

El papel esencial de la certificación del Hidrógeno para posicionar a Argentina en el mercado mundial del Hidrógeno sostenible

The essential role of Hydrogen certification in positioning Argentina in the global sustainable Hydrogen markets

Rodrigo Spano ⁽¹⁾, Jaimes Soria Leandro ⁽²⁾, Alan Arrimondi ⁽³⁾

⁽¹⁾ Departamento de Ingeniería en Investigaciones Tecnológicas en la Universidad Nacional de la Matanza
rspano@unlam.edu.ar

⁽²⁾ Departamento de Ingeniería en Investigaciones Tecnológicas en la Universidad Nacional de la Matanza
ljaimessoria@unlam.edu.ar

⁽³⁾ Departamento de Ingeniería en Investigaciones Tecnológicas en la Universidad Nacional de la Matanza
aarrimondipieri@alumno.unlam.edu.ar

Resumen: El presente estudio explora el papel fundamental del Hidrógeno en la transición energética y la necesidad de un mercado de Hidrógeno certificado, regulado y rentable. Se hace hincapié en el papel de la certificación del Hidrógeno como herramienta para verificar su origen renovable, un factor esencial para las partes interesadas en la producción y distribución de energía. Este trabajo pone el foco en Argentina y su potencial como importante productor de Hidrógeno para los mercados europeos. Se analizan los sistemas de certificación de Hidrógeno existentes y los proyectos en curso en Argentina y Europa. Como conclusión, se destaca que la implementación de un sistema de certificación robusto permitirá a Argentina consolidarse como un proveedor clave en los mercados internacionales de Hidrógeno sostenible.

Abstract: This study explores the fundamental role of Hydrogen in the energy transition and the need for a certified, regulated, and cost-effective Hydrogen market. Emphasis is placed on the role of Hydrogen certification as a tool to verify its renewable origin, an essential factor for stakeholders in energy production and distribution. The focus is on Argentina and its potential as an important Hydrogen producer for European markets. Existing Hydrogen certification schemes and ongoing projects in the Argentina and Europe are

analyzed. As a conclusion, it is highlighted that the implementation of a robust certification system will allow Argentina to consolidate as a key supplier in the international sustainable hydrogen markets.

Palabras Clave: Certificación, Hidrógeno Sostenible, Energía Renovable

Key Words: Certification, Sustainable Hydrogen, Renewable Energy

Colaboradores: *Ignacio Zaradnik, Julio Cervera, Nahuel Nieva, Matias Cruzate*

I. CONTEXTO

El presente trabajo se enmarca en el contexto del proyecto CYTMA C2-ING-113 del Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas de la Universidad Nacional de La Matanza. El mismo tiene como objetivos el análisis y diseño de un Sensor IoT inteligente para certificación de Hidrógeno a través de la Blockchain. Dicho proyecto, tiene como precedentes el trabajo de investigación llevado a cabo por el mismo equipo, vinculado con la Factibilidad de un Controlador de Flujo Másico para Hidrógeno (C2-ING-079) y diferentes publicaciones vinculadas a la temática del Hidrógeno como vector energético [1].

II. INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta la creciente urgencia del cambio climático global, la necesidad de descarbonizar los sistemas energéticos se ha vuelto cada vez más crítica. Los datos de la Agencia Internacional de Energía para el año 2023 indicaron que las emisiones de gases de efecto invernadero han alcanzado un preocupante nivel de 37,4 gigatoneladas (Gt). Cuya tendencia estaba situada en que el 40% de las emisiones se generan a partir de la producción de electricidad y calor, lo que la convierte en un foco crucial en la transición energética. La industria aporta otro 24,4%, mientras que el transporte es responsable del 21,7% y los edificios del 8,1%.

Cabe señalar que varios compromisos internacionales pretenden lograr la descarbonización global, siendo el Acuerdo de París el más significativo. En este acuerdo, 193 naciones firmantes, junto con la Unión Europea, se han comprometido a limitar el calentamiento global a 1,5°C. Como resultado, se han establecido directrices sobre el uso de combustibles fósiles y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Ante esta situación, las tecnologías del Hidrógeno se perfilan como alternativas clave en la transición energética, dado su potencial para reducir sustancialmente las emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, para que este cambio sea efectivo, se requiere un mercado del Hidrógeno bien regulado, transparente y rentable. Un mercado de este tipo, que pueda ofrecer de forma confiable Hidrógeno certificado procedente de fuentes renovables, resulta esencial para todos los agentes de la matriz energética. Dado que el hidrógeno puede producirse mediante diversos métodos, a lo largo del artículo, todas sus formas certificables se denominarán colectivamente como 'hidrógeno sostenible'. El concepto de certificación del Hidrógeno ha sido adoptado por numerosas organizaciones de todo el mundo como una

herramienta eficaz para garantizar la integridad y la calidad del Hidrógeno sostenible. Estas iniciativas ponen de relieve la importancia de la normalización de los sistemas de certificación para apoyar el desarrollo local y mundial de los mercados del Hidrógeno [2].

En este contexto, Argentina emerge como un candidato interesante para convertirse en un productor significativo de Hidrógeno, especialmente para el mercado europeo. La limitada disponibilidad de tierras en Europa para generar la energía limpia necesaria para la producción de Hidrógeno a gran escala posiciona a Argentina favorablemente. La investigación que aquí se presenta, profundizará en los rasgos específicos, regulaciones y sistemas de distribución de los esquemas de certificación de Hidrógeno, utilizando Argentina y Europa como casos de estudio.

III. PAPEL DEL HIDRÓGENO EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

La sustitución de los combustibles fósiles por fuentes de energía de bajas emisiones es fundamental y el Hidrógeno azul, producido a partir del reformado del gas natural con captura y almacenamiento de carbono, el Hidrógeno verde, procedente de fuentes renovables y los combustibles sintéticos derivados del Hidrógeno verde desempeñarán un papel clave en la transición energética, ya que presenta numerosas ventajas frente a otros métodos: (a) el Hidrógeno puede servir como sustituto directo del gas natural, el petróleo y el carbón en diversos procesos de producción; (b) el Hidrógeno ofrece la posibilidad de almacenamiento a largo plazo, facilitando su uso como fuente de energía cuando sea necesario; (c) proporciona flexibilidad temporal y geográfica para la adopción de energías renovables; y (d) también contribuye a otros factores como la reducción de la contaminación atmosférica en las ciudades.

Sin embargo, hay importantes retos por delante, ya que actualmente el 98% del hidrógeno que se produce en el mundo procede de combustibles fósiles. Del total de la producción, el 62% proviene del uso de gas natural sin captura de carbono. El 21% es producido a partir de la quema de carbón y aproximadamente el 16% se produce en refinerías y en la industria petroquímica durante el reformado de nafta [3]. Ante este panorama, la tecnología aún no está totalmente madura; es necesario seguir investigando y desarrollando para mejorar la eficiencia de la producción de Hidrógeno y reducir los costos asociados. Además, es necesario adaptar y transformar la

infraestructura existente para permitir un uso más amplio del Hidrógeno sostenible.

Hasta enero de 2023, se han anunciado más de 1.000 propuestas de proyectos de Hidrógeno en todo el mundo. De ellos, 112 tienen como objetivo la producción a gran escala, 553 están destinados a aplicaciones industriales, 191 se centran en soluciones de movilidad y 96 se dedican al desarrollo de infraestructuras. Estos proyectos obtienen una inversión total de 320.000 millones de dólares en las cadenas de valor del Hidrógeno para 2030. La figura 1 muestra la creciente demanda de hidrógeno limpio. Aunque el impulso es claro, lograr la neutralidad de carbono para 2050 requerirá inversiones muy superiores a las previstas actualmente para 2030 [4].

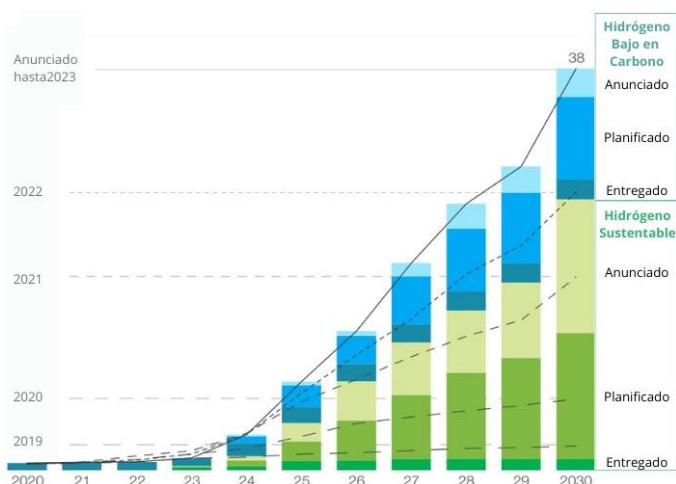


Fig. 1. Capacidad de producción acumulada anunciada [4]

Por lo tanto, el imperativo de una adopción generalizada del Hidrógeno verde sigue siendo innegable. Es crucial establecer mercados sólidos a escala local, regional e internacional, respaldados por sistemas de trazabilidad y certificación. Esto exige intensificar los esfuerzos y las inversiones para alcanzar la neutralidad energética en 2050.

IV. DEMANDA DEL HIDRÓGENO BAJO EN CARBONO EN EUROPA

En el mercado europeo, se observó una demanda de 8 millones de toneladas (Mt) de Hidrógeno en 2021 [5]. Se prevé que esta demanda aumente a 20 Mt en 2030, y que la mitad de esa cantidad se produzca en Europa y la otra, se importe para acelerar la transición energética. Para 2050, se prevé que la demanda alcance los 76 Mt, lo que requerirá aproximadamente 25 Mt de importaciones. Aunque el objetivo para 2050 es pasar totalmente al Hidrógeno verde, limitaciones como la escasez de

recursos energéticos renovables y la disponibilidad de tierras, dificultan que varios países europeos, como Alemania y los Países Bajos, puedan satisfacer su futura demanda de Hidrógeno verde [6].

Como medida transitoria, el Hidrógeno azul emerge como una alternativa viable para la producción de Hidrógeno bajo en carbono. Los países con abundancia de gas natural, como Argentina, podrían servir de fuente rentable de Hidrógeno azul para la Unión Europea. Se prevé que los costos de producción del Hidrógeno azul sigan siendo inferiores a los del Hidrógeno verde hasta 2030, influidos principalmente por los precios del gas natural.

En consecuencia, el mercado europeo podría convertirse en un importante destino de las exportaciones argentinas. En el caso del Hidrógeno sostenible, países como Alemania y los Países Bajos podrían convertirse en clientes clave, dadas sus limitaciones para satisfacer la demanda interna. La utilización de las regiones portuarias podría ofrecer a Argentina un punto de entrada en el mercado europeo. Mientras tanto, el Hidrógeno azul representa una oportunidad viable hasta que se logre una transición completa al Hidrógeno verde. En ambos escenarios, será fundamental que Argentina desarrolle y aplique esquemas de certificación que se alineen con las normas y políticas europeas.

V. LA IMPORTANCIA DE LA CERTIFICACIÓN DEL HIDRÓGENO

Las moléculas de Hidrógeno son idénticas entre sí, independientemente de su método de producción. Sin embargo, los costos y las emisiones de gases de efecto invernadero asociados a sus diferentes métodos de producción varían considerablemente de un método de producción a otro. Así pues, pueden destacarse múltiples razones fundamentales para buscar la certificación del Hidrógeno, como se muestra en la Fig. 2: (a) el acceso a diferentes mercados junto con su respectiva formación o regulación de precios, (b) el cumplimiento de las normas y el suministro de información a los consumidores, (c) la adquisición de incentivos financieros y (d) el cumplimiento de los compromisos de responsabilidad social de las empresas.



Fig. 2. Beneficios en la certificación del Hidrógeno

La integración mundial de la certificación del Hidrógeno es un reto debido a las distintas normativas según la región o el país. La Unión Europea está regulada por la RED-II, que utiliza las Garantías de Origen (GO) como certificado de energía renovable. Los países que deseen comercializar su Hidrógeno con Europa deben adaptarse a la normativa RED-II [7]. En Argentina, hasta el año 2023 no existe normativa que regule el Hidrógeno, sin embargo, se encuentra en trámite una ley para tal fin. Asimismo, cabe destacar que el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) está habilitado para emitir Certificados Internacionales de Energías Renovables (I-RECs). Esto es significativo, ya que la I-REC Standard Foundation y Avance Labs han firmado un memorando de entendimiento para desarrollar un Código de Producto para Hidrógeno sostenible y bajo en carbono, allanando el camino para los certificados IREC de Hidrógeno [8].

Producir Hidrógeno sostenible es más caro que otros tipos. Por eso, varios gobiernos ofrecen incentivos para fomentar la producción y el uso sostenibles de Hidrógeno. Por ejemplo, en España, las subvenciones oscilan entre el 15% y el 70% para proyectos de energías renovables [9] o en Alemania, donde la instalación de sistemas de calefacción, que funcionen completamente con energías renovables, se apoya con una subvención de hasta el 45% [10]. En Argentina, existen deducciones fiscales y costos relacionados con las energías renovables reguladas por la Ley 27.191 [11]. En este punto, la certificación de Hidrógeno tiene un rol fundamental, ya que poder adquirir beneficios económicos implica demostrar a los estados el cumplimiento de la normativa de energías renovables.

A nivel corporativo, los certificados pretenden impulsar el compromiso con la Responsabilidad Social Empresarial. Las empresas utilizan los certificados como sellos de aprobación en los esfuerzos de sostenibilidad. Estas acciones son voluntarias y buscan generar transformaciones que mejoren la vida de la sociedad, promoviendo la sostenibilidad y reduciendo el impacto ambiental que tiene la producción. Cumplir con los

criterios de responsabilidad social permite a las empresas mejorar su imagen y aceptación social, lo que se traduce en crecimiento para la empresa.

En conclusión, se señala que la certificación del Hidrógeno es crucial para garantizar una transición energética correcta y un futuro sostenible. Garantizar que la cadena de valor del Hidrógeno cumple las normas medioambientales establecidas por los países, puede generar confianza y acelerar la adopción de tecnologías de Hidrógeno sostenibles. Sin embargo, la unificación de las normas es esencial para la comercialización conjunta entre Argentina y Europa, ya que proporciona una vía para armonizar los criterios de sostenibilidad del Hidrógeno.

VI. ELEMENTOS DE LOS SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN

Los sistemas de certificación del Hidrógeno consisten en normas y procedimientos diseñados para normalizar los procesos, garantizar la trazabilidad y certificar diversas características del Hidrógeno. Comprender cada componente del proceso de certificación es crucial para desarrollar normas y reglamentos fiables y reconocidos internacionalmente. Los principales elementos de la certificación se describen en Fig. 3:



Fig. 3 Elementos del esquema de certificación

1. Atributos: En ellos se detallan las características del Hidrógeno a certificar, como el origen de los materiales de entrada, los niveles de emisión de gases de efecto invernadero durante la producción, los datos del dispositivo de producción, la tecnología utilizada y la ubicación geográfica de la planta de producción, entre otros [12].

2. Ámbito de los atributos: Este término se refiere a los límites del sistema en los que se evalúan y contabilizan las emisiones en los distintos sistemas de certificación. Las emisiones suelen considerarse desde el punto de producción hasta el punto de consumo. [13].

3. Verificación y auditoría: El cumplimiento de los requisitos del sistema de certificación es verificado por un organismo de certificación autorizado. Una entidad

auditora cualificada garantiza que los cálculos de las emisiones de gases son exactos. Esta verificación confirma que los atributos declarados cumplen la normativa vigente para el país o la región [14].

4. Certificados: Estos documentos acreditan física o electrónicamente los atributos del Hidrógeno certificado. Los certificados sólo se expiden si la producción de Hidrógeno cumple la normativa vigente, como se verificó en la auditoría. Deben incluir etiquetas que identifiquen el tipo de Hidrógeno, como verde, azul o rosa.

5. Cadena de custodia: Comprende toda la cadena de distribución del Hidrógeno, vinculada a los certificados expedidos. Hace un seguimiento del Hidrógeno desde el momento de su producción hasta su uso por el consumidor final, proporcionando así información sobre la fuente de energía utilizada para la producción de Hidrógeno. Es crucial desarrollar tecnologías que hagan que estas cadenas de custodia sean más transparentes y fiables.

VII. COMPARACIÓN DE LOS PRINCIPALES ESQUEMAS DE CERTIFICACIÓN EN EUROPA

Comprender los sistemas de certificación europeos es crucial para alinear las próximas políticas y normativas de Argentina con las normas de la UE. Esto promoverá el comercio e impulsará las exportaciones de Hidrógeno. Este documento se centra en dos de los principales sistemas de certificación europeos: CertifHy, una iniciativa pública que está ganando terreno en toda la UE, y CMS 70 de TÜV SÜD, que ha tenido un impacto significativo en el mercado alemán. La tabla 1 presenta las principales características de cada sistema.

TABLA I
Comparativa entre principales esquemas europeos

	TÜV SÜD - CMS 70	CertifHy
Reglamento	RED-II	RED-II
Países	Alemania	Europa
CO₂ umbrales	28,2 gCO e/MJ ₂	36,4 gCO e/MJ ₂
Alcance	Hasta la producción	Hasta la producción
Cadena de custodia	Boock & Claim Balance de masa	Boock & Claim Balance de masa

Tanto el CMS 70 como el CertifHy de TÜV SÜD están bien alineados con la normativa europea RED-II, lo que los convierte en puntos de referencia adecuados para la política de Hidrógeno de Argentina. En particular, CertifHy permite un umbral de CO₂ que es aproximadamente un 29% más alto que el de CMS 70.

Para evitar conflictos de mercado es importante adoptar el requisito más exigente. Ambos regímenes se adhieren a las normas ISO 14044 y 14067 para una contabilidad rigurosa de las emisiones y exigen auditorías anuales in situ. También utilizan Garantías de Origen para certificar la energía renovable, una característica compatible con los certificados IREC de Argentina. Por último, respecto a la Cadena de Custodia, los esquemas permiten la aplicación de "Boock and Claim" y "Mass Balance" [15] [16].

Ambos esquemas son similares y están alineados con la normativa RED-II, por lo que, para el caso de Argentina, deben tomarse como modelos. Las regulaciones para la contabilización del gas, los valores límite y el punto de contabilización serán aspectos críticos a respetar. Por otro lado, se observa la compatibilidad entre las Garantías de Origen (GO) y los Certificados IREC, lo que facilitaría la adopción de los certificados de Hidrógeno.

VIII. MERCADO DEL HIDRÓGENO: CASO DE ESTUDIO DE ARGENTINA

El Hidrógeno sostenible está preparado para ser un vector energético crítico en la transición energética mundial, impulsando la demanda en los mercados actuales y creando nuevos mercados. Argentina está bien posicionada para producir Hidrógeno sostenible de forma rentable, gracias a una combinación de factores clave: (a) abundancia de recursos naturales de alta calidad, (b) extensa superficie terrestre para el despliegue de sistemas de producción, (c) puertos estratégicamente situados para el comercio internacional, y (d) experiencia industrial establecida en sectores que actualmente utilizan Hidrógeno y en aquellos con potencial demanda futura. Dados estos abundantes recursos, Argentina es capaz de producir una serie de tipos de Hidrógeno, a continuación, se detallan los más importantes:

A- Hidrógeno verde: Con la superficie total apta para proyectos eólicos (241.337 km²), la capacidad potencial de energía eólica oscila entre 724 GW y 1.617 GW. Según este análisis y considerando un consumo energético de 58,91 kWh por kg de H₂, la producción de Hidrógeno podría oscilar entre 46 y 118 Mt al año. Proyecciones similares para la energía solar sugieren que podrían generarse anualmente entre 182 Mt y 437 Mt de Hidrógeno verde mediante electrólisis.

En la región central de Argentina se dispone de varios tipos de biomásas en zonas agrícolas, que pueden explotarse para la producción de Hidrógeno mediante la gasificación de biomasa seca o el reformado de biogás por

vapor y bioetanol. Estas tecnologías basadas en la biomasa aún están madurando en comparación con otros métodos verdes de producción de Hidrógeno [17].

B- Hidrógeno azul: La región argentina de Vaca Muerta cuenta con abundantes reservas de gas natural, las segundas mayores del mundo, ideales para la producción de Hidrógeno mediante reformado de gas natural. Ésta es actualmente la materia prima más utilizada en la producción de Hidrógeno a gran escala por su eficiencia y bajo coste. Se estima que con las reservas almacenadas en Vaca Muerta se podrían producir 2.100 Mt de Hidrógeno a su máxima capacidad, 20 veces la producción mundial actual de Hidrógeno [18].

Teniendo en cuenta estos factores, la capacidad potencial de Argentina para convertirse en uno de los principales productores mundiales de Hidrógeno es notable. La gran cantidad de recursos disponibles como el sol y el viento en la vasta extensión del territorio, permitirá obtener Hidrógeno a costos competitivos, siendo un productor atractivo para los países europeos. Además, la larga experiencia industrial de Argentina en sectores como el acero, la petroquímica y el refinado de petróleo, sitúa al país en una posición privilegiada para capitalizar esta industria emergente.

IX. CONCLUSIONES

En el panorama de la certificación del Hidrógeno, modelos europeos como CertifHy y CMS 70 de TÜV SÜD sirven como valiosos puntos de referencia para alinear la política de Hidrógeno en desarrollo de Argentina. Estos esquemas no sólo se adhieren a estrictas normas medioambientales, sino que también ofrecen compatibilidad con los certificados IREC de Argentina.

Mediante una amplia comparación de estos sistemas de certificación europeos, queda claro que la adopción de los requisitos más rigurosos será crucial para Argentina. Esta alineación no sólo garantiza el cumplimiento de las referencias internacionales, sino que también incrementa un entorno comercial armonizado. Además, los importantes recursos naturales y la experiencia industrial de Argentina proporcionan una base sustancial para emerger como un actor clave en el mercado mundial del Hidrógeno.

Sin embargo, el camino de Argentina para convertirse en una fuerza impulsora del Hidrógeno está plagado de retos, entre ellos la necesidad de contar con tecnologías de cadena de custodia sólidas, fiables y eficientes, y la alineación mundial de las normas de certificación. Estas

cuestiones exigen una atención especial tanto por parte de los responsables políticos como de las partes interesadas del sector.

Como próximos pasos, Argentina debería centrarse en perfeccionar sus sistemas de certificación, en colaboración con organismos europeos, e invertir en proyectos piloto para demostrar la viabilidad de los métodos de producción de Hidrógeno sostenible. Al mismo tiempo, el compromiso con los socios comerciales internacionales y las industrias nacionales será clave para conectar el potencial de Argentina en el sector del Hidrógeno, acelerando así su papel en la transición energética mundial.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- [1] Zaradnik I., Jaimes Soria L., Brengi D., Spano R.: “Integración de la carrera de Ingeniería Electrónica a partir de tecnologías asociadas al Hidrógeno”, TAEE, (2022).
- [2] Schnuelle, C., Kisjes, K., Stuehrmann, T., Thier, P., Nikolic, I., von Gleich, A., Goessling-Reisemann, S., “From Niche to Market-An Agent-Based Modeling Approach for the Economic Uptake of Electro-Fuels (Power-to-Fuel) in the German Energy System”. En: *Energies* 2020, 13, 5522. <https://doi.org/10.3390/en13205522>.
- [3] Agencia Internacional de la Energía, “Global Hydrogen Review 2023”, (2024) [en línea]: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/cb9d5903-0df2-4c6c-afaf-4012f9ed45d2/GlobalHydrogenReview2023.pdf>
- [4] Consejo del Hidrógeno, McKinsey & Company: “Perspectivas del hidrógeno 2023, Una actualización sobre el estado de la economía mundial del hidrógeno, con una inmersión profunda en América del Norte”, (2023).
- [5] Agencia Internacional de la Energía, Global Hydrogen Review 2022 (2022).
- [6] Nuñez-Jimenez, A., De Blasio, N., “El futuro del hidrógeno renovable en la Unión Europea. Implicaciones geopolíticas y de mercado”. En: Programa de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Belfer Center for Science and International Affairs, Harvard Kennedy School (2022).

- [7] Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, DIRECTIVA (UE) 2018/2001: Relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables (2018).
- [8] Presidencia de la Nación Argentina: Avances del proyecto de Ley de Hidrógeno en Argentina [en línea], <https://www.argentina.gob.ar/noticias/el-proyecto-de-ley-de-hidrogeno-esta-muy-avanzado>.
- [9] Gobierno de España, Para energías renovables en autoconsumo, almacenamiento y térmicas sector residencial. RD 477/2021. PRTR, (2021).
- [10] Ministerio Federal de Economía y Acción por el Clima, Programa de Incentivos de Mercado [en línea]: <https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/FAQ/Market-Incentive-Programme-MAP/faq-map-02.html>.
- [11] Senado y Cámara de Diputados de la Nación Argentina, Ley 27.191. Ley 261.90. Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica (2015).
- [12] Ángel A., Márquez J., “Estándares de Sostenibilidad para la regulación del Mercado de Hidrógeno: Estudio de Certificación de Hidrógeno”. En: Banco Interamericano de Desarrollo (2022).
- [13] Asociación Internacional para el Hidrógeno y las Pilas de Combustible en la Economía, “Normas comerciales internacionales para el hidrógeno y sus vectores: Information and Issues for Consideration”, (2022).
- [14] Coalición para la Acción de IRENA, “Descarbonización de los sectores de uso final: Certificación verde del hidrógeno”. En: Agencia Internacional de Energías Renovables, Abu Dhabi (2022).
- [15] TÜV SÜD, Norma CMS 70, Versión 11/2021 Hidrógeno verde. Alemania (2021).
- [16] CertifHy, Sistema CertifHy (2022).
- [17] Presidencia Argentina, Subsecretaría de Estrategia para el Desarrollo, Estrategia Nacional de Hidrógeno. Fundamentos [en línea]: <https://www.energiaestrategica.com/wp-content/uploads/2023/03/H2-Fundamentos-ENH.docx.pdf>, 2023.
- [18] Consorcio H₂AR, Reporte anual 2021 [en línea]: https://y-tec.com.ar/wp-content/uploads/2022/03/Informe-de-resultados-2021_web.pdf, 2022.

Recibido: 2024-05-15

Aprobado: 2024-07-16

Hipervínculo Permanente: <https://doi.org/10.54789/reddi.9.1.3>

Datos de edición: Vol. 9-Nro. 1-Art. 3

Fecha de edición: 2024-07-31

