

## Geografía de la Desglobalización. La "Asiatización" de la economía mundial

Mar del Plata, 8 - 9 y 10 de junio de 2022

<https://congresogeografiaeconomica.wordpress.com/>

ISSN: 2525 - 0299

### Producción de hidrógeno verde. Un proyecto económico y ambiental

**Susana Beatriz Fratini**

(Universidad Nacional de Luján –  
Centro Regional San Miguel)

La matriz energética argentina tiene una fuerte base sobre los hidrocarburos, en tanto que el mundo está comenzando a demandar un nuevo portador de energía que reemplace a los combustibles fósiles. Argentina se ha comprometido a limitar sus emisiones de gases de efecto invernadero a 313 MTCO<sub>2e</sub> (millones de toneladas métricas de equivalente de dióxido de carbono) para 2030, de acuerdo con la última Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) presentada en diciembre de 2020 y la estrategia a largo plazo de neutralidad de carbono para el 2050. **(2021, Y-TEC/Consortio H2Ar, 4)** El hidrógeno limpio será un importante factor para alcanzar un sistema energético con un nivel de cero emisiones netas de carbono. Los **objetivos planteados para este trabajo** son: a) Presentar los avances realizados en la Argentina en la formación de una estructura organizativa en la llamada economía del hidrógeno; b) Conocer las oportunidades de inversión que se abren a futuro en el país; c) Explicar la cadena de valor del hidrógeno.

En el año 2020 la Jefatura de Gabinete estudió y aprobó una propuesta del Directorio de YPF para que una de sus filiales lidere el desarrollo de una plataforma que impulse el trabajo colaborativo entre empresas que permita innovar y promover un sector con proyección futura clave: la producción de hidrógeno verde (H<sub>2</sub>V) en el país. La filial de Y-TEC se asoció al CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) para lanzar el llamado **“Consortio para el Desarrollo de la Economía del Hidrógeno en Argentina” (H<sub>2</sub>Ar)**, con el que se pretende conformar un espacio de trabajo entre las principales empresas que integran la cadena de valor del hidrógeno. Desde su inicio a finales de 2020 se sumaron más de 50 compañías. Los **objetivos**

planteados por el **Consorcio H2Ar son**: a) Consolidar una visión común que permita alinear los esfuerzos y reducir la incertidumbre de la implementación de nuevas tecnologías y oportunidades de negocio; b) Promover pilotos que definan eficiencias, costos y operación de cada una de las soluciones propuestas y dar señales de inversión que activen el mercado; c) Generar estrategias en los distintos campos de aplicación que identifiquen desafíos e impulsen el desarrollo de capacidades tecnológicas y productivas locales en forma asociativa; d) Las empresas miembros podrán lograr posicionamiento y oportunidades de nuevos negocios tecnológicos industriales y de servicios; e) Desarrollar conexiones ante actores y autoridades reguladoras y organizaciones a nivel global; f) Acceder a la frontera del conocimiento y la experiencia internacional en la industrialización del hidrógeno. (<https://ithes-uba.conicet.gob.ar>)

El **Consorcio H2Ar** presentó el primer **Informe de Resultados 2021, donde se presentan las etapas en la construcción de la cadena de valor del H2V:**

i) **PRODUCCIÓN.** Los resultados fueron muy alentadores, respecto al potencial productivo de Argentina en materia de Hidrógeno.

Ñ **H2 VERDE, a partir de energía renovable:** Los recursos solares y los eólicos, para producir H2V a partir de la electrólisis del agua. La maduración de las tecnologías y la economía de escala están bajando los costos y acelerando la implementación. (<https://ithes-uba.conicet.gob.ar>) Argentina cuenta con recursos de primer nivel para la generación de energía eólica on shore y energía solar fotovoltaica, y cuenta con amplias extensiones con potencial para producir más de 1.000 Mton de H2V por año. Los valores proyectados se presentan altamente competitivos a nivel mundial:

Proyectos on-grid: Paneles solares e inversores conectados a la red eléctrica existente, aportando a su producción: 1,6-2,7 USD/kg H2 de hasta un orden de 100MW para 2030.

. Proyectos off-grid: Instalaciones solares totalmente desconectados de la red eléctrica: 1,5 USD/kg H2 del orden de 1GW de potencia eólica para 2030. **(2021, Y-TEC/Consorcio H2Ar, 10)**

En el análisis de emisiones, el hidrógeno limpio a partir de electrólisis renovable del agua, **la reducción en emisiones de CO2 equivalente es de 100%.**(2021, Y-TEC/Consorcio H2Ar, 6)

Ñ **H2 AZUL, a partir del reformado de gas natural, con captura y almacenamiento de CO2:** Ya se utiliza para proveer de hidrógeno a la industria y a las refinerías. Existe un gran potencial de expansión como transición sustentable. (<https://ithes-uba.conicet.gob.ar>) La formación de Vaca Muerta posee un estimado de 308Tcf de shale gas técnicamente recuperable. Estas reservas podrían producir más de



## VII CONGRESO DE GEOGRAFÍA ECONÓMICA

2.100Mton de Hidrógeno, que es 20 veces la producción actual global de Hidrógeno por año. Esta generación sería limpia si se logra una capacidad de almacenamiento geológico de CO<sub>2</sub> cercana a 20 Gton.

. 1,4-1,8 USD/ kg es el costo actual proyectado de la producción de hidrógeno limpio a partir de gas natural en Argentina, con un precio del gas natural de entre 3 y 5 USD/MMBTU. **(2021, Y-TEC/Consortio H2Ar, 9)**

En el análisis de emisiones, el hidrógeno limpio producido a partir de reformado de gas natural con 90% de captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub>, tiene el potencial de **reducir el 66% de emisiones equivalentes de CO<sub>2</sub> (2021, Y-TEC/Consortio H2Ar, 6)**

Ñ **H<sub>2</sub> GRIS, de fuente fósil:** Con liberación del CO<sub>2</sub> a la atmósfera. El **hidrógeno gris** ayuda a poner en marcha el mercado pero, la "dirección de desarrollo neto" es hacia el H<sub>2</sub>V (**¿Qué es el H<sub>2</sub>V, hidrogenoverde.rionegro.gov.ar**)

ii) **TRANSPORTE:** Las modalidades de transporte consideradas por el **Consortio H2Ar** son opciones basadas en una tecnología madura que se emplea actualmente en varios proyectos a nivel mundial y permiten aprovechar la infraestructura existente.

Ñ **Trailers de Hidrógeno Comprimido:** Transporte eficiente para caudales diarios bajos y distancias cortas. Ideales en el desarrollo inicial de la economía del hidrógeno.

Ñ **Trailers de Hidrógeno Licuado:** Eficientes para grandes caudales diarios, cuando no es viable emplear ductos de hidrógeno por limitaciones geográficas.

Ñ **Hidrogenoductos:** El método más eficiente de transporte para grandes caudales y distancias.

Los costos variarán según el recorrido que conecte las instalaciones de producción con los usuarios finales. **(2021, Y-TEC/Consortio H2Ar, 11)**

### iii) **CONSUMO.**

Ñ **Industria:** La demanda de hidrógeno como insumo industrial se incrementará.

. **Amoníaco:** Los costos de producción de amoníaco limpio podrían ser competitivos respecto de los costos de producción de amoníaco convencional. Los impuestos al carbono y un posible valor superior de las moléculas limpias acortarían esta brecha.

. **Metanol sintético:** El metanol sintético a partir de H<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> podrían competir con el metanol producido a partir de combustibles fósiles.

. **Acero:** Reducción directa de los óxidos de hierro en la siderurgia.

. **Refino:** El refino del crudo o destilación fraccionada, requiere una gran cantidad de energía, ya que implica procesos de evaporación y condensación a altas temperaturas.

Se advierte que el uso de H<sub>2</sub> para generación de alta temperatura podría verse limitado debido a que incrementa los costos respecto al gas natural.

. **Autoelevadores:** Los autoelevadores a H<sub>2</sub> ya compiten hoy en día con autoelevadores a batería, alcanzando paridad de costos para flotas de 50 unidades en adelante. **(2021, Y-TEC/Consortio H2Ar, 15)**

Ñ **Energía Eléctrica:** El H<sub>2</sub>V es la mejor alternativa para descarbonizar el sistema de generación de energía. El hidrógeno puede utilizarse como vector de almacenamiento de energías renovables (eólica o solar), ya sea para entregar potencia firme a la red o abastecer los picos de demanda a través de su uso en turbinas, motores de combustión interna reciprocantes o pilas/celdas de combustible a hidrógeno estacionarias. Actualmente existen en el mercado turbinas de gas o motores de combustión interna reciprocantes que admiten tanto blends de gas e hidrógeno, como 100% hidrógeno. La diferencia de precio entre utilizar 100% gas natural o utilizar blends todavía es alta. Las máquinas térmicas 100% hidrógeno alcanzarían paridad con las máquinas 100% gas natural entrada la década del 2040, incorporando “**carbón price**” en los proyectos. **(2021, Y-TEC/Consortio H2Ar, 16)**

Ñ **Movilidad:** El hidrógeno representa la mejor alternativa para descarbonizar el transporte pesado, debido a sus ventajas operativas, como la autonomía, densidad energética y tiempos de recarga.

. **Trenes regionales y camiones de alto tonelaje a hidrógeno:** Se considera que hacia el 2045 podrían alcanzar la paridad de costos con las tecnologías actuales.

. **Camiones a GNC:** Se plantea una paridad de costos hacia inicios del 2030.

. **Camiones eléctricos a batería:** Serían más competitivos que los impulsados a hidrógeno solamente en corta distancia. **(2021, Y-TEC/Consortio H2Ar, 12)**

Ñ **Red de Gas Natural:** El gas natural (GN) representa actualmente más del 50% de la matriz energética de Argentina, contando con una extensa red de transmisión y distribución. La inyección de hidrógeno en la red de GN permitiría rentabilizar múltiples proyectos de generación de H<sub>2</sub> de pequeña escala, valorizando sinergias con parques solares y eólicos con excedentes de energía eléctrica despachada. Los límites regulatorios actuales basados en ENARGAS NAG 602, del año 2019, se infiere que es posible mezclar hasta un 9% de hidrógeno en la red de GN. **(2021, Y-TEC/Consortio H2Ar, 13-14)**

#### iv) **EXPORTACIÓN**

El hidrógeno producido a partir del **reformado de gas natural, con captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub> (H<sub>2</sub> AZUL)** aparece como una oportunidad para posicionar al país como exportador de moléculas limpias en forma temprana, mientras se desarrolla la cadena del **H<sub>2</sub>V**, producido por electrólisis utilizando energías renovables.



## VII CONGRESO DE GEOGRAFÍA ECONÓMICA

Entre tanto, el **Proyecto H2ARMMONIA**, de exportación de **amoníaco limpio** a gran escala en Bahía Blanca (Buenos Aires) se trata de un caso insignia, presentado dentro del marco del **Consortio H2Ar**, para evaluar el impacto y la demanda de recursos que se deben considerar para un proyecto de esta magnitud.

El **Proyecto H2ARMMONIA** fue incluido en el Informe de la IEA (International Energy Agency) “Hydrogen in Latin America (2021). Mediante el **Proyecto H2ARMMONIA**, puede lograrse un posicionamiento temprano en el escenario de producción global y captar el interés de inversores extranjeros, en función de los volúmenes y los tiempos de la demanda internacional. **(2021, Y-TEC/Consortio H2ar, 17)**

Según un estudio de la IEA los biocombustibles, el amoníaco y el hidrógeno satisfarán más del 80% de las necesidades de búnker (de buques de carga, graneleros y tanqueros) en 2070, y se espera que el amoníaco sea el combustible más utilizado. **(Globalports, 08/11/20)**. El costo del H2 puede representar más del 75% del costo final del amoníaco limpio. Dichos costos de producción están por encima de los costos de producción del amoníaco convencional. Se espera que a futuro justifique el costo adicional debido a su potencial de descarbonización**(2021, Y-TEC/ConsortioH2ar, 18)**

La provincia de Río Negro encomendó a **Fraunhofer Institute for Energy Economics and Energy System Technology (IEE)**, la realización de un **Estudio de Prefactibilidad, denominado “Estudio Sobre la Producción de Hidrógeno Verde en la Provincia de Río Negro”**. El **objetivo general del estudio** contratado es determinar la factibilidad técnico-económica de la adopción del H2V para sus dos usos principales (vector energético y producto químico), en el marco de la sustentabilidad y en concordancia con las estrategias de desarrollo con bajas emisiones a largo plazo planteadas por el Gobierno Nacional, que apuntan a alcanzar un desarrollo neutral en carbono en 2050, mediante la aplicación de un Plan Nacional de Adaptación y Mitigación. **(2021, Plan Estratégico H2VRN, 19)** El **Estudio de Prefactibilidad** tiene en cuenta que los precios del Hidrógeno Gris proponen una alternativa de menor costo para satisfacer la demanda. Contempla, además, ubicaciones estratégicas para la producción que satisfaga al mercado interno, y al mercado externo, considerando las vías de transporte y los puertos. Por último, el estudio parte de una relación estratégica entre la Provincia y **Fraunhofer** para la obtención de financiación e inversiones en proyectos de plantas productoras de H2V para consumo interno y posterior exportación. **(2021, Plan Estratégico H2VRN, 18-19)**

El minucioso relevamiento y estudio de los recursos naturales realizado por los estudios científicos de **Fraunhofer**, arrojó resultados óptimos para producir H2V:

ÑRecurso eólico: Se caracteriza por el viento fuerte y permanente con una velocidad media del viento de 8 a 12 m / s, encontrándose este valor entre las más altos del mundo. **(2021, Plan Estratégico H2VRN, 22-23-24)**

ÑRecurso Solar: Las mediciones arrojan resultados de eficiencia media, pero puede conducir a una producción de energía más equilibrada al complementar la energía eólica a lo largo del tiempo. **(2021, Plan Estratégico H2VRN, 22-23)**

ÑRecurso hídrico: El río Negro y el canal abierto artificial de 175 km de largo que toma agua del río Negro a 40 km de la ciudad de Coronel Belisle llamado 'Canal Pomona - San Antonio' 25. Capacidad de 980.000 m<sup>3</sup> (500 l/s). Actualmente está operando al 40% de su capacidad de diseño. **(2021, Plan Estratégico H2VRN, 25)**

ÑInfraestructura de red eléctrica de alta tensión: El transporte de electricidad a través de las líneas eléctricas existentes es el transporte más barato que el transporte de hidrógeno o agua, lo que evidencia que es más importante construir la planta de electrólisis cerca del suministro de agua y la toma de hidrógeno, que cerca del parque eólico. Sin embargo, la red eléctrica también debe poder manejar grandes cantidades de electricidad. **(2021, Plan Estratégico H2VRN, 26)**

El Gobierno de Río Negro **ha encomendado un nuevo proyecto de estudio científico sobre ciencia aplicada al Instituto Fraunhofer IEE para el estudio conceptual de una primera planta de producción ecológica electrolítica en la provincia**. El proyecto se presenta en carácter de propuesta como socio científico de vanguardia en conocimiento y desarrollo en este tipo de tecnologías para con la Administración Provincial en el marco del **Plan Estratégico del Hidrógeno Verde Río Negro (H2VRN)**. Además, el **Instituto Fraunhofer IEE** se vincularía con al menos una Institución educativa académica local a los fines de capacitar futuros profesionales afines con el proyecto. **(2021, Plan Estratégico H2VRN, 29-30)**

En el mes de agosto 2021, se firmó el **Acuerdo Marco sobre Proyectos de Industria Verde en la provincia de Río Negro**, celebrado entre: **Argentina Fortescue Future Industries Sociedad Anónima, Ministerio de Desarrollo Productivo de la República Argentina y la Provincia de Río Negro**. El objeto general del acuerdo: i) Buscar emplazamientos en Río Negro para Proyectos Verdes; ii) Plataforma de producción de conocimiento e investigación; iii) Obtención de permisos o marcos regulatorios; iv) Aplicar know-how, tecnología y conocimientos.

En noviembre de 2021 se firmó el **Decreto** que habilitó a la empresa **Fortescue Fortune Industries (FFI)** a llevar adelante los **estudios de prefactibilidad** vinculados al proyecto de producción de H2V y sus derivados en la provincia, entre otros: a)



## VII CONGRESO DE GEOGRAFÍA ECONÓMICA

Establecer dónde sería posible y conveniente construir los parques eólicos para la generación de la energía eléctrica; b) Construcción de las líneas de transmisión de la electricidad generada en los parques eólicos; c) Emplazamiento de la planta de producción de H<sub>2</sub>V y sus productos derivados; d) Infraestructura portuaria que haga posible el transporte y comercialización de los productos verdes elaborados. **(2021, Plan Estratégico H2VRN, 45-46)**

La empresa **(FFI)** planea invertir cerca de 6.000 millones de dólares en la construcción de una planta para producir 20.000 toneladas por día (t/d) de amoníaco en base a hidrógeno verde (H<sub>2</sub>V) y nitrógeno atmosférico en la provincia de Río Negro. **(Desarrollo Energético, 25/10/21)** El **Proyecto Pampas** se desarrollaría en la localidad de Punta Colorada, en el sureste de Río Negro, basado en cuatro aspectos: i) Capacidad de vientos suficiente para producir energía eólica; ii) Libre acceso al agua; iii) Posee un puerto natural de aguas profundas (23 metros); iv) Se negocia la instalación de una zona franca en Punta Colorada. **(Desarrollo Energético, 25/10/21)**

El **Proyecto Pampas** se llevaría adelante en **cuatro etapas**, de dos años de duración cada una, tendría montos de inversión equivalentes (25% del total). **(Observatorio Petrolero Sur, 21/12/21)** Las etapas a cumplir son: **1º)** Instalación de tres parques eólicos por un total de 2.000 MW con 400 aerogeneradores de 5 MW cada uno. Julie Shuttleworth (CEO de Fortescue) declaró que la idea era llegar a generar hasta 10.000 MW de energía renovable, lo que equivale a un 25% del consumo energético del país; **2º)** Instalación de parques solares de 500 MW en Salta o Jujuy para completar la necesidad energética de la planta (la planta anunciada requiere 2.300 MW y la instalación de los parques eólicos suma 2.000 MW); **3º)** Construcción de la planta modular que se ubicará en la futura zona franca de Punta Colorada y que tendrá una capacidad máxima de producción de 20.000 t/d de amoníaco; **4º)** No se encuentra detallada. Para la producción del hidrógeno, necesitará utilizar 5.832 m<sup>3</sup>/día de agua que tomaría de las napas subterráneas. **(Desarrollo Energético, 25/10/21)** También se habla de la instalación de una planta desaladora, empleando el agua de mar para el proceso de electrólisis. **(Observatorio Petrolero Sur, 21/12/21)** Para el **Proyecto Pampas**, la empresa **(FFI)** encomendó en enero de 2022, a la empresa argentina IMPSA la elaboración de 17 mástiles e instrumentos de medición para iniciar las actividades exploratorias para la instalación de los parques eólicos que producirán H<sub>2</sub>V en Río Negro. **(Mendoza Post, 17/01/22)**

**El Gobierno de Río Negro y el Consejo Federal de Inversiones (CFI)** acordaron mejorar las condiciones territoriales y de infraestructura necesarias para el desarrollo del proyecto de H<sub>2</sub>V que desarrollará la empresa **(FFI)**. El Gobierno rionegrino realizará

aportes de acuerdo con los recursos humanos y materiales que disponga, mientras que el CFI aportará recursos técnicos y financieros hasta un total de \$25.000.000, por un período de seis meses. En este marco se ha contratado a la **Consultora “CFG Planeamiento”**, quienes presentaron el **Plan Base para el Desarrollo Urbano Territorial** que incluirá: a) Diagnóstico, b) Fundamentos estratégicos; c) Formulación del plan base; d) Compilación del proyecto en un libro. **(Más Energía, 08/02/22)**

Respecto al destino del producto final, en el marco de la **COP 26** (26ª Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Reino Unido), en coincidencia con el anuncio del **Proyecto Pampas**, (FFI) informó que se convertirán en los mayores proveedores de H2V del Reino Unido quien en su Estrategia NET ZERO da un lugar destacado a la electromovilidad y a la producción de hidrógeno azul. **(Observatorio Petrolero Sur, 21/12/21)**

### **Conclusiones**

Argentina se encuentra ante un momento histórico donde, por un lado se abren las oportunidades de negocios en una línea de alta tecnología innovadora como es la producción de H2V, contando con las condiciones naturales, los conocimientos científico-técnicos y la capacidad para producir los bienes industriales necesarios. Los avances presentados, como son la conformación del **Consorcio YTEC-H2Ar** y el **Plan Estratégico de Hidrógeno Verde. Río Negro (H2VRN)** son hojas de ruta que delinear el camino a seguir para convertir a la Argentina en un productor eficiente y competitivo de H2V. No obstante, aún no existe un marco normativo / regulatorio que brinde seguridad y estabilidad a los inversores a largo plazo. En esto coinciden tanto actores públicos como privados. Por otra parte, enfrentamos nuestra propia realidad económica en crisis: precio del dólar; burocracia estatal; conflictos sociales. Superar las barreras es un reto. Aprovechar las oportunidades que se presentan permitirá posicionarnos a nivel mundial.

### **Bibliografía consultada**

- . Desarrollo Energético. Artículo: Dobry, Hernán. “Fortescue planea invertir US\$6.000 millones en hidrógeno”. (25/10/21) <https://desarrolloenergetico.com.ar>
- . Diario La Nación. Sección Sociedad. Artículo: Horvat, Alejandro. “Hidrógeno Verde. El proyecto prometido que podría reactivar a un pueblo patagónico”. (11/04/22)
- . Diario La Nación. Sección Política. Artículo: Spazzaria, Mariano. “El Presidente anunció una inversión en hidrógeno verde”. (02/11/21).
- . Globalports. Artículo: “Crecieron las exportaciones desde el puerto de Bahía Blanca”. (08/11/20) <https://www.globalports.com.ar>





## VII CONGRESO DE GEOGRAFÍA ECONÓMICA

- . Gobierno de Río Negro. “**Plan Estratégico de Hidrógeno Verde. Río Negro (H2VRN)**”. <https://www.hidrogenoverde.rionegro.gov.ar>
- . Gobierno de Río Negro. “¿Qué es el hidrógeno verde?”. <https://www.hidrogenoverde.rionegro.gov.ar>
- . ITHES- UBA- CONICET. “A través de una de las filiales de YPF se creó un consorcio de empresas para convertir al país en productor a gran escala de hidrógeno renovable”. (09/07/20) <https://ithes-uba.conicet.gob.ar>
- . Más Energía. “Hidrógeno Verde. Ponen en marcha el Plan de Desarrollo Urbano” (08/02/22) <https://mase.lmneuquen.com/hidrogeno>
- . Mendoza Post. Economía. “Impsa proveerá a Fortescue para el proyecto hidrógeno verde en Río Negro”. (17/01/22) [www.mendozapost.com/economía](http://www.mendozapost.com/economía)
- . Observatorio Petrolero Sur. Artículo: Salgado Leonardo. “Cómo un multimillonario australiano salvará el planeta desde Río Negro: el Proyecto Pampas”. (21/12/21) [opsur.org.ar](http://opsur.org.ar)
- . Y-TEC/Consorcio H2ar “Resumen de Resultados 2021”. <https://y-tec.com.ar>