

CUADERNOS ORKESTRA, núm. 04/2025

ISSN 2340-7638

 <https://doi.org/10.18543/RTWM2847>

PERSPECTIVAS DE DESARROLLO DEL COMERCIO INTERNACIONAL DE HIDRÓGENO Y PRODUCTOS RELACIONADOS

Potenciales implicaciones para los
puertos

RESUMEN EJECUTIVO

CUADERNOS ORKESTRA, núm. 04/2025

 <https://doi.org/10.18543/NXDA6639>

Jorge Fernández Gómez

CUADERNOS ORKESTRA, núm. 04/2025. Resumen Ejecutivo

ISSN 2340-7638

 Colección: <https://doi.org/10.18543/RTWM2847>

 Cuaderno: <https://doi.org/10.18543/NXDA6639>

 Resumen ejecutivo en euskera: <https://doi.org/10.18543/QKTQ7920>

 Resumen ejecutivo en inglés: <https://doi.org/10.18543/TRVQ8033>

© Jorge Fernández Gómez

© Instituto Vasco de Competitividad–Fundación Deusto

Acerca de Orkestra:

Con casi 20 años de experiencia y conocimiento, Orkestra-Instituto Vasco de Competitividad (Fundación Deusto) es un centro de investigación referente en Europa en competitividad regional. Su misión es impulsar la competitividad al servicio del bienestar inclusivo y sostenible en el País Vasco. Para ello, el instituto trabaja día a día en proyectos de investigación transformadora con agentes locales e internacionales y aporta análisis rigurosos para la toma de decisiones.

➔ Accede a todas nuestras publicaciones en www.orquestra.deusto.es

Agradecimientos

Este Cuaderno forma parte del plan de actividades de investigación del Lab de Energía y Medioambiente de Orkestra, acordado con diversos *stakeholders* de Orkestra, entre ellos, el Ente Vasco de la Energía, Iberdrola y Petronor.

El autor agradece los comentarios recibidos de distintas personas en estas instituciones.

Las opiniones, análisis y comentarios recogidos en este documento reflejan exclusivamente la visión del autor y no necesariamente de la institución a la que pertenece. Cualquier error u omisión es atribuible únicamente al autor.

Resumen ejecutivo

El desarrollo del comercio internacional de hidrógeno renovable y derivados se enfrenta a retos significativos que generan incertidumbre sobre el papel de los puertos como centros logísticos para estos productos energéticos.

Frente a la visión optimista de los últimos años de crecimiento sostenido de la cadena de valor del hidrógeno y del comercio global, en los últimos tiempos estamos observando una ralentización en muchas iniciativas de inversión y desarrollo de infraestructuras en toda la cadena de valor del hidrógeno (y, especialmente, en instalaciones para la producción de hidrógeno a gran escala).

Una gran mayoría de los proyectos de hidrógeno verde en todo el mundo se están enfrentando a problemas de implementación relacionados con: (i) la falta de *off-takers* (compradores de hidrógeno a través de contratos a largo plazo); (ii) el acceso a energía renovable (y otros recursos necesarios para la producción de hidrógeno renovable, como agua); (iii) retrasos y cuellos de botella en las cadenas de suministro; (iv) incertidumbre regulatoria; y, especialmente, (v) dificultades de financiación.

Esta situación puede tener un impacto sobre las perspectivas de desarrollo de los puertos marítimos como centros logísticos (*hubs*) de hidrógeno renovable y otros productos derivados y/o relacionados con el hidrógeno en el corto, medio y largo plazo.

El lento desarrollo del mercado global de hidrógeno se debe a factores diversos, incluyendo variables de mercado y regulatorias, el lento despliegue de infraestructuras, los impactos medioambientales y la dificultad para financiar proyectos.

1. Evolución esperada de la demanda de hidrógeno renovable a medio y largo plazo.

Las previsiones de la demanda global de hidrógeno a medio (2030) y largo plazo (2050) se están corrigiendo sensiblemente a la baja desde mediados de 2023. Esto tendrá un impacto sobre el ritmo de desarrollo del comercio global de hidrógeno y productos derivados.

Los principales factores detrás de esta visión bajista sobre la demanda de hidrógeno son la evolución de los costes de producción de hidrógeno renovable, la incertidumbre regulatoria, el lento despliegue de infraestructuras en toda la cadena de valor y las previsiones de avance de tecnologías alternativas en usos finales de la energía.

2. Costes de producción de hidrógeno renovable.

Las previsiones de evolución de los costes de producción de hidrógeno verde también han empeorado, por incrementos en los costes de los electrolizadores (en parte, por la inflación), el coste de la energía renovable y los costes de financiación.

Los resultados de la primera subasta de primas para el desarrollo de proyectos de producción de hidrógeno renovable en la UE sugieren que los costes para los consumidores implícitos en los proyectos se encuentran muy alejados aún de los costes del hidrógeno gris.

3. Evolución de la oferta (capacidad de producción).

En línea con las expectativas sobre la demanda, las perspectivas de evolución de la oferta de hidrógeno sugieren que el ritmo de crecimiento de la capacidad de producción de hidrógeno renovable es muy lento y que no se cumplirán los objetivos anunciados por los distintos gobiernos para 2030. Esto se debe, principalmente, a la falta de *off-takers* (compradores de hidrógeno) y a problemas con la financiación de los proyectos.

Aunque una parte importante de los proyectos anunciados están orientados a la exportación de hidrógeno, se espera que en la práctica las exportaciones reales sean mucho menores, debido a la falta de madurez de las tecnologías en toda la cadena de valor de exportación-importación de hidrógeno y productos derivados, y al lento desarrollo de la demanda.

4. Viabilidad del transporte y almacenamiento de hidrógeno renovable y productos derivados.

Existen varias vías que se consideran potencialmente viables para la importación-exportación de hidrógeno y productos derivados por vía marítima a grandes distancias: i) hidrógeno líquido, ii) portadores de hidrógeno (como los LOHC, incluyendo el metanol) y iii) amoniaco. En la actualidad, únicamente existe actividad significativa en el segmento de transporte marítimo de amoniaco (aunque sin reconversión en el punto de entrega).

Las tres alternativas se enfrentan a retos tecnológicos significativos en algún punto de la cadena de valor de conversión-transporte-reconversión (p. ej., problemas de costes y tecnológicos relacionados con el transporte de hidrógeno líquido, la reconversión de LOHC y amoniaco, los impactos medioambientales, etc.).

En última instancia la viabilidad técnica y competitividad de las distintas alternativas de transporte marítimo de hidrógeno depende de múltiples factores, entre los que destacan la escala de operación, la distancia de transporte y las infraestructuras y usos finales en los puntos de importación y exportación.

5. Desarrollo del marco regulatorio y normativo relacionado con el comercio internacional.

La creación de un mercado global de hidrógeno depende, en gran medida, del desarrollo de mercados regionales con marcos regulatorios estables, un número elevado de usuarios, infraestructuras en los puntos de exportación e importación y estándares reconocidos internacionalmente.

En la actualidad, se están sentando las bases para el desarrollo de un mercado interior de hidrógeno en la UE, aunque queda mucho camino por recorrer. A escala internacional, resultará esencial desarrollar un sistema de estándares y certificaciones de hidrógeno renovable que faciliten los intercambios comerciales a gran distancia.

6. Desarrollo de infraestructuras en los puertos.

Entre las distintas vías tecnológicas para el transporte de hidrógeno y productos derivados por vía marítima únicamente existen infraestructuras dedicadas en los puertos en el caso

del amoniaco. En la actualidad, unos 150 puertos pueden gestionar importaciones o exportaciones de amoniaco en casi 200 terminales.

No existen, sin embargo, infraestructuras de conversión o reconversión para ninguna de las alternativas tecnológicas (hidrógeno líquido o comprimido, portadores de hidrógeno o amoniaco). Tampoco existen buques operativos (en fase comercial) para el transporte de hidrógeno líquido o comprimido.

Las distintas infraestructuras necesarias para el transporte marítimo y los procesos en los puertos se enfrentan a retos tecnológicos relacionados con la eficiencia y el consumo de energía, el escalado de operaciones de producción y transporte, la separación del hidrógeno, las fugas y otros potenciales impactos medioambientales.

7. Impactos medioambientales ligados al transporte de hidrógeno y productos relacionados y otros riesgos (sobre la salud, seguridad, etc.).

El impacto medioambiental (desde la perspectiva del ciclo de vida) de las distintas vías tecnológicas alternativas para el comercio internacional de hidrógeno por vía marítima depende de la escala de las operaciones y la distancia. Cuanto mayor es la distancia a la que se transporta el hidrógeno o el producto derivado, mayor es el impacto medioambiental y menor es la eficiencia agregada de la cadena de valor producción-almacenamiento-transporte-almacenamiento-suministro.

En general, las alternativas de suministro de hidrógeno puro (especialmente, en forma líquida) registran un menor impacto medioambiental que el resto de las alternativas (LOHC, metanol, gas natural sintético y amoniaco, en orden ascendente). El desempeño medioambiental del amoniaco es especialmente desfavorable en categorías medioambientales como acidificación, emisión de partículas y consumo de agua, además de los impactos en términos de eutroficación –especialmente terrestre— y formación fotoquímica de ozono.

8. Dificultad de financiación de los proyectos.

La financiación (en el mercado) de proyectos de hidrógeno debe superar las barreras que afrontan habitualmente los proyectos con elevados niveles de *capex* y relacionados con tecnologías en fase de desarrollo o “*first of a kind*”.

Los potenciales inversores perciben barreras y riesgos significativos relacionados con: (i) las condiciones de mercado (especialmente, las perspectivas de evolución de la demanda); (ii) el escaso desarrollo del marco regulatorio y normativo; (iii) la dificultad de acceso a la financiación (pública y privada); (iv) el insuficiente desarrollo de las cadenas de valor y del ecosistema de financiación en el sector del hidrógeno; y (v) la dificultad de aplicar modelos de financiación basados en *project finance* y otras estructuras innovadoras de financiación por falta de *off-takers*.

Principales conclusiones

El papel, más o menos protagonista, que jugará el hidrógeno renovable en la transición energética global a largo plazo tiene implicaciones relevantes para los puertos.

Pese a la incierta evolución del mercado global de hidrógeno renovable, se espera que el hidrógeno renovable juegue un papel relevante en hubs industriales regionales, con un volumen de comercio internacional limitado y generalmente circunscrito a regiones continentales (Europa, sudeste asiático, Norteamérica, América del Sur...).

Las oportunidades se centran en nichos de consumo energético donde el hidrógeno renovable puede tener ventaja competitiva frente a otras fuentes de energía (electricidad) y donde la electrificación resulta muy complicada (p. ej., muchos usos actuales del hidrógeno gris, generación de calor de alta temperatura o determinados segmentos del sector del transporte), así como en áreas donde se desarrolle una alta demanda de consumo no energético de amoníaco.

Al analizar la estrategia de los distintos puertos como hubs logísticos para el comercio internacional de hidrógeno renovable y productos derivados deben tenerse en cuenta los siguientes factores:

- El crecimiento futuro del mercado global de hidrógeno dependerá crucialmente de la competitividad (en costes) del hidrógeno verde en distintos usos finales, de la existencia de diferenciales significativos en los costes de producción en distintas regiones y de los costes de transporte.
- La generación de una base de demanda local de hidrógeno verde y productos derivados que dé impulso al mercado global dependerá de la existencia de incentivos económicos y señales regulatorias claras para tomar decisiones relacionadas con la sustitución con hidrógeno renovable de usos de hidrógeno gris y otros combustibles de origen fósil como el gas natural.
- La estrategia de despliegue de infraestructuras en los distintos puertos debe poner en valor sus potenciales fortalezas, incluyendo i) la demanda potencial de hidrógeno verde; ii) la cercanía a centros de producción y consumo de hidrógeno o amoníaco; iii) el desarrollo de valles o corredores de hidrógeno adyacentes; iv) la disponibilidad de energía eléctrica renovable y asequible y otros recursos necesarios (e.g., agua); v) la existencia de infraestructuras energéticas, de transporte y comunicaciones, etc.; vi) las estrategias de impulso del hidrógeno renovable en distintos ámbitos geográficos (e.g., regionales, estatales, etc.); vii) el estado de desarrollo de las infraestructuras dedicadas; viii) los acuerdos de colaboración con otros puertos, potenciales exportadores u *off-takers*, etc.; o ix) el nivel de aceptación social.
- La combinación de estas fortalezas y el peso específico de cada una de ellas determina el ritmo de desarrollo inicial y posterior escalado de estrategias e infraestructuras orientadas a la importación o exportación de hidrógeno renovable y/u otros productos energéticos.
- Esa estrategia debe, además, incorporar y equilibrar de manera coherente y consistente una visión de corto plazo con una visión de medio y largo plazo. En una

fase inicial (corto plazo), por ejemplo, el desarrollo óptimo de infraestructuras en el puerto probablemente debería centrarse, de forma prioritaria, en la realidad y el contexto local (demanda en el puerto y en el sector industrial local, desarrollo de la cadena de valor del hidrógeno, etc.).

- Desde el punto de vista territorial, resulta interesante potenciar acuerdos y alianzas entre puertos en un mismo mercado en regiones más grandes (p. ej., noroeste de Europa) que pongan en valor las fortalezas y ventajas competitivas de los puertos locales en la cadena de valor del hidrógeno renovable y productos derivados.



INSTITUTO VASCO
DE COMPETITIVIDAD
FUNDACIÓN DEUSTO

www.orquestra.deusto.es