiles, abasteciéndose de gas natural en

un 55% y de petróleo en un 31% (Secretaría de Energía, 2021).

En este contexto, se refuerza la necesidad de llevar adelante políticas de adaptación y mitigación al cambio climático que consideren las responsabilidades comunes pero diferenciadas de cada país. Es así como las energías limpias y renovables adquieren relevancia, debido a que se caracterizan por provenir de fuentes naturales, cuya reposición es más rápida que su consumo, y por no emitir GEI. Dentro del Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático se tiene como horizonte a largo plazo la descarbonización de la matriz energética del país, con cambios estructurales y siguiendo una transición energética justa, asequible y sostenible (MAyDS, 2022).

Para llevar adelante esta transición energética, es necesario considerar las capacidades tecnológicas y productivas del país y garantizar el acceso a energía segura y de calidad a la población. Así, la transición se presenta “como una oportunidad para impulsar el desarrollo local mediante el desarrollo de nuevas industrias, empleos y cadenas de valor que promuevan una matriz energética abastecedora de energía segura, asequible y competitiva” (MAyDS, 2022). Para cumplir con los objetivos que se propone el Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático, se plantean una serie de líneas de acción estratégicas, entre las que se destaca a la Estrategia Nacional para el Desarrollo del Hidrógeno. Esta línea busca desarrollar la cadena de valor e impulsar un complejo productor y exportador de hidrógeno como un vector energético novedoso con nulas o bajas emisiones de GEI (MAyDS, 2022). El objetivo de este artículo es mostrar el rol del hidrógeno verde como oportunidad

<sup>1</sup> En su análisis, Hickel (2020), utiliza el término Norte Global para englobar a Estados Unidos, Canadá, Europa, Israel, Australia, Nueva Zelanda y Japón.



para la diversificación de la matriz energética de la Argentina.

## ¿Qué es el hidrógeno verde?

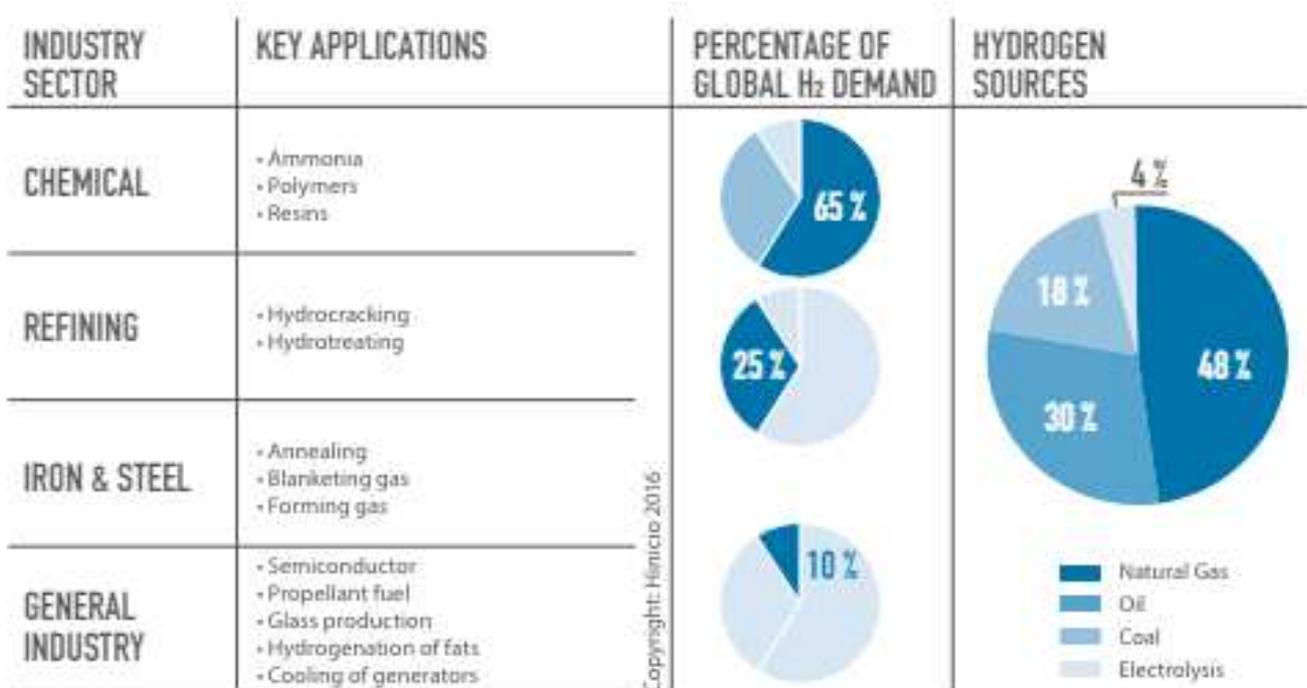
El hidrógeno es el elemento más abundante de la Tierra, pero no se lo puede obtener por actividades mineras o de extracción, ya que no es considerado un recurso natural ni se lo encuentra en estado libre. El hidrógeno es un producto, ya que se puede obtener a partir de otras materias primas como agua, biomasa o los recursos fósiles, y para ello, se consume algún tipo de energía primaria (nuclear, renovable o fósil) (Linares Hurtado y Moratilla Soria, 2007).

Un vector energético es todo aquello que permita almacenar energía, para que sea liberada de manera controlada en el

momento deseado. El hidrógeno es un vector energético, es decir un portador de energía que permite almacenar energía de manera segura y distribuirla a lugares alejados de los centros de generación de la misma.

El llamado hidrógeno “verde” es el hidrógeno que se obtiene por la electrólisis de la molécula de agua, a través de fuentes de energía renovables, que no generan emisiones de GEI. Actualmente la producción de hidrógeno, a nivel mundial, es mayoritariamente a partir de fuentes fósiles, mientras que solamente un 4% se produce por medio de la electrólisis (Gráfico 1). Si bien el agua no es la principal fuente de producción de hidrógeno, es la única alternativa para la producción de hidrógeno verde.

Gráfico 1. Demanda global de hidrógeno y fuentes de producción.



Fuente: International Renewable Energy Agency [IRENA], 2018

El hidrógeno de bajas emisiones, pero particularmente el hidrógeno verde, se presenta como una oportunidad para la

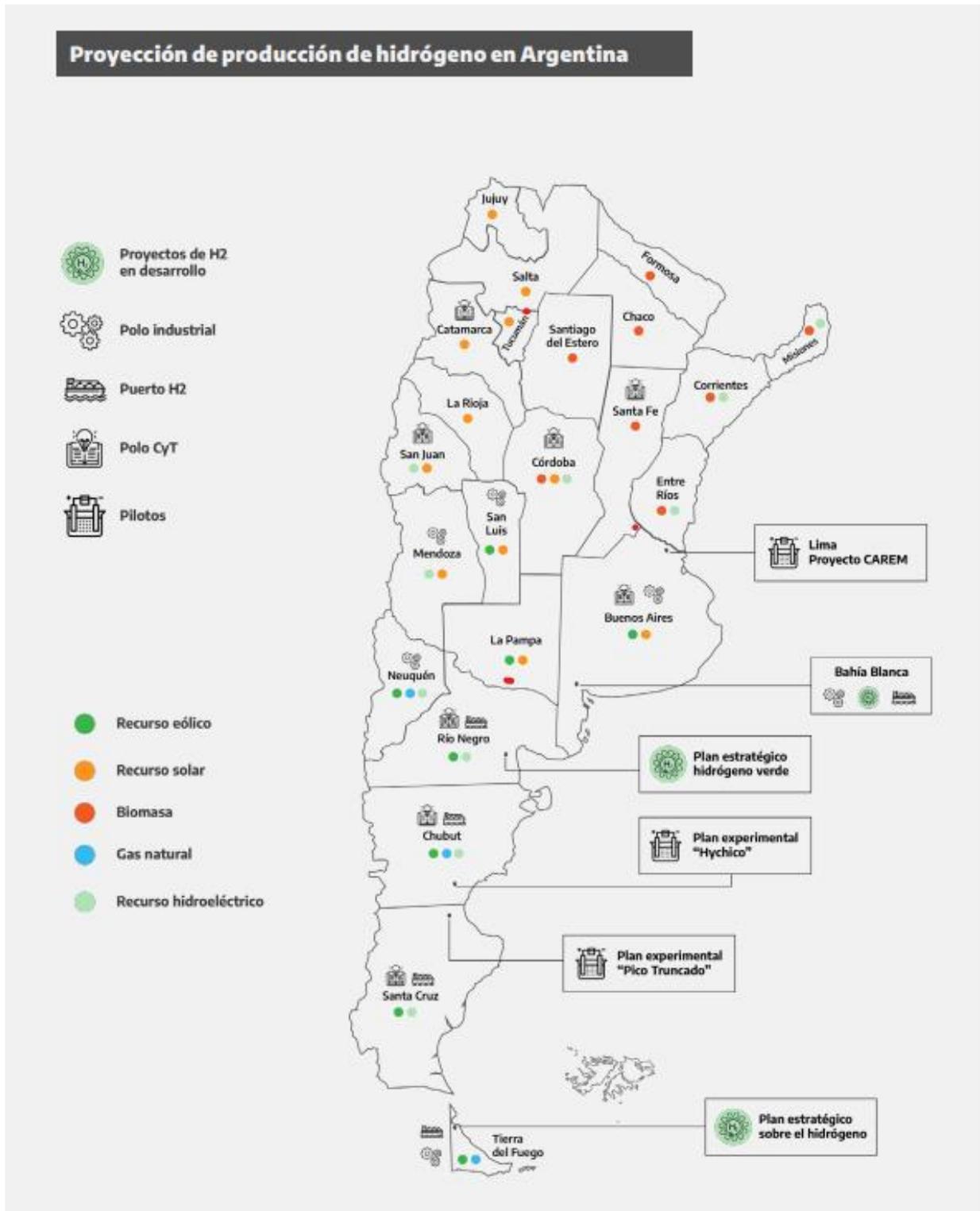
descarbonización de la matriz energética, aprovechando las condiciones naturales del país. Argentina presenta un conjunto



de ventajas que permiten proyectarla como potencial productora de hidrógeno de bajas emisiones, como la gran riqueza y variedad de recursos naturales, además de las capacidades industriales y tecnológicas.

En la Estrategia Nacional para el Desarrollo del Hidrógeno se proyecta la producción del hidrógeno en el territorio nacional (Gráfico 2).

Gráfico 2. Proyección de producción de hidrógeno en Argentina.



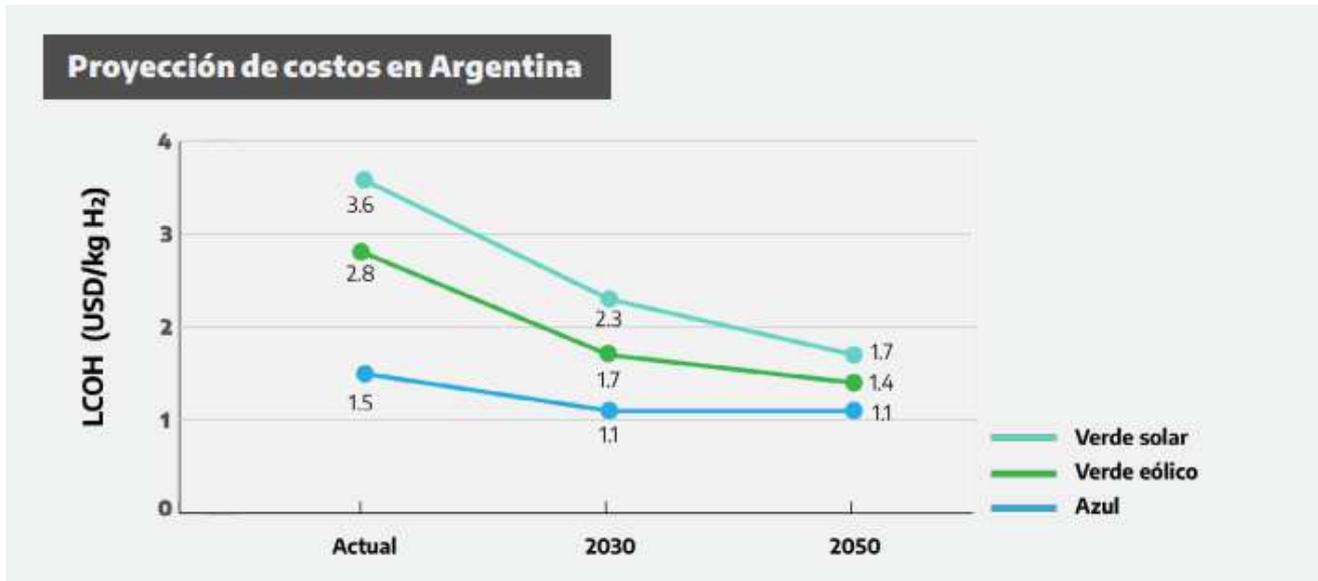
Fuente: Secretaría de Asuntos Estratégicos (2023).



Asimismo, se consideran las ganancias de eficiencia de los electrolizadores y las tecnologías asociadas, por lo que proyectan una curva de reducción de costos, que

ubica al país entre las regiones más competitivas del mundo para la producción de hidrógeno de bajas emisiones (Gráfico 3).

Gráfico 3. Proyección de costos de producción de hidrógeno en Argentina.



Fuente: Secretaría de Asuntos Estratégicos (2023)

Es de resaltar el rol central del potencial de producción de energía eólica en provincias del sur de la Argentina y algunas del centro del país, como también la energía solar en provincias del centro y noroeste, ya que estas fuentes renovables pueden ser utilizadas en la cadena de producción del hidrógeno verde. El hidrógeno producido se transforma, entonces, en un portador de energía renovable, que al ser almacenado, aporta a la compensación de las faltantes de energía, debido a que no son constantes en su generación (IRENA, 2018).

La Provincia de Buenos Aires presenta aptitudes para la producción de hidrógeno

verde, ya que cuenta con plantas generadoras de energía eólica y solar. Asimismo, posee polos científicos y tecnológicos con amplia trayectoria en temas vinculados al hidrógeno (ver Energía Estratégica, 2021; Sica, s.f.; Mejor Energía, 2023; Energía Estratégica, 2023). El puerto de Bahía Blanca se destaca, ya que cuenta con servicios adaptados para el despacho de productos derivados del hidrógeno, como el amoníaco<sup>2</sup> (Secretaría de Asuntos Estratégicos, 2023). El amoníaco se presenta como un derivado químico del hidrógeno, cuya forma líquida tiene una densidad energética mayor y en su combustión no libera

amoníaco, a partir de la conversión de hidrógeno verde, que necesita de condiciones menos extremas para su transporte y almacenamiento (Salmon y Bañares-Alcántara, op. cit.). Además, la conversión a amoníaco permite el acceso a terminales de carga o recepción que ya existen, así como el comercio internacional de este compuesto.

<sup>2</sup> Si bien el hidrógeno verde tiene un alto poder calorífico y transporta más energía por unidad de peso que los combustibles fósiles convencionales, presenta ciertas limitaciones en cuanto a su transporte en grandes cantidades, de forma económica y segura, ya que su forma líquida necesita de condiciones criogénicas (Salmon y Bañares-Alcántara, 2021). Una posible solución a esto es la producción de



emisiones de carbono (Salmon y Bañares-Alcántara, 2021).

En el año 2006 se sancionó la Ley 26.123 donde se declara de interés nacional el desarrollo de la tecnología, la producción, el uso y aplicaciones del hidrógeno como combustible y vector de energía. En su artículo 13 se plantea la creación de un Fondo Nacional de Fomento al Hidrógeno (FONHIDRO), cuya finalidad será financiar los planes del Programa Nacional del Hidrógeno que resulten aprobados. Sin embargo, hoy en día, no se encuentra reglamentada la ley, como tampoco se creó el Fondo. Por este motivo, y atendiendo a la agenda ambiental internacional, como también reconociendo la relevancia del hidrógeno verde como herramienta de mitigación del cambio climático, se presentaron varios proyectos de ley al Congreso de la Nación Argentina, que buscan incentivar la investigación, el desarrollo y la producción del hidrógeno verde en el país, considerando la diversificación y descarbonización de la matriz energética. Actualmente, no parecen tener tratamiento parlamentario.

Sin embargo, la actividad no ha dejado de cobrar relevancia y de crecer dentro del país. Desde el sector público-privado, la empresa argentina Y-TEC trabaja en la generación de tecnologías para la industria energética y surge de un trabajo en conjunto de YPF y el CONICET. Tienen distintas líneas de investigación y desarrollo para la industria energética nacional, incluyendo líneas de energía no convencional y energías renovables. En 2020, Y-TEC lanzó H2Ar, un consorcio para el desarrollo de la Economía del Hidrógeno en el país,

que se presenta como un espacio de trabajo colaborativo entre empresas integrantes de la cadena de valor del hidrógeno. Entre los objetivos que tiene el consorcio, buscan “promover pilotos que definan eficiencias, costos y operación de cada una de las soluciones propuestas y dar señales de inversión que activen el mercado” (Y-TEC, s.f.). En paralelo, Y-TEC se encuentra trabajando en el almacenamiento de energía: en la producción nacional de celdas para baterías de litio, con la construcción y puesta en marcha de la primera planta piloto de producción de baterías de litio nacional<sup>3</sup>, y en el desarrollo de electrolizadores para la producción de hidrógeno verde (Energía Estratégica, 2021; Redacción Mejor Energía, 2023).

Asimismo, desde el sector privado, existe la Plataforma H2 Argentina, integrada por entidades académicas, no gubernamentales y cámaras de empresarias, conformada a finales de 2020. Los objetivos que persiguen desde la Plataforma son alentar, promover y trabajar en el desarrollo del hidrógeno verde en el país, aportando a la descarbonización de la economía en el marco de la transición energética. Desde este espacio se ha llevado a cabo el Foro de Transición Energética e Hidrógeno Verde en Chubut, Argentina, que contó con seis paneles en los que disertaron representantes de embajadas y agencias de cooperación europeas, de la industria, legisladores nacionales, autoridades nacionales y provinciales, académicos, especialistas y organizaciones no gubernamentales (Plataforma H2 Argentina, 2024). Asimismo, han elaborado documentos comparando ejes centrales de los proyectos de

<sup>3</sup> Se trata de la Planta UniLib, en La Plata, Buenos Aires. Es un emprendimiento conjunto entre el CONICET, Y-TEC y la Universidad Nacional de La Plata, y es la primera planta nacional que producirá baterías con celdas de litio. Hasta el momento, en el país se importan o ensamblan celdas para la producción de baterías de origen extranjero (CONICET, 2022). La materia prima que se usará en la planta también será de origen nacional: litio desde Catamarca, Salta y Jujuy.

En la planta se fabricarán celdas y baterías de litio, herramientas clave para la transición energética, ya que son utilizadas para almacenar energía renovable (Periferia, 2022) y pueden ser de gran ayuda para compensar las variaciones en la provisión de estas, como también, permitir que llegue a regiones alejadas de los puntos de generación de energía o ser usadas en autos y otros medios de movilidad eléctricos.



ley en torno al hidrógeno y presentaron un documento con aportes para actualizar la Ley 26.123.

A pesar del potencial que se reconoce de la cadena del hidrógeno en el país, en la actualidad, a nivel global y, por extensión, también en la Argentina, se presentan ciertos desafíos (IRENA, s.f.):

Cada paso de conversión, desde la molécula de agua hasta el uso del hidrógeno, o sus derivados químicos asociados, como vector energético, significa una pérdida de eficiencia energética.

Los costos de la producción del hidrógeno verde son mayores a los costos de producción de energías fósiles, así como la infraestructura asociada al almacenamiento y transporte del hidrógeno.

El mercado de hidrógeno es incipiente y no hay establecido un precio.

Falta de visión integral en las políticas y estrategias nacionales globales.

Como ya se ha mencionado, en particular en el país, el principal desafío es la falta de regulación del hidrógeno verde, que pueda orientar e impulsar la actividad, las inversiones en la materia y las articulaciones público-privadas.

## Referencias Bibliográficas

- CONICET, (27 de octubre de 2022). Autoridades del CONICET visitaron la sede de Y-TEC en Berisso. Disponible en: <https://www.conicet.gov.ar/autoridades-del-conicet-visitaron-la-sede-de-y-tec-en-berisso/>
- Energía Estratégica, (19 de noviembre de 2021). Y-TEC se alía para construir un electrolizador nacional de 1 MW en Argentina. Disponible en: <https://www.energiaestrategica.com/y-tec-se-alia-para-construir-un-electrolizador-nacional-de-1-mw-en-argentina/>
- Energía Estratégica, (29 de septiembre de 2023). YPF e YPF Luz firmaron un acuerdo de entendimiento con una empresa coreana para explorar la producción de hidrógeno verde. Disponible en: <https://www.energiaestrategica.com/ypf-e-ypf-luz-firmaron-un-acuerdo-de-entendimiento-con-una-empresa-coreana-para-explorar-la-produccion-de-hidrogeno-verde/>
- Hickel, J. (2020). Quantifying national responsibility for climate breakdown: an equality-based attribution approach for carbon dioxide emissions in excess of the planetary boundary. *Lancet Planet Health* 2020; 4: e399-404.
- IPCC, (2023). Summary for Policymakers. En: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the*

## Conclusiones

En un contexto de cambio climático, con aumento de la brecha de inequidad en la sociedad, por las situaciones de vulnerabilidad exacerbadas por las consecuencias de este cambio, la transición energética debe ser un fundamentalmente un proceso justo. No sólo se deben atender los compromisos asumidos en la agenda ambiental internacional, sino que también se debe garantizar el acceso a energía a un precio asequible y a costos competitivos, impulsando el desarrollo local, con nuevas industrias, generando empleos de calidad y cadenas de valor que diversifiquen la matriz energética nacional.

Así es como el hidrógeno verde, junto con el impulso y desarrollo de su cadena de valor, no solo aportaría a la diversificación de la matriz energética y al cumplimiento de los compromisos internacionales, sino que también se presenta como una herramienta fundamental en la generación de conocimiento científico, empleo de calidad y soberanía nacional, que permitiría la comercialización de productos con elevado valor agregado en origen.



Intergovernmental Panel on Climate Change [Lee y Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Suiza, pp. 1-34. Disponible en: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_SPM.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf)

- IRENA, (s.f.). Hydrogen. Overview. Disponible en: <https://www.irena.org/Energy-Transition/Technology/Hydrogen>
- IRENA, (2018). Hydrogen from renewable power: Technology outlook for the energy transition. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. ISBN 978-92-9260-077-8.
- Ley 26.123. Declárase de interés nacional el desarrollo de la tecnología, la producción, el uso y aplicaciones del hidrógeno como combustible y vector de energía. Disponible en: <https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/115000-119999/119162/norma.htm>
- Linares Hurtado, J. I., y Moratilla Soria, B. Y. (2007). El hidrógeno y la energía. Asociación Nacional de Ingenieros del ICAI y Universidad Pontificia Comillas (Eds.). ISBN: 978-84-932772-9-1.
- MAyDS, (2022). Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero: Argentina 2021. ISBN: 978-987-8959-10-8.
- MAyDS. (2022). Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático. Disponible en: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/pnaymcc\\_2022\\_-\\_vf\\_resol.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/pnaymcc_2022_-_vf_resol.pdf)
- Mejor Energía, (20 de marzo de 2023). Y-TEC comenzó a desarrollar un proyecto clave para la producción de hidrógeno verde. Disponible en: <https://www.mejorenergia.com.ar/noticias/2023/03/20/1095-y-tec-comenzo-a-desarrollar-un-proyecto-clave-para-la-produccion-de-hidrogeno-verde>
- Periferia, (18 de noviembre de 2022). El presidente de Y-TEC (YPF+CONICET) detalló los avances del acuerdo con Santiago del Estero para que la provincia instale la segunda planta de baterías y celdas de litio y repasó el acuerdo para exploración en Catamarca. Disponible en: <https://periferia.com.ar/Audio/salvarezza-tenemos-que-ser-capaces-de-industrializar-el-litio/>
- Plataforma H2 Argentina, (26 de abril de 2024). Organizado por la Plataforma H2 Argentina y el Gobierno de Chubut, se llevó a cabo el Foro Transición Energética e Hidrógeno Verde. Disponible en: <https://www.plataformah2.org/l/organizado-por-la-plataforma-h2-argentina-y-el-gobierno-de-chubut-se-llevo-a-cabo-el-foro-transicion-energetica-e-hidrogeno-verde/>
- Salmon, N. y Bañares-Alcántara, R., (2021). Green ammonia as a spatial energy vector: a review. Sustainable Energy Fuels, 5, 2814. DOI: 10.1039/d1se00345c.
- Secretaría de Asuntos Estratégicos, (2023). Estrategia Nacional para el Desarrollo de la Economía del Hidrógeno. Argentina Presidencia.
- Secretaría de Energía, (2021). Balance Energético Nacional. Serie histórica - indicadores. Disponible en: [https://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/informacion\\_del\\_mercado/publicaciones/energia\\_en\\_gral/balances\\_2021/sintesisbalancesenergeticos2021v1.pdf](https://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/informacion_del_mercado/publicaciones/energia_en_gral/balances_2021/sintesisbalancesenergeticos2021v1.pdf)
- Sica, M. (s.f.). Hidrogenasas y producción de hidrógeno por métodos biotecnológicos. Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/cnea-ieds-proyecto-b06.pdf>
- Y-TEC, (s.f.). Consorcio H2Ar. Disponible en: <https://y-tec.com.ar/#/h2ar>

