Observatorio Tecnológico del **Hidrógeno**

Utilización de derivados del hidrógeno como combustibles marítimos: amoniaco y metanol

La **descarbonización del transporte marítimo** es una **prioridad estratégica** y, a la vez, uno de los mayores desafíos en la lucha contra el cambio climático. El marítimo, si bien es uno de los **sectores del transporte más eficientes energéticamente**, es también responsable del **3% de las emisiones globales de CO_2.**

El hidrógeno verde y sus derivados, como el metanol (CH_3OH) y el amoniaco (NH_3), se perfilan como **pilares tecnológicos en la transición energética** del sector por sus propiedades, potencial de reducción de emisiones, niveles de madurez tecnológica y capacidad de integración en la infraestructura existente.

Este resumen ejecutivo sintetiza las principales conclusiones del informe elaborado por el Observatorio Tecnológico del Hidrógeno, y en concreto por cinco de sus socios: el Centro Nacional del Hidrógeno (CNH2), CIDAUT, Enagás, Moeve y la Universidad Politécnica de Madrid (UPM).

ACCEDE AL INFORME COMPLETO

Septiembre 2025

Centro Nacional del Hidrógeno · Cidaut · enagas · moeve · Politécnica

Desde el punto de vista técnico, **el metanol y el amoniaco** tienen **propiedades** y un potencial de **reducción de emisiones** que los hacen adecuados para **su uso como combustible marítimo**

El **metanol** es el **derivado del hidrógeno con mayor densidad energética volumétrica** y puede almacenarse en estado líquido a temperatura y presión ambiente, **facilitando su integración en buques e infraestructura portuaria**. Este vector dispone de infraestructura de *bunkering* y almacenamiento desarrollado en la industria química y operaciones *offshore*.

Puede alcanzar la **neutralidad en carbono** si se produce con **energía renovable y CO_2 biogénico**.

El **amoniaco**, si bien posee una densidad energética menor a la del metanol, se beneficia de una **infraestructura logística global ya existente** para su transporte, almacenamiento y manipulación — con **más de 170 terminales operativas** en todo el mundo — y presenta **costes de almacenamiento inferiores al hidrógeno**, aunque requerirá de adaptaciones en diseño de buques para utilizarlo de forma segura y eficiente.

El **amoniaco verde es capaz de reducir las emisiones GEI en un 90% frente a los combustibles convencionales** utilizados hasta la fecha.

Madurez tecnológica y desarrollos industriales en fase de comercialización

El metanol y el amoniaco ya cuentan con **desarrollos industriales en motores ICE Dual Fuel (DF) de dos y cuatro tiempos** (TRL 9), así como **kits de adaptación (*retrofit*)** para buques existentes

El **metanol** se consolida como opción a corto plazo, determinada por la disponibilidad de CO_2 biogénico, en **rutas de corta y media distancia por su facilidad de integración**. Este vector ya se usa **comercialmente en 35 buques en operación** y cuenta con una **cartera de pedidos de 173 buques**.

El **amoniaco** se perfila como solución a largo plazo, especialmente para **rutas transoceánicas**, siendo clave el desarrollo de cadenas de valor de amoniaco verde para garantizar emisiones netas cero. Existe **un barco en operación** hasta la fecha, además de **25 nuevos pedidos**, y se espera que los kits de adaptación de los buques estén desarrollados en 2027.

Las pilas de combustible de hidrógeno y derivados como sistemas de propulsión se presentan como una alternativa prometedora en **aplicaciones para pequeños buques y ferris en el transporte marítimo de cortas y medias distancias**

Se observa un creciente interés en el **uso de las tecnologías PEMFC** (Pilas de Combustible de Membrana de Intercambio Protónico)**, SOFC** (Pilas de Combustible de Óxido Sólido) y **MCFC** (Pilas de Combustible de Carbonato Fundido) **todas ellas en estado comercial** (TRL 9), donde la de mayor implantación en el ámbito marino son las PEMFC (baja temperatura) y las SOFC (alta temperatura).

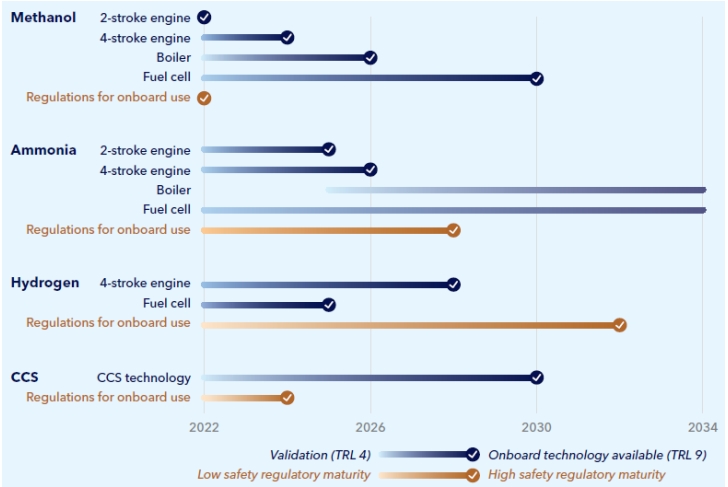
Las **pilas de combustible** desempeñan un **papel clave en la hibridación de sistemas de propulsión** en el transporte marítimo, al integrarse con motores ICE o sistemas de almacenamiento eléctrico para **mejorar la eficiencia energética y reducir las emisiones**.

¿Cuáles son las perspectivas de demanda y mercado a futuro?

Se espera que en 2050 **la mitad de la flota mundial opere con fuentes de propulsión renovables como hidrógeno, amoniaco y metanol**, y la otra mitad con combustibles convencionales, principalmente GNL, según las previsiones de DNV.

El amoniaco será uno de los combustibles de mayor crecimiento, con una cuota proyectada de entre el 35–44% del mix de combustibles marítimos, y el metanol se prevé que alcance entre un 3% y un 26% del total, según la Agencia Internacional de la Energía (IEA) y el fabricante de motores Everllence.

Aplicaciones de los combustibles alternativos en el sector marítimo



Fuente: DNV Maritime Forecast to 2050

¿Y su marco normativo?

El marco actual establece objetivos para la **reducción de emisiones en el transporte marítimo**, incluyendo la Estrategia de la OMI, con una reducción del **20% en 2030 y neutralidad en 2050**, así como la regulación *FuelEU Maritime* que fija **reducciones progresivas de emisiones de GEI y mecanismos de certificación**. Se espera que ambas regulaciones converjan para evitar la pérdida de competitividad en Europa.

La normativa para el uso de metanol como combustible ya está desarrollada (MSC.1/Circ.1621) y en aplicación. Para el uso del amoniaco, se están desarrollando enmiendas a los Códigos IGF (International Code of Safety for Ships Using Gases or Other Low-Flashpoint Fuels) e IGC (International Code of the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk) con la previsión de que entren en vigor en 2027.

El hidrógeno verde y sus derivados, tanto el metanol como el amoniaco, ofrecen **soluciones viables y complementarias** en la hoja de ruta de la **descarbonización del transporte marítimo**, con **escalabilidad, madurez tecnológica y capacidad de integración** en sistemas existentes.

Los buques que ya transportan amoniaco o metanol son los primeros candidatos para convertirse en buques propulsados por estos combustibles, utilizando su experiencia operativa y reduciendo barreras logísticas.

Para maximizar su potencial será necesario:

- ✓ **Impulsar la producción renovable de los combustibles** para garantizar su sostenibilidad climática real.
- ✓ **Potenciar la inversión en tecnologías de propulsión y sistemas de almacenamiento** y manejo seguros a bordo.
- ✓ **Adecuar la infraestructura portuaria y de *bunkering*** para facilitar su suministro seguro y competitivo.
- ✓ Avanzar en el **desarrollo de normativa específica**, en especial para amoniaco.

De esta forma, **el hidrógeno, el amoniaco y el metanol** podrán desempeñar un **papel fundamental en la transición del sector marítimo hacia emisiones netas cero**, garantizando al mismo tiempo la **competitividad y sostenibilidad** de las **cadenas logísticas** globales.

Observatorio Tecnológico del Hidrógeno

Utilización de derivados del hidrógeno como combustibles marítimos: amoniaco y metanol

Este informe ha sido elaborado por cinco socios del Observatorio Tecnológico del Hidrógeno:

Cidaut · Centro Nacional del Hidrógeno · enagas · moeve · Universidad Politécnica

ACCEDE AL INFORME COMPLETO

Observatorio Tecnológico del **Hidrógeno**