



## *Maritime transport as a solution to climate change*

### *Abstract:*

*Currently, climate change is one of the greatest issues facing humankind. No effort is being spared to solve this problem, both human and economic. These involves international meetings, investments, scientific research, and specific regulations among others. It is important to highlight that maritime transport has been a pioneer in this area. Maritime transport has been regulating itself and taking restrictive and highly advanced measures for a long time to avoid the potential pollution of the environment. Furthermore, several investigations continue to improve the quality of the main international means of transport, including the following: solar panels installations, the use of giant kite wing, the application of high-tech batteries or the consumption of green hydrogen and zero emissions in the port.*

### *Keywords:*

*Climate change, double-hull tanker, rigid sail, giant kite wings, green hydrogen, zero emission in port.*

### **Cómo citar este documento:**

CÁNOVAS SÁNCHEZ, Bartolomé. *El transporte marítimo una solución ante el cambio climático*. Documento de Opinión IEEE 12/2022.

[https://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs\\_opinion/2022/DIEEEO12\\_2022\\_BARGAN\\_Transporte.pdf](https://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2022/DIEEEO12_2022_BARGAN_Transporte.pdf) y/o [enlace bie<sup>3</sup>](#) (consultado día/mes/año)

## Introducción

El sector naval es el más importante dentro del mundo del transporte y el comercio mundial. Según las cifras aportadas por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Transporte (UNCTAD), el transporte marítimo supone el 90 % de todo el movimiento de mercancías a nivel global. Según el mismo informe, esta actividad estratégica llega a consumir hasta un 10 % de todo el crudo de la tierra. Este dato, aunque aparentemente pudiera parecer algo excesivo, no lo es si tenemos en cuenta que surcan nuestros mares y océanos unos 55 000 barcos, los cuales son una fuente de contaminación debido al empleo de fueloil, que es el responsable de esta polución.



Figura 1. Barcos híbridos con cero emisiones en puerto, debido al alzamiento de energía en la mar.

Aun siendo en su conjunto el menos contaminante, probablemente sea el más concienciado y motivado para reducir sus emisiones. La lucha contra la contaminación empezó hace años con la implantación del doble casco y continuó con el estudio de combustibles más limpios que perjudicaran menos al cambio climático como el Gas Natural Licuado. Posteriormente se experimentaron técnicas muy curiosas como la utilización de velas rígidas o incluso el increíble aporte de cometas. Finalmente se ha llegado por parte de algunas navieras como la Grimaldi a no emitir ningún tipo de gas contaminante en puerto. El conjunto de todas estas iniciativas crea un ambiente esperanzador e ilusionante en la lucha contra el cambio climático dentro del ámbito naval.

## El transporte marítimo es el menos contaminante

Nuestra sociedad está totalmente concienciada con el cambio climático, y uno de los factores fundamentales es la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> y gases de efecto invernadero en general. En este sentido es de destacar que el medio de transporte menos contaminante es el barco, dato sobre el que no existe controversia alguna. Al otro lado de la lista encontramos el avión, el más contaminante, al que le sigue, aunque a bastante distancia, el transporte por carretera y finalmente el ferrocarril. A pesar de esta clasificación, aún quedan algunos viejos barcos navegando que pueden emitir emisiones elevadas, especialmente si navegan a altas velocidades.

No obstante, actualmente, cuando uno se acerca a cualquier puerto, si se observa las chimeneas de cualquier barco se pueden ver humaredas de color negro, que delatan la existencia de elementos que afectan muy negativamente al medioambiente. Se deben principalmente a las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NOX), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y partículas sólidas (PM2.5), que son elementos nocivos para la salud humana, la atmosfera, los mares y los océanos.

La industria marítima, lejos de conformarse con esta realidad, no para de autorregularse y continúa investigando y obteniendo ingeniosos sistemas de reducción de la contaminación, al objeto de eliminar o aminorar al máximo posible estos nocivos efectos, todo ello complementado con una estricta y progresista legislación.

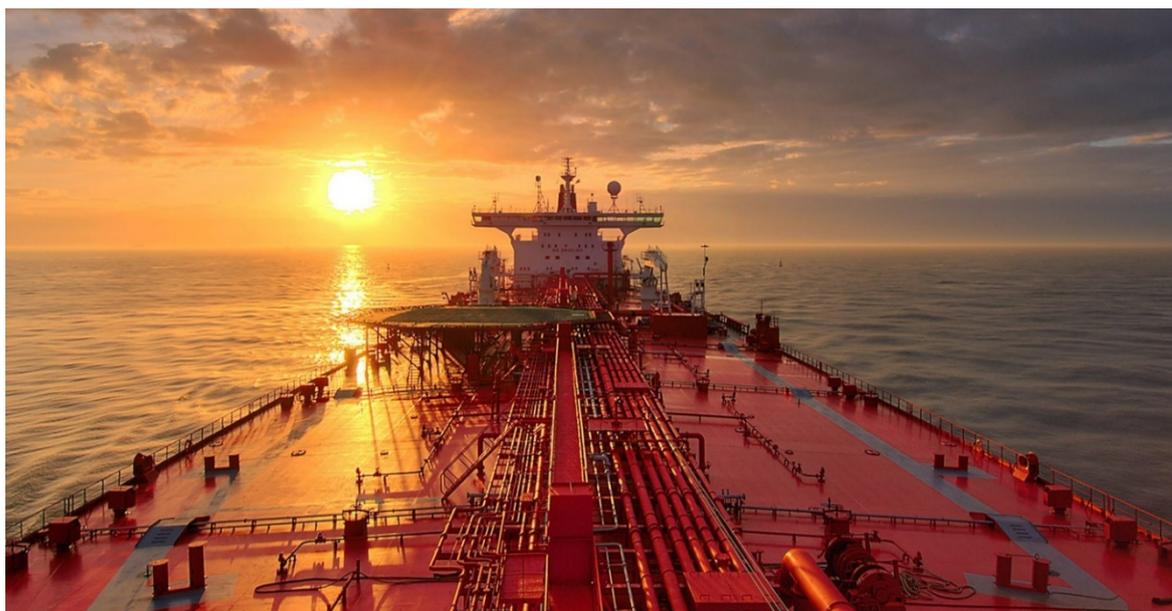


Figura 2. Emisiones de gramos de CO<sub>2</sub> por tonelada transportada por kilómetro. Fuente. NTM.

## El doble casco: un aliado del medioambiente

Durante mucho tiempo, demasiado tal vez, el transporte de los combustibles pesados por mar estuvo bastante descontrolado y regido por una legislación un tanto laxa. Los exagerados tamaños de estos barcos, diseñados con el objeto de maximizar los beneficios, implicaba un gran riesgo. Probablemente uno de los peores momentos fuera la década de los setenta, y a ello contribuyeron entre otros factores el usual lavado de tanques durante las navegaciones, especialmente durante los periodos nocturnos en los cuales se arrojaban el lastre sucio a la mar sin ningún tipo de tratamiento.

También es necesario recordar el elevado número de accidentes y derrames durante las operaciones en las terminales de suministro de combustible. De hecho, cabe destacar que en el año 1971 se estimaron unos derrames inasumibles con unas cantidades superiores a las 1 400 000 toneladas<sup>1</sup>. Ante esta compleja situación se decidió implantar el doble casco.



**Figura 3. El doble casco ha sido un gran logro para evitar o aminorar las grandes catástrofes medioambientales.** Fuente. <http://www.galemenergy.com.mx/wp-content/uploads/2017/09/barco-petrolero.jpg>

Esta decisión fue aceptada muy positivamente tras los desastres producidos por el petrolero Exxon Valdez en las costas de Alaska en 1989<sup>2</sup>, y fue promulgada por la Oil

<sup>1</sup> Disponible en: [http://www.revistanaval.com/archivo-2001-2003/petroleros\\_i.htm](http://www.revistanaval.com/archivo-2001-2003/petroleros_i.htm)

<sup>2</sup> “¿Desde cuándo se usan los petroleros de doble casco?”, *Muy Historia*. Disponible en: <https://www.muyhistoria.es/.../desde-cuando-se-usan-los-petroleros-de-doble-ca>

Pollution Act Que<sup>3</sup> para los buques petroleros de nueva construcción. A su vez se elaboró un calendario transitorio para ir retirando de forma coherente todos aquellos viejos barcos monocasco que significaran un riesgo para las costas por donde transitaban. Esta importante regulación, que fue adoptada inicialmente por EE. UU., se extendió posteriormente por la Comunidad Internacional partiendo de las prestigiosas regulaciones MARPOL<sup>4</sup>.



Figura 4. El barco MV Wakashio está a punto de partirse en dos. Fuente. EFE.

<sup>3</sup> La Ley de Contaminación del Petróleo (OPA) se promulgó en agosto de 1990, en gran medida en respuesta a la creciente preocupación pública tras el incidente de Exxon Valdez. El OPA mejoró la capacidad para prevenir y responder a los derrames de petróleo estableciendo disposiciones que ampliaban la capacidad del gobierno federal y proporcionen el dinero y los recursos necesarios para responder a los derrames de petróleo. El OPA también creó el Fondo Fiduciario Nacional de Responsabilidad por Derrame de Petróleo, que está disponible para proporcionar hasta mil millones de dólares por incidente de derrame. Disponible en: <https://archive.epa.gov/emergencies/content/lawsregs/web/html/opaover.html>

<sup>4</sup>El Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, (MARPOL) es el principal convenio internacional que versa sobre la prevención de la contaminación del medio marino por los buques a causa de factores de funcionamiento o accidentales. En el Convenio figuran reglas encaminadas a prevenir y reducir al mínimo la contaminación ocasionada por los buques, tanto accidental como procedente de las operaciones normales, y actualmente incluye seis anexos técnicos. En la mayoría de tales anexos figuran zonas especiales en las que se realizan controles estrictos respecto de las descargas operacionales. Disponible en: [http://www.imo.org/es/About/Conventions/ListOfConventions/Paginas/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](http://www.imo.org/es/About/Conventions/ListOfConventions/Paginas/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx)

Desgraciadamente hubo muchos derrames incontrolados al mar debido a múltiples accidentes, pero quizás los que tuvieron más repercusión social fueron los petroleros Erika y Prestige en 1999 y 2002 respectivamente. Esto hizo activar los mecanismos legislativos dentro de la Unión Europea y aparecieron las primeras normas sobre seguridad marítima<sup>5</sup>, a las que curiosamente se denominó con los nombres de Erika I y Erika II. Estas normas dan una amplia capacidad de control a las naciones receptoras de petroleros, que hoy en día cuentan con unas herramientas eficaces para proteger sus costas y puertos gracias a medidas como permitir la prohibición de entrada en puerto a los petroleros de un solo casco y de más de 15 años, impedir la entrada en puerto a los petroleros de un solo casco cargados con fuel pesado, bitumen, brea y crudo pesado, inspeccionar los barcos que se consideren más peligrosos y no al 25 % de forma aleatoria como se hacía anteriormente, determinar los puertos refugios para barcos en dificultades, y muchas otras que suponen un mayor control sobre estos viejos y peligrosos barcos.

La Unión Europea, además de dictar normas de obligado cumplimiento, intenta concienciar a los diversos actores como los astilleros, armadores, compañías petroleras, fletadores y aseguradoras a que adopten las medidas pertinentes para evitar las terroríficas contaminaciones marinas que perduran durante muchos años como las que produjeron el Erika y el Prestige.

### **Navegación por el polo norte y cambio climático**

Dentro de este complejo asunto del cambio climático es necesario analizar la situación del Ártico y su navegabilidad. Se podría decir que el deshielo del Polo Norte es un fenómeno muy negativo, reconocido por toda la comunidad científica, aunque desde el punto de vista de la navegación supone algunas ventajas debido a que dichas derrotas serán más cortas y seguras que las utilizadas actualmente. Estas nuevas rutas permitirán conectar los países costeros del este de Asia con los océanos Atlántico y Pacífico, atravesando toda la costa norte de Rusia. En estos momentos ya se han dado casos de barcos que han podido cruzar estas frías aguas sin necesidad de rompehielos.

---

<sup>5</sup> Disponible en: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/sheet/125/el-transporte-maritimo-normas-de-trafico-y-de-seguridad>



Figura 5. En este gráfico comparativo se muestran dos de las derrotas que los barcos podrían seguir. Las amarillas son las actuales y las rojas las que se podrían utilizar en un futuro próximo, con un enorme ahorro económico.

De nuevo los responsables del transporte marítimo, de forma casi unánime, han llegado a considerar que el uso intensivo de estas rutas puede producir un deterioro en la situación climática de esta estratégica zona geográfica. Por otro lado, las más altas autoridades en la toma de decisiones en este campo también evaluaron los posibles riesgos de colisiones, varadas incidentales u otro tipo de accidentes marítimos con el correspondiente derrame de combustible y sus catastróficos efectos medioambientales, que vendría a deteriorar aún más si cabe la zona. Tras este análisis, las cinco mayores y más importantes navieras del mundo dentro del campo de los contenedores<sup>6</sup>, que juntas llegan a alcanzar aproximadamente el 64,5 % de la capacidad mundial de transporte marítimo de contenedores según datos aportados por la prestigiosa consultora Alphaliner<sup>7</sup>, han llegado a descartar por el momento el uso de estas rutas marítimas.

<sup>6</sup> Disponible en: <http://elmercantil.com/2019/10/23/las-principales-navieras-de-contenedores-descartan-por-ahora-usar-la-ruta-del-artico/>

<sup>7</sup> Es una prestigiosa consultora especializada en el transporte marítimo, que es usada por ejecutivos, brókeres, corredores, fletadores y todo tipo de profesional en este campo, también cuenta con potentes bases de datos sobre movimientos portuarios y previsiones de transporte, utilizando grandes instituciones financieras, bancos, etc. Disponible en: [www.alphaliner.com](http://www.alphaliner.com)

## Barcos propulsados con gas natural licuado (GNL)

Dentro de la búsqueda de combustibles que dañen lo menos posible nuestro ecosistema encontramos el GNL, que es avalado por diversos estudios científicos.

El gas natural es el combustible fósil más puro y limpio que se conoce actualmente. Esto implica un menor impacto medioambiental debido a la elevada relación hidrógeno-carbono en su composición. Si se utiliza como combustible en los sistemas propulsores permite reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, las de óxidos nitroso y partículas finas, además otro factor también muy importante: consigue reducir el ruido prácticamente a la mitad.

Un estudio<sup>8</sup> realizado por la prestigiosa sociedad de clasificación Det Norske Veritas (DNV) demostró los beneficios económicos y ambientales de utilizar GNL como combustible alternativo. En las conclusiones de dicho trabajo destaca que en estos momentos este tipo de combustible, además de ser comercialmente viable, permite un ahorro aproximado del 45 %. Sin embargo, tal vez lo más destacable sean sus ventajas medioambientales, ya que, si se compara con el uso de fueloil pesado estándar, llega a reducir un 25 % en la emisión de CO<sub>2</sub>, además de lograr eliminar cerca del 90 % de los gases nitrosos y completamente las emisiones de sulfuros.

La Unión Europea viene adaptando progresivamente distintas normas en este campo y recomienda el uso de este combustible. Este proceso comenzó en 2001 debido a los grandes ahorros económicos y sobre todo por aminorar los efectos del cambio climático. El primer paso fue restringir el nivel máximo de sulfuros al 0,1 % para los buques en puerto o en aguas interiores. A partir del 1 de julio de 2010, el máximo de sulfuros en el combustible se fijó en un 1 % dentro de las áreas de emisiones controladas, aunque dicho requisito fue más estricto a partir de 2015 donde se obligó a no superar el 0,1 %. Toda esta regulación ha obligado a las navieras a encargar sus nuevos barcos con este sistema y transformar los ya existentes.

Uno de los primeros ejemplos en poner en práctica este tipo de barco fue el contrato que firmó General Dynamics Nassco con la naviera estadounidense Tote. Diseñó y construyó dos portacontenedores de 3100 TEU<sup>9</sup> propulsados por gas natural licuado. Estos barcos

<sup>8</sup> Disponible en: <http://maquinasdebarcos.blogspot.com/>

<sup>9</sup> Las siglas TEU, es una unidad de medida de contenedores, es un acrónimo del término en inglés Twenty-foot Equivalent Unit, que significa Unidad Equivalente a Veinte Pies, es una unidad de medida de capacidad del transporte marítimo, básicamente de Buques portacontenedores y terminales portuarios que operan con contenedores. Una TEU es la capacidad de carga de un contenedor normalizado de 20 pies (6,1 m), una caja metálica de tamaño estandarizado que puede ser transferido fácilmente entre diferentes

cuyos nombres son Isla Bella y Perla del Caribe, han supuesto un nuevo reto tecnológico, y lo más importante, una gran batalla ganada al cambio climático. El diseño<sup>10</sup> de ambos barcos incorporan un sistema propulsor alimentado con gasoil como combustible y un motor de doble combustión de baja velocidad. Los motores auxiliares también podrán utilizar GNL o gasoil.

Por otro lado, la Secretaría de Estado de Transporte Marítimo de Noruega ha apostado con fuerza por el proyecto de implantar en el sector pesquero el uso del GNL de forma generalizada como combustible para sus motores propulsores que, aunque significa un notable ahorro económico, se plantea con el objetivo fundamental de no emitir gases contaminantes a la atmósfera. En estos momentos son mucho los países que han tomado la decisión de adquirir barcos con este sistema de propulsión.



Figura 6. AIDAnova es el nombre del primer barco de cruceros del mundo propulsado por Gas Natural Licuado (GNL). Fuente. <https://revistatravelmanager.com/crucero-gas/>

Las navieras propietarias de los barcos de cruceros también empiezan a apostar por el GNL, así pues, ya podemos ver el AIDAnova, el primer crucero del mundo propulsado

---

formas de transporte tales como buques, trenes y camiones. Hay otros largos y tipos de contenedores. Los de uso frecuente son variantes del contenedor de 40 y son calculados como equivalente a 2 TEU.

<sup>10</sup> El diseño ha sido realizado por DSEC, filial de Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering.

con este combustible. Grupo Costa y, en su conjunto, Carnival Corporation se han posicionado como líderes de la industria por ser pioneros en la utilización del Sistema Avanzado de Calidad del Aire (AAQS) en las zonas próximas al crucero. Este sistema ya instalado en más del 70 % de los barcos de la flota del grupo naviero.

### **Barcos arrastrados por cometas**

Una de las ideas más ingeniosas y que probablemente pudiera parecer fantasiosa fue la de utilizar la clásica y convencional cometa que tanto han utilizado los niños para sus juegos como apoyo a la propulsión de los grandes barcos, reduciendo las cantidades de combustible y consecuentemente bajando los gases de efecto invernadero emitidos a la atmosfera. Esto no se trata de ninguna idea sobre un papel, sino que es una auténtica realidad.

La utilización de cometas para arrastrar algún tipo de artefacto no es realmente nueva, pues se remonta a épocas muy remotas. Los nativos de las islas Samoa ya remolcaban sus canoas con ayuda de cometas. Por otro lado, personajes históricos como Benjamin Franklin, muy aficionado a las cometas y famoso por el experimento que le llevó a inventar el pararrayos, comentó con entusiasmo estos artilugios. También se han usado, no hace tantos años, como sistema de salvamento marítimo o en algunos desarrollos de la NASA, aunque lo que hoy en día realmente asociamos con el uso de las cometas de tracción sean determinadas actividades deportivas.

En la actualidad, el método de propulsión por cometas de tracción está desarrollado por una única empresa, conocida como SkySails, (anteriormente Beluga Skysails). Concretamente en año 2008, el barco belga BBC fue el primer barco de carga, con 133 m de eslora, que utilizó una cometa de gran tamaño como apoyo a la propulsión.



Figura 7. Barco con el apoyo de cometa. Fuente. [www.planet-techno-science.com](http://www.planet-techno-science.com)

Este barco utilizó una cometa de 160 m<sup>2</sup> volando a altitudes entre los 100 y los 500 m. La razón de estas alturas radica en que es el viento sopla bastante más fuerte que a nivel del mar. El control de esta cometa es llevado a cabo por un software especial que se ajusta automáticamente para dibujar como una especie de ocho en el cielo y obtener un mayor beneficio del viento. Para facilitar el ascenso de esta cometa lleva unos grandes compartimentos que se rellenan de helio y una vez que están a la altura apropiada se rellenan de aire comprimido. Esta cometa recuerda a un parapente que vuela a más de 100 metros, destacando que la energía obtenida es aproximadamente el triple de la que se obtendría con las velas tradicionales. Tanto el despegue como el aterrizaje se realiza de forma automática y dura unos 20 minutos. Este nuevo sistema de navegación puede llegar a reducir el gasto en combustible hasta un 50 %, y lo más importante, reducir el CO<sub>2</sub> y el azufre que llegan a la atmosfera. Según los estudios realizados sobre el tema, el nuevo sistema supondría un ahorro de entre un 10 % y un 35 % de combustible al año con la asociada reducción de los gases de efecto invernadero.

Es también importante destacar que la utilización de esta cometa ofrece una cierta estabilidad en la mar e incluso podría llegar a ser un sistema alternativo de propulsión en caso de avería del motor principal.

A modo de conclusiones sobre este ingenioso sistema, se podría decir que cuanto mayor es la velocidad, mayor es el ahorro en combustible. El coste de adquisición del sistema SkySails es de unos 500 000 euros. Un barco de gran porte de unos 140 m de eslora consumiría un 30 % menos de combustible y reduciría en un 20 % la emisión de CO<sub>2</sub>, lo que podría significar 100 millones de toneladas menos de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmósfera y menos contaminación sonora.



Figura 8. Sistema de enganche cometa-barco. Fuente. SkySails.

### Utilización combinada del viento y el sol

Durante la década de los ochenta y debido al gran aumento del precio del combustible, se construyeron algunos buques en Japón equipados con velas rígidas, que junto a la propulsión principal consiguió una reducción en el consumo de combustible. No cabe duda de que se trataba de un curioso sistema de ahorrar combustible que se fundamentaba en un principio muy parecido al utilizado por las alas de un avión, pero instaladas de forma vertical. De este modo con la utilización del viento, que es totalmente gratis, se producía un notable ahorro económico en combustibles fósiles. Estos podrían ser considerados como los primeros pasos en el campo de la «propulsión asistida por el viento» y que además es totalmente compatible con la mayor parte de las flotas mundiales. No obstante, lo más importante actualmente es que implicaría una importante

reducción de emisiones contaminante, que tan negativamente influyen en el cambio climático.

La estabilización de los precios del combustible vino a significar en cierto modo un freno para el desarrollo de alternativas de propulsión. Sin embargo, en estos momentos, aunque la idea pueda parecer la misma, los objetivos son distintos. Ahora lo que importa es reducir las emisiones que afectan al cambio climático, disminuyendo las emisiones y la dependencia de carbono y combustibles fósiles. En este punto es razonable y una de las pocas opciones realistas el introducir las energías renovables en el campo del transporte marítimo.

De acuerdo con ello, en las últimas décadas se ha producido un desarrollo importante de la energía solar, que ha sido ampliamente aceptada en instalaciones terrestres y que muchos estudios quieren adaptar a la propulsión naval.



**Figura 9. El proyecto Oceanbird, desarrollado en la universidad sueca KTH en colaboración con la compañía naviera Wallenius Marine, está a punto de ver la luz.** Fuente. Innovaciones en la propulsión velica: Velero de carga. <https://lcjcapteurs.com/es/innovaciones-en-los-veleros-de-carga/>

Lógicamente los barcos también pueden beneficiarse de la energía solar ya que cubierta de un buque siempre recibe los rayos solares. Sin embargo, la cantidad de combustible ahorrado en buques grandes utilizando solamente la energía solar es relativamente pequeña, al menos por el momento.

En este apasionante camino son varias las empresas que han comenzado a desarrollar diseños de velas que además de aprovechar la fuerza del viento sean capaces de utilizar la energía solar a través de paneles solares en su superficie.

Por esta razón aparece el concepto de «vela energética», que hace referencia a una vela rígida dispuesta en el buque capaz de rotar automáticamente para sacar el máximo beneficio del viento y ayudar a propulsar el buque, al mismo tiempo que los paneles solares incorporados en la vela aprovechan la energía solar para proporcionar electricidad suplementaria y reducir la cantidad de combustible utilizado por los generadores auxiliares.



Figura 10. Un gigantesco granelero cuenta con propulsión eólica. Fuente. Vale.

### ¿Es posible utilizar el hidrógeno verde en el ámbito marítimo?

Dentro del incansable esfuerzo investigador por encontrar combustibles no contaminantes llegamos al hidrógeno verde. Aunque nos podríamos preguntar ¿Cómo funcionan los barcos impulsados por hidrógeno verde?

Pues de forma muy simplificada, se podría decir que el hidrógeno se obtiene mediante un proceso de electrolisis o ruptura de la molécula de agua, un proceso que lógicamente implica la utilización de electricidad para separar el hidrógeno del oxígeno. Pero lo más importante en este proceso radica en que si esta energía eléctrica proviene de fuentes renovables, entonces el hidrógeno pasa a denominarse «hidrógeno verde», debido a que en este proceso de producción tan solo se emite vapor de agua.

Un factor muy importante para tener presente en el caso particular de los barcos radicarán en que una vez que estén navegando, habrá que almacenar el hidrógeno y disponer de las correspondientes pilas de combustible.

El hidrógeno es almacenado para posteriormente ser introducido en la pila de combustible y, junto con el oxígeno captado del aire, producir la energía eléctrica que se utiliza para mover el buque.

Como en otros casos, Noruega es uno de los países avanzados en la utilización del hidrógeno verde para usos marítimos, realizando fuertes inversiones. Recientemente, concretamente en el año 2021, ha puesto en funcionamiento un ferry eléctrico propulsado por hidrógeno verde que conectará los puertos de Hjelmeland, Skipavik y Nesvik.



Figura 11. Barco propulsado por hidrógeno. Fuente. [www.bbva.com/es/sostenibilidad/los-avances-del-hidrogeno-en-el-transporte-sostenible/](https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/los-avances-del-hidrogeno-en-el-transporte-sostenible/)

Este barco tiene una capacidad de 299 pasajeros y 80 automóviles y supone un ahorro de 4000 toneladas/año de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, cantidad que se considera una autentica victoria en la lucha contra el cambio climático.

Dentro de estos avances tecnológicos la agencia estatal noruega de I+D está patrocinando un proyecto para el desarrollo y construcción de un buque de aprovisionamiento de hidrógeno líquido como combustible, con una capacidad de 9000 m<sup>3</sup>, que suministrará hidrógeno licuado a los buques mercantes. La realización de este proyecto será fundamental para determinar la viabilidad de esta cadena internacional de transporte.

Finalmente, quiero comentar que también en Noruega se está construyendo un barco que tiene una pila de combustible, basada en hidrógeno, cuya función será la construcción y reparaciones en alta mar. Este barco tendrá 99 m de eslora, y se podría decir que por el momento será el barco de mayores dimensiones del mundo basado en hidrógeno.

### **barco cero emisiones en puerto. Un proyecto hecho realidad**

Dentro de este elenco de estudios e investigaciones también cabe mencionar los progresos realizados por los buques «ro-ro» construidos para la naviera Grimaldi. Estos barcos queman combustibles fósiles durante las navegaciones y electricidad mientras permanecen en puerto gracias a unas baterías de litio que son recargadas durante los periodos de navegación. Esta recarga también es ecológica, ya que se llevará a cabo con 600 m<sup>2</sup> de paneles solares dispuestos a lo largo de las cubiertas del barco y que podrán ser complementados con generadores.



Figura 12. ECO Valencia, barco premiado con el más alto nivel en el campo de la sostenibilidad ambiental.

Otra de las innovaciones a tener en consideración en estas nuevas construcciones navales es el sistema de lubricación por aire bajo la quilla con el objeto de reducir el rozamiento y la resistencia aerodinámica, con la correspondiente reducción de emisiones y consumo de combustible<sup>11</sup>.

Otra característica muy peculiar radica en la pintura del casco, que es a base de siliconas no tóxicas cuya propiedad física radica en su baja rugosidad superficial, que reduce la liberación de sustancias al medio ambiente.

El barco también está equipado con un sistema de purificación de gases de escape para la reducción de las emisiones de azufre y de partículas. En lo referente a las emisiones de azufre, producto producido en la combustión de los barcos, el buque va equipado con unos sistemas especiales que permite que éste, al mezclarse con unas sales especiales, se convierta en un producto parecido al yeso que pueda ser reutilizado o desechado.

Este complejo trabajo de ingeniería, las fuertes inversiones económicas y el entusiasmo por la concienciación ambiental en la lucha contra el cambio climático, se ha visto

<sup>11</sup> Además, su capacidad de carga duplica la de los buques de mayor tamaño de la compañía y consume la misma cantidad de combustible a igual velocidad, con lo que consigue duplicar su eficiencia en términos de emisiones por tonelada transportada.

compensado con un premio extraordinario al barco Eco Valencia. Este es el primero de una flota denominada Green Generación de Grimaldi, que constará de doce barcos, que se consideran de los más grandes de todo el mundo especializados en el transporte marítimo de corta distancia, tipo «ro-ro»<sup>12</sup>.

## **El futuro del transporte limpio y seguro estará en el barco**

Hasta aquí hemos podido ver el gran esfuerzo que está realizando el transporte marítimo por mantener un medioambiente más limpio, un aire más respirable y en general evitar el cambio climático. Sin embargo, estos avances también avanzan en el desarrollo de otros parámetros esenciales en la navegación, cuyas mejoras no deben dejarse de lado.

### ***Eficiencia energética***

Un factor muy importante a la hora de elegir un medio de transporte es su eficiencia energética, que se mide por el consumo de combustible por tonelada métrica y kilómetro. En este aspecto son muchos los estudios que coinciden en que el más eficaz es el transporte marítimo y sus distintas combinaciones. Por esta razón uno de los grandes retos de la UE es el utilizarlo de forma intensiva. Este factor, además de apoyar el cumplimiento del Protocolo de Kioto, tendrá una gran repercusión en la parte económica.

### ***Mayor seguridad***

Los accidentes marítimos de forma general suelen tener unas grandes repercusiones mediáticas, llegando a ser motivo de confrontación política. Como ejemplo los ya mencionados petroleros Erika o Prestige. Pero la realidad es que los índices de siniestralidad en el transporte marítimo, en comparación con el resto de los diferentes medios utilizados para transportar mercancías, es muy inferior.

Según las estadísticas elaboradas por el Consejo Europeo de Seguridad en el Transporte, un 96 % de las víctimas de accidentes de transporte se produce en carretera. La tasa de muertes en el transporte marítimo, incluyendo la tripulación es de 1,4 muertos

---

<sup>12</sup> Ro-Ro es un acrónimo del término inglés *roll on-roll off*, con el cual se denomina a todo tipo de buque, o barco, que transporta cargamento rodado, tanto automóviles como camiones.

por cada 100 millones, 40 en el ferrocarril y 100 en la carretera. En todo el mundo, la media de muertes por accidentes de transporte marítimo es de 700/año, mientras que solo en la UE mueren en la carretera más de 42 000 personas al año.

### ***Menor saturación de infraestructuras***

En el transporte marítimo no existe saturación durante la navegación, exceptuando casos de accidentes como el ocurrido en el canal de Suez. La única saturación que puede existir en este tipo de transporte es la debida a la infraestructura en los puertos. En el otro lado de la moneda encontramos la carretera y el ferrocarril, donde realmente si existe una auténtica saturación por el carácter limitante de sus infraestructuras que solo permiten una cantidad de flujo preestablecida de circulación de mercancías. Buenos ejemplos los encontramos en los puntos nodales de las ciudades y en los pasos de puntos fronterizos de alta montaña como la de los Alpes y de los Pirineos. Además, no debemos olvidar que las infraestructuras de carretera y ferrocarril son altamente costosas.

### ***Carretera, ferrocarril y barco no son competencia. Se complementan***

Siempre ha existido la idea de que el barco podría suponer una competencia frente al transporte por carretera. Sin embargo, esta percepción es errónea, y de hecho podría decirse que el barco viene a dar más calidad de vida a los camioneros. A modo de ejemplo, supongamos que una empresa decide realizar un transporte de material entre dos puntos geográficos cualesquiera como podrían ser Zaragoza y Roma. Ante las diferentes rutas, una opción interesante es consultar el simulador de rutas intermodales, un software totalmente gratuito dependiente del Estado que ofrece una referencia de las diferentes alternativas.

De acuerdo con los datos, si se decide realizar dicho servicio únicamente por carretera, el tiempo previsto es de 49,5 horas<sup>13</sup> reales, es decir dos días solamente de ida. A ello habría que sumarle las correspondientes paradas de descanso y comidas y las

---

<sup>13</sup> El simulador de rutas intermodales es totalmente gratuito y disponible en Internet. Disponible en: <http://simulador.shortsea.es/simulador.aspx>.

potenciales inclemencias meteorológicas, lo que implica que entre ida y vuelta el camionero podría pasar casi una semana fuera de casa.

#### Transporte por carretera /Transport by 'only road'

Origen-Destino/From-To	Coste/Cost (Eur)	Tiempo/Transit-Time (Hor)	Distancia/Distance (Km)	Cost.Ext/Ext.Cost (Eur)	Emis CO2/CO2 Emiss. (Kg)
zaragoza -- roma	1,726	49.5	1,644	781	1,574

Tabla 1. Transporte por carretera.

Si la empresa decide utilizar la combinación carretera-barco, el conductor tan solo tendría que hacer 317 km en tiempo aproximado de menos de 6 horas, permitiendo así al camionero dormir en casa y realizar otro transporte a continuación, es decir, al día siguiente.

#### Transporte Intermodal con líneas marítimas existentes.

Existing maritime intermodal transport lines.

	Origen-Destino/From-To	Cost(Eur)	Tiempo (Hor)	Dist. (Km)	Cost Ext.(Eur)	Emis. CO2(Kg)
+	Barcelona ** Civitavecchia	1,522	27.9	1,212	287	1,202

Tabla 2. Transporte intermodal con líneas marítimas existentes.

#### Transporte por carretera /Transport by 'only road'

Origen-Destino/From-To	Coste/Cost (Eur)	Tiempo/Transit-Time (Hor)	Distancia/Distance (Km)	Cost.Ext/Ext.Cost (Eur)	Emis CO2/CO2 Emiss. (Kg)
zaragoza -- barcelona	333	5.6	317	151	304

Tabla 3. Transporte por carretera.



Figura 13. Contenedores aparcados esperando ser embarcados o recogidos. Fuente. Elaboración propia.

Antiguamente cuando parte de un trayecto de mercancías implicaba desplazamientos marítimos, tanto la cabeza tractora del camión como el conductor viajaban a bordo.

Actualmente solo los contenedores son embarcados. En la imagen se puede ver una serie de contenedores aparcados de forma totalmente gratuita si están destinados al embarque. Esto implica que el conductor descarga el contenedor para su embarque y en ese mismo momento puede recoger el contenedor correspondiente al regreso, evitando así esperas innecesarias.

El proceso de embarque y desembarque de estos contenedores es gestionado por personal del puerto mediante unas cabezas tractoras disponibles en el muelle.

Todas estas gestiones y facilidades son debidas a la implantación de un sistema intermodal apoyado por la Comunidad Europea<sup>14</sup> en su libro blanco, basado en el

<sup>14</sup> En este documento se plantea la importancia del Transporte Marítimo de Corta Distancia y las Autopistas del Mar como uno de los pilares fundamentales de la implementación de la Política Europea de

concepto «autopistas del mar». Este término<sup>15</sup> es usado casi como término análogo al de navegación de corta distancia o Short Sea Shipping (SSS), debiendo aclarar que son términos que se complementan, pero con grandes diferencias.

A las denominadas autopistas del mar se les exige el cumplimiento de los siguientes requisitos:

Han de establecer rutas prefijadas, determinando unos puertos fijos de partida y llegada y si entre estos dos puertos hay alguna parada intermedia, ésta tiene que estar perfectamente indicada y documentada. Eso sí, debe quedar perfectamente claro que las rutas y paradas no pueden ser modificadas al menos en un corto plazo de tiempo; caso contrario se generaría una gran confusión entre los usuarios de dicho servicio al dificultar el planeamiento logístico, factor fundamental en este tipo de negocio. Otro factor sumamente importante radica en el horario, de forma que las frecuencias de entradas y salidas de cada puerto estén claramente establecidas. Se trata en definitiva de un sistema complejo y fundamental para alcanzar los objetivos de la política europea de transportes, cuyo éxito futuro esta intrínsecamente ligado al adecuado diseño y gestión de las ya mencionadas Autopistas del Mar.

---

Transportes. Las líneas generales han sido propuestas en el Libro Blanco de Transporte (2001) y complementadas en lo que a la Política Marítima se refiere, en el Libro Verde (2006).

<sup>15</sup> Las autopistas del mar una solución en la crisis de la COVID-19. Bartolomé Cánovas Sánchez. RGM, ene-feb 2021.



Figura 14. Embarque de vehículos a bordo de un barco de la naviera Grimaldi. Fuente. Elaboración propia.

Normalmente los barcos que se dedican a esta actividad suelen tener varias cubiertas y además de los contenedores suelen transportar vehículos, debido a ser el procedimiento más eficaz, seguro, económico y menos contaminante.

### Conclusiones

El transporte marítimo es el menos contaminante desde el punto de vista medioambiental, no obstante, se está autorregulando, no cesa en su empeño de mejorar las emisiones que contribuyen negativamente al cambio climático.

El impacto medioambiental se centra en las emisiones que en mayor o menor medida producen la combustión de los barcos como, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NOX), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y partículas sólidas (PM2.5).

La lucha contra el cambio climático comenzó con la implantación del doble casco para los petroleros y toda una legislación complementaria sobre este tema.

Con relación a la reducción de las emisiones, son muchos los avances que se están consiguiendo gracias al uso de combustibles limpios como el GNL, las velas rígidas, los paneles solares, el hidrógeno verde, etc.

Actualmente ya prestan servicio barcos con emisiones cero en puerto, que durante mucho tiempo ha sido un factor de incertidumbre de distintas ciudades.

La combinación barco carretera es el sistema más rentable de transporte desde el punto de vista económico, de la calidad de vida para los conductores de los camiones y lo más importante, que es el objetivo de este estudio de la lucha contra el cambio climático.

*Bartolomé Cánovas Sánchez\**

Capitán de navío  
Máster en Paz Seguridad y Conflictos Internacionales