



DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR DEL TRANSPORTE MARÍTIMO

Guía introductoria para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero del transporte marítimo



Oficina del Secretario del Departamento de Transporte de los EE. UU.
www.transportation.gov/Momentum

ÍNDICE

¿Qué es el transporte marítimo?.....	5
¿Por qué se debe tener en cuenta el clima en la toma de decisiones del transporte marítimo?	6
¿Quiénes son las partes interesadas del transporte marítimo?¿Cómo pueden las partes interesadas promover la descarbonización?	10
¿Cómo pueden las agencias del gobierno contribuir a las metas de descarbonización marítima? ..	12
¿Cuáles son algunos ejemplos de oportunidades de descarbonización marítima para las agencias del gobierno?	26
Estrategias en acción.....	43
Glosario	45
Preguntas para autoevaluación	46

Información sobre esta guía de recursos

La Oficina de Transporte y Comercio Internacionales del Departamento de Transporte de los EE. UU. elaboró este documento como parte de su iniciativa *Momentum*.

Por medio de *Momentum*, el Departamento de Transporte de los EE. UU. intenta asistir a los asociados mundiales en el intercambio de conocimientos y mejores prácticas en campos clave, como desarrollo económico, sostenibilidad y equidad.

Para obtener más información sobre los recursos de *Momentum* del Departamento de Transporte de los EE. UU., consultar www.transportation.gov/momentum

Esta guía de recursos contiene una serie de estrategias y métodos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el transporte marítimo (el movimiento de cargas por vías de navegación interiores, rutas costeras o marítimas). Su objetivo es colaborar con los responsables de las decisiones en las agencias del gobierno para:

- ✓ Conocer mejor el transporte marítimo y la importancia de la descarbonización de este sector;
- ✓ Identificar a las partes interesadas (actores) y sus funciones en el transporte marítimo;
- ✓ Determinar las políticas clave para la descarbonización del transporte marítimo y su importancia; y
- ✓ Entender mejor las estrategias que las agencias pueden adoptar (en colaboración con otros) para contribuir a la descarbonización del sector del transporte marítimo.

En esta guía de recursos, se utiliza el término “agencia del gobierno” en un sentido amplio para referirse a una entidad pública que se concentra en el transporte o que participa en la toma de decisiones sobre el transporte a cualquier nivel. Los ejemplos podrían incluir departamentos o subdepartamentos, ministerios o subministerios federales de transporte, entidades gubernamentales locales o regionales, o autoridades portuarias.

Asimismo, esta guía de recursos ofrece un punto de información inicial. Los encargados de las decisiones en las agencias del gobierno pueden consultar más información sobre la reducción de las emisiones de GEI en el transporte en la publicación del Departamento de Transporte de los EE. UU. *Addressing Transportation’s Impact: A Starter Guide to Reducing Transportation GHG Emissions* (en inglés).

Para analizar temas específicos con más profundidad, contactar con la iniciativa *Momentum* del Departamento de Transporte de los EE. UU.

Aviso

El Departamento de Transporte de los EE. UU. patrocina la difusión de este documento para promover el intercambio de información. El Gobierno de los EE. UU. no asume ninguna responsabilidad por el uso de la información contenida en este documento. Tampoco avala fabricantes ni productos. Las marcas registradas o nombres de fabricantes que se mencionan aquí se debe exclusivamente a que se consideran esenciales para su objetivo previsto. El contenido de este documento refleja los puntos de vista de los autores, quienes son responsables de los hechos y la precisión de los datos presentados. El contenido no expresa necesariamente la política oficial del Departamento de Transporte de los EE. UU., ni constituye una norma, especificación o reglamento.

Contenido no vinculante

Con excepción de las leyes y los reglamentos citados, el contenido de este documento no tiene carácter ni fuerza de ley, y tampoco es vinculante de manera alguna para el público. El único objetivo de este documento es aportar información y claridad al público en lo que se refiere a los requisitos vigentes en la legislación o en las políticas gubernamentales.

¿QUÉ ES EL TRANSPORTE MARÍTIMO?

El transporte marítimo comprende el transporte de mercancías por vías navegables costeras, oceánicas o interiores. El transporte marítimo es esencial para la economía mundial, así como para muchas economías regionales o nacionales. A nivel mundial, el transporte oceánico constituye el eje de gran parte del comercio del mundo: los buques transportan más del 80 % de las mercancías que se comercializan internacionalmente por volumen y, en los próximos 25 a 30 años, se prevé un crecimiento sustancial en el transporte marítimo¹.

Las embarcaciones transportan todo por agua, desde bienes de consumo embalados hasta ganado, sustancias químicas, productos agrícolas, vehículos, cargas para proyectos (como palas de turbinas de viento y grúas) y productos de petróleo². A escala mundial, Asia posee la mayor parte del comercio marítimo internacional total por tonelada cargada, seguida de las Américas, Europa, Oceanía y África. La región de Asia Pacífico también es la mayor protagonista en el mercado mundial de las vías navegables interiores (el 32 % del mercado), mientras que Europa Occidental es el segundo protagonista más importante³.



Paneles solares en el Puerto de Seattle (fuente de la imagen: Puerto de Seattle)

¹ <https://theicct.org/sector/maritime-shipping/>

² <https://www.oneocean.com/news/vessel-types-explained/>

³ <https://www.businesswire.com/news/home/20210226005455/en/Global-Inland-Water-Transport-Market-Report-2021---ResearchAndMarkets.com>

¿POR QUÉ SE DEBE TENER EN CUENTA EL CLIMA EN LA TOMA DE DECISIONES DEL TRANSPORTE MARÍTIMO?

El fueloil pesado, conocido también como combustible para uso marítimo y aéreo, es la fuente de combustible más usada en el transporte marítimo en la actualidad⁴. Durante la combustión, el fueloil pesado emite grandes cantidades de dióxido de carbono (CO₂) las cuales se suman a las emisiones mundiales de carbono que contribuyen al cambio climático. El combustible para uso marítimo también contiene grandes cantidades de azufre que, al arder, produce partículas finas preocupantes para la salud humana⁵. La combustión del fueloil pesado también genera carbono negro, el cual absorbe un millón de veces la energía solar entrante como CO₂ y es un problema particular cerca del Ártico⁶. De acuerdo con el Departamento de Energía de los EE. UU., si el sector del transporte marítimo fuera un país, ocuparía el sexto lugar como emisor mundial de GEI⁷.

Pequeños Estados insulares en desarrollo

Los pequeños Estados insulares en desarrollo (PEID) son especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático debido a su geografía como países insulares de baja altitud, a su dependencia económica del comercio marítimo, sus economías en desarrollo y otros factores socioeconómicos. Estos y otros factores hacen que los PEID presenten oportunidades especiales para las iniciativas de descarbonización marítima.

Los organismos reguladores comenzaron a estudiar el impacto ambiental de la quema del fueloil pesado a principios de la década de 1970, en la primera conferencia del Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (MARPOL). En 1997, la Organización Marítima Internacional (OMI) estableció límites para las emisiones internacionales de los barcos marítimos, los cuales entraron en vigor en 2005⁸. La OMI también introdujo directrices para un diseño de buques más eficiente desde el punto de vista energético (véanse más detalles en la página 40) y modificó recientemente su estrategia de GEI marítimos a fin de incluir mayores expectativas para la reducción de las emisiones de GEI provenientes de las embarcaciones para 2050 o alrededor de esa fecha (véanse más detalles en la página 13).

En 2021, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP26), una coalición de varios países lanzó la [Declaración de Clydebank](#), para pedir a los signatarios que establezcan y tracen corredores marítimos ecológicos. En marzo de 2022, la Declaración de Clydebank tenía 22 signatarios. Con los corredores marítimos ecológicos, se procura adoptar un planteamiento holístico para la descarbonización de puerto a puerto, incorporando estrategias para reducir las emisiones de combustible marítimo, así como tecnología, infraestructura, acciones de coordinación y regulación (véase más información sobre los corredores marítimos ecológicos en la página 25). En abril de 2022, el Departamento de Estado de los Estados Unidos publicó un [Marco para los corredores marítimos ecológicos](#) (en inglés) a fin de describir elementos básicos y pasos a seguir específicos para los países interesados en establecer estos corredores.

⁴ <https://www.marineinsight.com/tech/marine-heavy-fuel-oil-hfo-for-ships-properties-challenges-and-treatment-methods/>

⁵ <https://e360.yale.edu/features/at-last-the-shipping-industry-begins-cleaning-up-its-dirty-fuels>

⁶ El carbono negro representa el 21 % de las emisiones de CO₂ equivalentes de embarcaciones, lo que lo hace el segundo factor más importante de los impactos climáticos en el sector del transporte marítimo después del CO₂. <https://www.congress.gov/117/chrg/CHRG-117/hrg/44944/CHRG-117/hrg/44944.pdf>

⁷ <https://www.energy.gov/eere/maritime-decarbonization#:~:text=Maritime%20decarbonization%20is%20the%20process,rise%20to%201.5%2Ddegrees%20Celsius>

⁸ <https://e360.yale.edu/features/at-last-the-shipping-industry-begins-cleaning-up-its-dirty-fuels>

LOS IMPACTOS DEL TRANSPORTE MARÍTIMO EN EL CAMBIO CLIMÁTICO

El sector del transporte genera más de un tercio de las emisiones de GEI del mundo⁹. El sector del transporte marítimo contribuye un 3 % a las emisiones generales de GEI a nivel mundial¹⁰. En comparación con algunos otros medios de transporte, como el uso de camiones, el transporte marítimo produce emisiones de GEI más bajas por tonelada-milla¹¹. Sin embargo, se prevé un aumento de las emisiones del transporte marítimo a medida que crezca la demanda de fletes¹². Por ejemplo, la OMI estimó que, con respecto a las emisiones de 2008, las emisiones del transporte marítimo internacional aumentarán del 90 al 130 % para 2050. El Consejo Internacional de Transporte Limpio (ICCT, por sus siglas en inglés) estimó que los buques de navegación oceánica podrían contribuir un 17 % a las emisiones totales de carbono de origen humano para 2050^{13,14}.

Contaminantes atmosféricos

Además de las emisiones de carbono, la actividad asociada con el transporte marítimo (entre otra, el uso en los puertos de equipo para el manejo de cargas alimentado con combustibles fósiles) también introduce contaminantes atmosféricos, como partículas y óxidos de nitrógeno (NOx). Estos contaminantes tienen efectos ambientales negativos (como calidad inferior del aire), así como efectos negativos en la salud humana, especialmente en las comunidades ubicadas en proximidad geográfica estrecha con actividades del transporte marítimo, como los puertos.

Fuente: [Ports at the Forefront](#) (en inglés)

⁹ <https://www.iea.org/topics/transport>

¹⁰ La OMI informó que, en 2018, el transporte marítimo produjo cerca del 2,89 % de todas las emisiones de GEI de origen humano. <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Fourth-IMO-Greenhouse-Gas-Study-2020.aspx>

¹¹ <https://www.wsp.com/en-in/insights/designing-net-zero-ports>

¹² www.oecd.org/ocean/topics/ocean-shipping/

¹³ <https://theicct.org/sector/maritime-shipping/#:~:text=Ocean%2Dgoing%20ships%2C%20which%20carry,caused%20carbon%20emissions%20by%202050.>

¹⁴ En otro estudio efectuado por Transporte y Medio Ambiente, una ONG de la Unión Europea, se concluyó que, en un caso hipotético sin cambios en el que otros sectores reduzcan las emisiones a menos de 2 grados centígrados, el transporte marítimo podría representar cerca del 10 % de las emisiones de GEI mundiales generales para 2050. www.transportenvironment.org/challenges/ships/greenhouse-gases/

REPERCUSIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL TRANSPORTE MARÍTIMO

Si bien el transporte marítimo contribuye a las emisiones de GEI, este sector también se ve afectado por el cambio climático. Muchas de las mismas estrategias que reducen las emisiones de GEI en el transporte marítimo mitigarán a su vez los impactos inducidos por el cambio climático en el sector.

Esos impactos incluyen mayores riesgos para la infraestructura, las embarcaciones en funcionamiento¹⁵ y la logística debido a la elevación del nivel del mar, las inundaciones tierra adentro, las sequías y las ondas de calor. El cambio climático puede intensificar la gravedad y frecuencia de estos tipos de fenómenos meteorológicos extremos. Por otra parte, el impacto del mal tiempo extremo puede causar contratiempos en el comercio, demoras en las operaciones y aumentos de los costos que probablemente pasarán a los consumidores más adelante¹⁶. De acuerdo con un estudio de investigación, los impactos inducidos por el cambio climático en el sector del transporte marítimo podrían costar más de USD 9.000 millones al año para 2050 y USD 25.000 millones al año para 2100¹⁷. Los trastornos debidos al cambio climático en una sola terminal o puerto pueden tener un efecto en cadena considerable en la economía mundial. Los países pueden pasar por recesiones económicas generales debido al trastorno de las actividades en un puerto.

Los fenómenos meteorológicos adversos también inciden en las opciones de rutas; por ejemplo, los buques oceánicos tal vez necesiten modificar las rutas planificadas para evadir las tormentas. Aunque el redireccionamiento puede reducir cierto riesgo de pérdida o daño de las embarcaciones, podría aumentar también las necesidades y los costos de combustible, lo que causaría más emisiones de GEI en el transporte marítimo.

El cambio climático también podría cambiar las rutas del transporte debido a la reducción de la cubierta de hielo en ciertas vías navegables o a mayores variaciones de los niveles de agua de algunas vías navegables interiores¹⁸.

¹⁵ Un estudio de investigación patrocinado por el Fondo de Defensa Ambiental concluyó que los fenómenos meteorológicos extremos ocasionaron más del 20 % del total aproximado de 400 pérdidas de embarcaciones que tuvieron lugar entre 2015 y 2019 en todo el mundo. Véase <https://www.edf.org/sites/default/files/press-releases/RTI-EDF%20Act%20Now%20or%20Pay%20Later%20Climate%20Impact%20Shipping.pdf>

¹⁶ <https://www.edf.org/sites/default/files/press-releases/RTI-EDF%20Act%20Now%20or%20Pay%20Later%20Climate%20Impact%20Shipping.pdf>

¹⁷ Esta estadística muestra las estimaciones de costos asociados con los daños y trastornos en los puertos debido al aumento del nivel del mar y a tormentas más fuertes. El estudio de investigación indica que “los costos futuros generales podrían ser muy superiores a los estimados aquí”.

<https://www.edf.org/sites/default/files/press-releases/RTI-EDF%20Act%20Now%20or%20Pay%20Later%20Climate%20Impact%20Shipping.pdf>

¹⁸ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136192090800165X#sec1>

Trastornos de la actividad portuaria debidos a fenómenos meteorológicos extremos

Uno de los ejemplos más considerables de trastornos económicos causados por fenómenos meteorológicos extremos ocurrió a consecuencia del tifón Maemi en 2003. El Puerto de Busán en Corea del Sur, el sexto puerto de contenedores con más actividad en el mundo (en 2020), vio interrumpidas sus operaciones durante 91 días debido a la tormenta. El tifón causó más de USD 1.000 millones de daños en el puerto. Las pérdidas debidas a la disminución de las exportaciones, los trastornos y las operaciones comerciales perdidas a raíz de la tormenta se estimaron en muchos millones de dólares. El tifón Maemi fue un ejemplo de un “supertifón” que, en opinión de los científicos, es muy probable que se repita en el futuro como resultado del alza de las temperaturas oceánicas debido al cambio climático mundial.

Fuente del contenido: [The Top 50 Container Ports, Global Warming Could Spawn Super Typhoons, Port disruptions due to natural disasters: Insights into port and logistics resilience](#) (en inglés)



Fuente de la imagen: https://www.researchgate.net/figure/Container-cranes-in-Pusan-port-destroyed-by-strong-wind-during-Typhoon-Maemi_fig2_32175853

¿QUIÉNES SON LAS PARTES INTERESADAS DEL TRANSPORTE MARÍTIMO? ¿CÓMO PUEDEN LAS PARTES INTERESADAS PROMOVER LA DESCARBONIZACIÓN?

Las agencias del gobierno desempeñan una función importante en el ecosistema del transporte marítimo, pero hay muchas partes interesadas que forman una red interconectada muy compleja. Algunos ejemplos de estas partes son los encargados de formular políticas, los organismos reguladores, los puertos, expedidores y consignatarios marítimos, los propietarios y operadores de buques, los constructores de barcos, proveedores de combustible, investigadores y muchos otros (véase la figura a continuación).

Ejemplos de las partes interesadas en el



El ecosistema del transporte marítimo es complejo y será diferente en cada país. No es posible aplicar una estrategia “única” para la descarbonización del sector. Todas las partes interesadas en el ecosistema deben desempeñar ciertas funciones, aunque los aspectos específicos de cada función dependen de muchos factores. Las funciones de las partes interesadas cambian y evolucionan; y es posible que las partes interesadas también desempeñen varias funciones al mismo tiempo. Las funciones pueden cambiar, pero hay seis áreas estratégicas generales en las que las partes interesadas pueden intervenir (véase la tabla a continuación). Las agencias del gobierno pueden considerar aplicar estrategias de un área o de varias áreas múltiples en paralelo.

Área estratégica	En qué consiste
Planificación y formulación de políticas	Establecimiento de metas y objetivos para la descarbonización; formulación de planes, programas, directrices y otras iniciativas de política que contribuyan al logro de estos objetivos
Reglamentación y cumplimiento	Formulación de normas y metas para la descarbonización; control, supervisión y seguimiento de las respuestas a las normas y los objetivos; formulación y aplicación de sanciones por incumplimiento
Suministro de fondos y financiamiento	El suministro de fondos a las partes interesadas (por ejemplo, programas de subvenciones, incentivos o subsidios fiscales) para promover proyectos específicos dirigidos a la descarbonización o para incentivar conductas acordes con las metas de descarbonización
Desarrollo de la capacidad	Convocación de las partes interesadas para analizar las necesidades, diferencias y oportunidades de descarbonización; comprobación de la concordancia entre actividades y metas; preparación de material para capacitación e instrucción con objeto de comunicar y reforzar la información; contratación y retención de una fuerza de trabajo diversa; creación de una fuerza laboral ecológica
Investigación, desarrollo y tecnología (IDT)	Investigación, análisis y evaluación de la descarbonización por medio de la recopilación y el análisis de datos; promoción de ideas novedosas y de vanguardia; apoyo a la comercialización de tecnologías clave (por ejemplo, transferencia de tecnología); asistencia a las partes interesadas para la adopción de tecnologías específicas (por ejemplo, asistencia técnica)
Construcción, producción, fabricación, mantenimiento y operación	Construcción de infraestructura para el transporte marítimo (por ejemplo, terminales, embarcaciones); mantenimiento de infraestructura (por ejemplo, dragado de canales navegables); producción de los recursos o la infraestructura (por ejemplo, combustible, embarcaciones) necesarios para mover la carga marítima; utilización de equipo e infraestructura para mover o llevar flete marítimo

¿CÓMO PUEDEN LAS AGENCIAS DEL GOBIERNO CONTRIBUIR A LAS METAS DE DESCARBONIZACIÓN MARÍTIMA?

La descarbonización del transporte marítimo es difícil debido a la naturaleza mundial del transporte marítimo internacional, los tipos de partes interesadas involucradas en sectores diferentes, la diversidad de tipos y tamaños de embarcaciones utilizadas y la variabilidad de las vías de navegación, entre otros factores. Las agencias del gobierno y otras partes interesadas ya han comenzado a aplicar las estrategias para impulsar la descarbonización del sector marítimo. Sin embargo, necesitan poner en práctica un conjunto amplio de estrategias, en coordinación con otras partes interesadas en los sectores público y privado, para ofrecer redundancia y aumentar el potencial de lograr buenos resultados.



Suministro de energía eléctrica en el Puerto de Los Ángeles (Fuente de la imagen: Maritime Executive)

ESTRATEGIAS DE PLANIFICACIÓN Y POLÍTICA

Las estrategias de planificación describen una hoja de ruta para cumplir una meta prevista, como “cero emisiones netas antes de 2050”. Las estrategias de política formulan normas o pautas específicas sobre lo que es necesario hacer para alcanzar esta meta. Tanto las estrategias de política como las de planificación establecen una estructura común para conocer los aspectos clave que implica la descarbonización. La inclusión de las partes interesadas pertinentes es esencial para garantizar la adopción de esas estrategias.

Como el organismo regulador del transporte marítimo internacional, la OMI encabezó la mayor parte de los trabajos de planificación y política para la descarbonización del sector marítimo internacional. La [Estrategia inicial de la OMI para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de los buques \(2018\)](#) (en inglés) estableció una meta amplia para reducir la intensidad del carbono en el transporte marítimo internacional en al menos el 40 % para 2030 en comparación con los valores de 2008. En julio de 2023, la OMI acordó la modificación y el fortalecimiento de esta estrategia inicial con el fin de establecer una “meta de cero emisiones netas de los buques para 2050 o alrededor de esa fecha¹⁹”. Asimismo, la OMI convino en establecer “puntos de control indicativos” para seguir el avance hacia esta meta, los cuales incluyen la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de los buques en al menos el 20 % (con miras a alcanzar el 30 %) para 2030 y al menos el 70 % (con miras a alcanzar el 80 %) para 2040, siempre en comparación con los niveles de 2008²⁰. Algunas partes interesadas de agencias gubernamentales y ONG, como la Comisión Europea y el ICCT, respondieron de forma positiva a las expectativas de la OMI que aumentaron recientemente²¹. Además (y antes) de esta modificación, muchas agencias del gobierno adoptaron medidas o expresaron la intención de fortalecer las políticas de descarbonización de la OMI por medio de iniciativas de planificación y política.

Algunos ejemplos de estrategias de planificación y política son:

- Evaluación de necesidades, diferencias y oportunidades mediante estudios de factibilidad, libros blancos, etc.
- Identificación de criterios de evaluación en preparación para la descarbonización (por ejemplo, establecer puertos candidatos con un grado alto de preparación para la descarbonización o evaluar la viabilidad de invertir en combustibles marinos alternativos particulares).
- Formulación de estructuras que coordinen políticas, normas, iniciativas, inversiones, etc. para lograr un planteamiento y un régimen holísticos.
- Elaboración de proyectos, hojas de ruta, planes de acción y materiales afines para guiar los siguientes pasos. Estos recursos describen metas y objetivos; estrategias para lograr las metas; obstáculos para la ejecución; plazos y estrategias para la implementación. Además, establecen cómo se medirán, evaluarán y controlarán los resultados logrados. En muchos materiales, se mencionan también los recursos específicos necesarios para llevar a cabo las estrategias prioritarias.

¹⁹ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_23_3745

²⁰ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_23_3745

²¹ Por ejemplo, véase https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_23_3745 y <https://theicct.org/marine-imo-updated-ghg-strategy-jul23/>

Aplicación de estrategias para vías de navegación interiores

Los encargados de las decisiones en las agencias del gobierno pueden considerar aplicar cualquiera de las estrategias que se detallan en las siguientes secciones al transporte por vías navegables costeras o transoceánicas, o bien interiores (es decir, transporte en ríos y lagos interiores). Sin embargo, deben tener en cuenta que la descarbonización de las vías navegables interiores implicará la solución de problemas específicos ajenos al transporte costero o transoceánico. Por ejemplo, la profundidad, el ancho de los ríos y los tamaños de las esclusas pueden variar marcadamente y repercuten en el diseño físico de los remolcadores y las barcazas que circulan por las vías de navegación interiores.

Un estudio de 2021 concluyó que electrificar los grandes barcos fluviales con la tecnología actual podría ser más difícil debido al tamaño de las baterías que se necesitarían. Para hacer económicamente viable la descarbonización del transporte interior, las agencias del gobierno necesitarán prestar atención especial al suministro de fondos y el financiamiento, a las estrategias de regulación y cumplimiento, así como a otras estrategias que se describen en esta sección.

Fuente: [Decarbonization of the Inland Waterway Sector in the United States](#) (en inglés)

ESTRATEGIAS DE REGULACIÓN Y DE CUMPLIMIENTO

Las agencias pueden recurrir a estrategias de regulación para incentivar o exigir comportamientos que ayuden a lograr las metas articuladas en los planes y las políticas. Las estrategias de cumplimiento se usan para dar seguimiento y vigilar el cumplimiento de las partes interesadas de estas metas y, en algunos casos, para imponer sanciones por incumplimiento.

Las agencias del gobierno pueden contribuir a las acciones nacionales o internacionales de regulación y cumplimiento por medio de interacción con las partes interesadas, promoción de la causa e investigación y desarrollo. Por ejemplo, los EE. UU. han colaborado con la OMI en la formulación de normas de eficiencia energética para los barcos²².

Las agencias también pueden establecer sus propios programas reglamentarios para el transporte marítimo que tiene lugar dentro de su jurisdicción. Esto podría implicar la identificación de objetivos para la reducción de las emisiones de GEI (o contaminantes atmosféricos) aplicables a los buques que cruzan zonas pertenecientes a la jurisdicción de una agencia, así como las restricciones que se impondrán si los objetivos no se logran. Las agencias del gobierno también pueden definir los requisitos de notificación y recolectar información a fin de evaluar el logro de los objetivos.

Ejemplos de programas reglamentarios

- Los Estados signatarios del MARPOL pueden solicitar la designación de zonas de control de emisiones (ECA, por sus siglas en inglés) en las que se impongan límites más estrictos a los niveles de azufre en los combustibles y a las emisiones de NO_x de los buques que operan en estas zonas. En la actualidad, hay zonas de control de las emisiones en aguas de América del Norte y las Islas de Hawái, así como en el Mar Báltico, el Mar del Norte y las regiones estadounidenses del Mar Caribe.
- En julio de 2021, la Unión Europea anunció un acuerdo provisional para extender su sistema de comercio de derechos de emisión al transporte marítimo. El objetivo de esta medida es incluir las emisiones del transporte marítimo como parte del límite general del sistema de comercio de derechos de emisión de la Unión Europea, lo cual creará incentivos para promover la reducción de las emisiones de GEI e impulsar la transición a tecnologías menos contaminantes.



Buque portacontenedores atracado en un puerto (Fuente de la imagen: Adobe stock)

²² <https://www.epa.gov/international-cooperation/epas-role-international-maritime-organization-imo>

Pacific Blue Shipping Partnership

La cooperación Pacific Blue Shipping Partnership (PBSP) es una coalición de naciones insulares del Pacífico que aceptaron voluntariamente colaborar entre países para invertir en la infraestructura del transporte marítimo con bajas emisiones de carbono. La PBSP, fundada en abril de 2019 por Fiyi y las Islas Marshall, en asociación con Kiribati, Samoa, las Islas Salomón, Tonga, Tuvalu y Vanuatu, está trabajando en varias iniciativas de política y planificación (así como iniciativas de financiamiento), como la elaboración de una hoja de ruta, la redacción y el análisis de libros blancos preparados por las subcomités del PBSP y la conclusión de los compromisos y las expectativas de los países miembros. En 2021, la PBSP publicó una Nota conceptual (diseñada como un documento dinámico que se actualice con el tiempo) en la que se detalló su plan de trabajo 2020-2030, e incluyó las siguientes actividades prioritarias:

- Inversión en reconversiones y la adquisición de transbordadores de carga y de pasajeros con bajas emisiones de carbono;
- Obtención de préstamos destinados a proyectos a más largo plazo para poner en funcionamiento infraestructura de energía renovable;
- Establecimiento de un servicio de préstamos rotatorios acorde con la actividad comercial alineada con los objetivos de la PBSP; y
- Creación de una asociación y un centro de investigación y colaboración para el intercambio de información, actividades de investigación, desarrollo y tecnología, capacitación y desarrollo de la capacidad.



Niños que juegan en un primer plano en aguas de Vanuatu y buques en el horizonte
(Fuente de la imagen: Sean Gallagher/The Guardian)

ESTRATEGIAS PARA EL SUMINISTRO DE FONDOS Y EL FINANCIAMIENTO

Las estrategias para el suministro de fondos y el financiamiento incluyen inversiones directas destinadas a la descarbonización marítima, como el financiamiento de proyectos de infraestructura con metas de cero emisiones. Las estrategias para el suministro de fondos y el financiamiento también incluyen inversiones indirectas mediante el establecimiento de programas de subvenciones, programas de incentivos o subsidios fiscales. Los incentivos y los subsidios fiscales permiten a las agencias del gobierno estimular una adopción más amplia en el sector de las prácticas para la descarbonización minimizando o eliminando las barreras relacionadas con los costos.

Otros ejemplos de estrategias para el suministro de fondos y el financiamiento público para la descarbonización comprenden la creación de programas de incentivos para impulsar la producción y la adopción de combustibles marítimos con emisiones cero o casi cero, o la consideración de subsidios al sector para reconvertir embarcaciones a diseños más modernos o eficientes. Las agencias también podrían considerar la incorporación de las metas de descarbonización en los criterios de selección para los programas de subsidios actuales o el establecimiento de programas de subsidios nuevos centrados en la descarbonización marítima.

Inversión de los EE. UU. en la descarbonización marítima (ejemplos)

En octubre de 2022, el Departamento de Transporte de los EE. UU. anunció más de USD 703 millones para financiar 41 proyectos que mejorarán las instalaciones portuarias por medio del Programa de desarrollo de Infraestructura Portuaria (PIDP, por sus siglas en inglés). El suministro de fondos beneficiará a puertos marítimos costeros, puertos de los Grandes Lagos y puertos fluviales internos, con una mejora de las eficiencias operacionales y la reducción de las emisiones portuarias, entre otras metas. Los fondos del programa PIDP se otorgan de acuerdo con el concurso de los proyectos que mejoran la seguridad, eficiencia o la confiabilidad del movimiento de mercancías hacia o desde un puerto, en sus alrededores o en su interior. Por ejemplo, un puerto podría usar fondos del PIDP en el establecimiento de infraestructura para suministro de energía eléctrica en puerto o en instalaciones de carga.

A partir de 2022, la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) ofrece USD 3.000 millones según el Programa de Puertos Limpios para financiar equipo o tecnología portuaria con cero emisiones, además de proporcionar asistencia técnica para la electrificación y la planificación de la reducción de las emisiones, y para la elaboración de un plan portuario de acción en favor del clima.



Mapa de beneficiarios del PIDP, 2019-2022 (Fuente de la imagen: Maritime Administration)

Iniciativa verde marítima de Singapur

En 2011, la autoridad marítima y portuaria de Singapur (MPA, por sus siglas en inglés) estableció su Iniciativa verde marítima de Singapur y se comprometió a invertir hasta USD 100 millones en un período que durará hasta 2024 para promover la descarbonización del transporte marítimo por medio de varias iniciativas que incluyen programas para embarcaciones no contaminantes, puertos ecológicos, energía y tecnología no contaminantes y concientización ecológica. El objetivo de estos programas es brindar incentivos económicos a las empresas que adopten prácticas no contaminantes y ecológicas de transporte que superen el mínimo exigido por los reglamentos de la OMI. Por ejemplo, entre mayo de 2022 y diciembre de 2024, el Puerto de Singapur reducirá las tarifas de las embarcaciones que hagan escala en el puerto si satisfacen ciertos criterios, como el uso de combustibles con emisiones bajas o cero de carbono, o bien si las normas de su índice de eficiencia energética de proyecto (EEDI, por sus siglas en inglés) superan en un 10 % o más el requisito de la OMI.



Paneles solares en el Puerto Jurong de Singapur
(Fuente de la imagen: Autoridad marítima y portuaria de Singapur)

ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO DE LA CAPACIDAD

Mediante el desarrollo de la capacidad, las agencias del gobierno identifican a las partes interesadas que aporten beneficios, ofrecen oportunidades para la colaboración y el aprendizaje de las partes interesadas, y ayudan a la formación de la fuerza laboral, entre otros tipos de iniciativas. Por medio de estas actividades, las agencias pueden propiciar el diálogo, estimular la innovación y crear o fortalecer asociaciones para lograr un consenso, aprovechar los recursos y conocimientos técnicos e impulsar una medida colectiva para cumplir las metas de descarbonización.

Algunos ejemplos de estrategias para el desarrollo de la capacidad incluyen la organización de grupos de trabajo, talleres, mesas redondas u oportunidades similares; la interacción con organizaciones o personas para obtener comentarios sobre preguntas específicas; o el trabajo con grupos particulares (por ejemplo, asociaciones comerciales, organizaciones no gubernamentales) y la aplicación de iniciativas continuas. Estas estrategias pueden incluir a partes interesadas y asociados de organizaciones locales, regionales, nacionales y mundiales.

Las estrategias para el desarrollo de la capacidad también abarcan la identificación de líderes de las iniciativas de descarbonización, así como asociaciones entre quienes formulan las políticas y quienes toman las decisiones financieras. Los ejemplos de los responsables de las decisiones financieras incluyen a los ministerios de finanzas, que pueden ejercer gran influencia en las políticas de desarrollo nacionales y dirigir o adaptar el flujo de fondos externos destinados a las metas de descarbonización.

La descarbonización dará oportunidades para crear una fuerza laboral ecológica. Las agencias pueden identificar e impartir capacitaciones para que las personas adquieran aptitudes nuevas; también pueden implementar estrategias de contratación y retención para lograr la diversidad en el personal de transporte. Esto aportará perspectivas nuevas para considerar las necesidades de descarbonización y sus soluciones. Los responsables de las soluciones deben obtener proactivamente el punto de vista de las partes interesadas con recursos más limitados, aquellos que históricamente no han interactuado de forma profunda con el gobierno o quienes están subrepresentados en los campos del transporte^{23,24}. Dado que el sector privado es titular, gestor y operador de una gran cantidad de infraestructura física del transporte marítimo, quienes toman las decisiones también deben considerar al sector privado como una parte interesada clave en las iniciativas para el desarrollo de la capacidad²⁵.

Las agencias gubernamentales interesadas en las estrategias para el desarrollo de la capacidad no necesitan “empezar de cero”. Hay muchas iniciativas en curso que ofrecen recursos que las agencias pueden aprovechar. Por ejemplo, el [Fondo fiduciario TC GEI](#) de la OMI pone recursos económicos a disposición de los miembros de la Organización y a otros para aplicar las iniciativas de asistencia técnica y desarrollo de la capacidad dirigidas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de los buques.

²³ <https://unctad.org/rmt2022>

²⁴ <https://unctad.org/news/positioning-partnerships-shipping-decarbonization>

²⁵ <https://www.epa.gov/statelocalenergy/webinar-electrifying-americas-ports>

Red C40

C40 es una red internacional de alcaldes que representan a casi 100 ciudades de todo el mundo. El objetivo de la red C40 es que sus miembros colaboren para reducir a la mitad las emisiones de las ciudades miembros. También proporciona ayuda a sus miembros para implementar estrategias de coordinación y colaboración para la descarbonización de muchos sectores económicos diversos, como puertos y transporte marítimo. Las iniciativas de la red C40 centradas en el transporte marítimo incluyen el programa Zona de cero emisiones, que facilita la colaboración entre ciudades homólogas y las incentiva a establecer asociaciones sólidas entre los sectores público y privado dentro del sector del transporte marítimo.

El Foro de Puertos Verdes de la C40 está integrado por 20 de las principales ciudades portuarias de cada región del mundo y se dedica a conectar ciudades portuarias y puertos de todo el mundo para aplicar políticas y programas que mitiguen la contaminación atmosférica y las emisiones de gases de efecto invernadero en los puertos, el transporte marítimo y las actividades de logística.

ESTRATEGIAS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y TECNOLOGÍA (IDT)

Las estrategias de investigación, desarrollo y tecnología comprenden todo el conjunto de actividades que implica la creación y el intercambio de conocimiento y la comercialización de innovaciones. Las agencias del gobierno pueden contribuir a las actividades de IDT con el establecimiento de programas de investigación; investigación y desarrollo; prueba y evaluación de tecnologías, prácticas y procesos emergentes; y ayuda para la implementación de tecnologías e innovaciones comerciales. El espacio para la descarbonización marítima se presta a la participación del gobierno en la IDT, ya que esto implica actividades de alto riesgo, a largo plazo y de mucha complejidad, es decir, una serie de actividades a las que los patrocinadores no gubernamentales de la investigación tal vez no puedan o no estén dispuestos a dedicarse por completo. Las actividades de IDT del gobierno desempeñan una función importante en la eliminación del riesgo en las inversiones del sector en combustibles alternativos y tecnologías mejoradas para la propulsión y las embarcaciones.

Las agencias del gobierno deben fomentar y aprovechar asociaciones y colaboraciones sólidas entre agencias y con instituciones educativas y organizaciones del sector privado. Estas asociaciones son importantes para coordinar el trabajo de IDT, evitar la duplicación, responder a las necesidades de las partes interesadas y beneficiarse de las capacidades únicas de varias partes interesadas para avanzar hacia las metas comunes de IDT. Con este conjunto de asociaciones, los gobiernos pueden identificar de forma estratégica oportunidades para la colaboración, la coordinación y la investigación independiente que promuevan las metas de la descarbonización marítima.

Las agencias del gobierno también pueden apoyar las iniciativas para la transferencia de tecnología (T2) a fin de acelerar la aplicación, distribución y comercialización de innovaciones y tecnologías nuevas de aplicabilidad amplia que son resultado de la IDT y favorecen la descarbonización marítima. La T2 puede incluir la identificación y la aplicación inmediata de innovaciones comprobadas, pero aún subutilizadas, que ayudan a lograr las metas de descarbonización marítima. Por ejemplo, la [Guía técnica para la eficiencia energética y la descarbonización \(2022\)](#) (en inglés), financiada por el Programa de asistencia técnica y ambiental marítima (META, por sus siglas en inglés) de la Administración Marítima de los EE. UU. (MARAD), identifica varias tecnologías listas para su comercialización como recubrimientos antiincrustantes, optimización de la forma del casco, rotores Flettner y pilas de combustible con membrana de electrolito polimérico.

Los gobiernos deben comunicar los resultados de la IDT sobre la descarbonización marítima a las partes interesadas pertinentes para facilitar mejores decisiones de política, aportar información a las actualizaciones de los reglamentos y las normas, y convertir la investigación en práctica. Este trabajo incluye el intercambio de prácticas de interés y lecciones aprendidas de la aplicación de innovaciones en el campo para conseguir la adopción eficiente de tecnologías. Por ejemplo, la Oficina de Eficiencia Energética y Energía Renovable (EERE, por sus siglas en inglés) del Departamento de Energía de los EE. UU. compila y cataloga información sobre descarbonización, como programas, informes, recursos y talleres relacionados con la eficiencia y la optimización energética, el tratamiento de los gases de escape y la captura del carbono, la hibridación y la energía totalmente eléctrica, y los combustibles con bajas emisiones de carbono²⁶.

²⁶ <https://www.energy.gov/eere/maritime-decarbonization>

Programa de asistencia técnica y ambiental marítima (META) de MARAD

MARAD encabeza las gestiones de descarbonización marítima en los EE. UU. con varias iniciativas, como el Programa META, para la promoción de la IDT en tecnologías, prácticas y procesos emergentes que mejoran la sostenibilidad ecológica industrial marítima, y el trabajo importante relacionado con la descarbonización en las siguientes áreas temáticas:

- Emisiones atmosféricas de embarcaciones y puertos
- Electrificación portuaria y eficiencia energética
- Combustibles alternativos y pilas de combustible
- Captura y almacenamiento del carbono a bordo
- Escape y emisiones fugitivas de metano
- Tecnologías para la reducción de emisiones
- Modelización
- Hibridación y baterías
- Sistemas autónomos
- Reducción del ruido submarino generado por embarcaciones



Película solar instalada en azoteas de Barcelona (Fuente de la imagen: Optics.org)

Iniciativas de IDT de la Autoridad del Canal de Panamá

Los canales y otros puntos de paso estrecho pueden desempeñar una función importante en la descarbonización marítima. Las mejoras de la eficiencia operacional en los canales (por ejemplo, la disminución de la velocidad y los tiempos de espera de las embarcaciones) pueden reducir las emisiones de GEI.

La Autoridad del Canal de Panamá (ACP) está poniendo en práctica un nuevo Sistema de clasificación de buques verdes, el cual establece los requisitos para que ciertas embarcaciones que transitan por el Canal de Panamá proporcionen información sobre combustibles, eficiencia energética y motores. La ACP usará esta información para crear una base de datos y analizar las tendencias relacionadas con los atributos tecnológicos y ambientales de las embarcaciones que usan el canal.

La ACP está preparando también una calculadora que compara las emisiones de GEI de las embarcaciones que usan el Canal de Panamá con las de embarcaciones que transitan por rutas alternativas. El objetivo de esta herramienta es aportar información para el reconocimiento de la excelencia ambiental y favorecer el uso de itinerarios con menos emisiones.



Fuente del contenido: [Greenhouse gas mitigation at maritime chokepoints: The case of the Panama Canal](#) (en inglés)
(Fuente de la imagen: Adobe stock)

ESTRATEGIAS DE CONSTRUCCIÓN, PRODUCCIÓN, FABRICACIÓN, MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN

Estas estrategias las implementan a menudo en el ecosistema del transporte marítimo partes interesadas no gubernamentales (aunque no exclusivamente, por ejemplo, el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE. UU., una agencia del gobierno, mantiene y opera gran parte de los sistemas de esclusas y presas de las vías de navegación internas en los Estados Unidos). Las estrategias abarcan ampliamente la creación de infraestructura para el transporte marítimo (como terminales portuarias y embarcaciones); el mantenimiento de esta infraestructura; la fabricación y el transporte de los recursos necesarios para mantener esta infraestructura (por ejemplo, combustibles marítimos); y la gestión o el desempeño de actividades con esta infraestructura (entre otras, carga y descarga de mercancía).

Aunque no todos los gobiernos ejecutan directamente todas estas estrategias, los gobiernos pueden influir en las acciones de construcción, fabricación y operación de las organizaciones privadas y darles forma con ayuda de las estrategias descritas en las secciones anteriores. Por ejemplo:

- **Planificación y política:** Varios puertos en el Mar del Norte y el Mar Báltico llevaron a cabo un [estudio de factibilidad](#) de los corredores marítimos ecológicos en la región. En el análisis se identificaron segmentos que son buenos candidatos para proyectos de corredores ecológicos y se evaluó el desarrollo de infraestructura para combustibles alternativos en la región. El informe concluye con las acciones recomendadas para que los puertos, empresas de transporte marítimo, productores de combustible y otros promuevan la descarbonización marítima en la región.
- **Suministro de fondos y financiamiento:** El [programa Puertos Limpios](#) de la EPA de los EE. UU. suministrará fondos para subvenciones y descuentos para que el sector privado adquiera o instale tecnología o equipo portuario con cero emisiones. Otro ejemplo es el Puerto de Príncipe Rupert en Columbia Británica (Canadá) que emplea descuentos de tarifas portuarias reducidas para incentivar a los clientes a invertir en tecnología para la reducción de las emisiones, combustibles con emisiones de carbono cero o casi cero, y otras prácticas sostenibles²⁷.
- **Regulación y cumplimiento:** La [zona de control de las emisiones de Norteamérica](#) (ECA, por sus siglas en inglés) limita la contaminación por óxidos de azufre (SOx) y óxidos de nitrógeno (NOx) debida a los buques, en cumplimiento con los requisitos de la OMI.
- **Desarrollo de la capacidad:** El [proyecto Transporte marítimo verde](#), encabezado por Noruega y los Estados Unidos, motiva a países, puertos, empresas y demás participantes en la cadena de valor del transporte marítimo a anunciar iniciativas que promuevan la descarbonización marítima, como la producción y el aprovisionamiento de combustibles alternativos, y la demostración y el uso de embarcaciones con emisiones bajas y emisiones cero.
- **Investigación, desarrollo y tecnología (IDT):** La Oficina de Tecnologías Bioenergéticas ([BETO](#), por sus siglas en inglés) del Departamento de Energía de los EE. UU. invierte en la IDT de combustibles marinos sostenibles con emisiones bajas o cero de carbono, dirigida a la obtención de biocombustibles emergentes a corto plazo, que tienen el potencial de producir emisiones de GEI con un ciclo de vida negativo o casi negativo. BETO proporciona análisis y datos para facilitar al sector un conocimiento mejor de los requisitos reglamentarios, el rendimiento de los combustibles alternativos y las dificultades para la comercialización. BETO analiza costos y emisiones, lleva a cabo pruebas de combustión y motores, así como evaluaciones de la calidad del combustible. En asociación con el [Laboratorio Nacional del Noroeste del Pacífico](#) y el [Laboratorio Nacional de Energías Renovables](#), BETO dirige las demostraciones piloto de tecnologías para la producción de combustibles alternativos^{28,29}.

²⁷ <https://www.oceansnorth.org/wp-content/uploads/2023/06/Canadian-Green-Shipping-Corridors-Preliminary-Assessment-Final-Report.pdf>

²⁸ <https://www.pnnl.gov/process-development-units>

²⁹ <https://www.nrel.gov/bioenergy/tcpdu.html>



Buques portacontenedores atracados en un puerto (Fuente de la imagen: Adobe stock)

Para obtener más información:

- [A Pathway to Decarbonizing the Shipping Sector by 2050](#) (en inglés), Agencia Internacional de Energías Renovables
- [Charting a Course for Decarbonizing Maritime Transport](#) (en inglés), Banco Mundial
- [Decarbonizing Shipping: All Hands on Deck](#), (en inglés), Deloitte
- [Energy Efficiency and Decarbonization Technical Guide](#) (en inglés), Administración Marítima de los EE. UU.
- [Preguntas más frecuentes sobre el índice de eficiencia energética aplicable a los buques existentes \(EEXI\) y el indicador de intensidad de carbono \(CII\) operacional anual obtenido y la clasificación CII](#), Organización Marítima Internacional
- [Green Shipping Corridors Framework](#) (en inglés), Departamento de Estado de los EE. UU.
- [Maritime Decarbonization Strategy 2022: A decade of change](#) (en inglés), Maersk McKinney MØller Center for Zero Carbon Shipping
- [National Blueprint for Transportation Decarbonization](#) (en inglés), Departamento de Energía de los EE. UU., Departamento de Transporte de los EE. UU., Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano de los EE. UU., y EPA de los EE. UU.
- [La labor de la OMI para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero](#), OMI
- [Initial IMO Strategy on Reduction of GHG Emissions](#) (en inglés), OMI
- [Roadmap to decarbonize the shipping sector: Technology development, consistent policies, and investment in research, development and innovation](#) (en inglés)
- [Apoyo a la financiación de la descarbonización marítima](#), Organización Marítima Internacional
- [What We Do](#) (en inglés), Blue Sky Maritime

¿CUÁLES SON ALGUNOS EJEMPLOS DE OPORTUNIDADES DE DESCARBONIZACIÓN MARÍTIMA PARA LAS AGENCIAS DEL GOBIERNO?

Las agencias del gobierno pueden aplicar todas o algunas de las estrategias antes descritas para cumplir sus metas específicas. En las secciones a continuación, se destacan ejemplos de oportunidades interdisciplinarias donde las agencias podrían aplicar estrategias diversas para el avance de la descarbonización marítima. Cada una de estas oportunidades son combinaciones diferentes de las estrategias descritas. Las agencias interesadas en estas oportunidades necesitarán evaluar la combinación de estrategias que mejor se adapten a las metas, los recursos disponibles y otros factores de sus propios países o regiones.



Turbinas eólicas en la costa de un puerto (Fuente de la imagen: Adobe stock)

CORREDORES MARÍTIMOS ECOLÓGICOS

La visión de los Estados Unidos para los corredores marítimos ecológicos es que sean “rutas marítimas que muestren combustibles y tecnologías con emisiones bajas o cero durante el ciclo de vida, con la expectativa de lograr cero emisiones de GEI en todos los aspectos del corredor y contribuir a la descarbonización de todo el sector para 2050³⁰”. Hay “muchas vías para lograr la descarbonización total de un corredor”, pero los corredores marítimos ecológicos son un ámbito que “ofrece flexibilidad a las partes interesadas del sector marítimo para escoger la vía que mejor se adapte a sus necesidades³¹”. Los participantes en los corredores marítimos ecológicos colaboran para acelerar la descarbonización del sector del transporte marítimo y su suministro de combustible por medio de proyectos de demostración, implementación de tecnologías y otras innovaciones. Los corredores marítimos ecológicos deben presentar planes de implementación concretos y medidas para analizar los informes de avances y logros.

En 2022, el Departamento de Estado de los EE. UU. publicó un [Marco para los corredores marítimos ecológicos](#) en el que se determinan los “elementos básicos” para planificar y hacer realidad esos corredores. Por ejemplo, los responsables de las decisiones sobre los corredores marítimos ecológicos deben preparar los plazos, objetivos y logros previstos (e interactuar de forma continua con las partes interesadas). Asimismo, deben demostrar el avance e intercambiar de manera periódica y transparente la información pertinente. La imagen a continuación muestra los elementos básicos clave del Marco para los corredores marítimos ecológicos. Como se describe en el Marco para los corredores marítimos ecológicos, estos elementos básicos no son prescriptivos ni exhaustivos.



(Fuente de la imagen: Departamento de Transporte de los EE. UU.)

³⁰ <https://www.state.gov/green-shipping-corridors-framework/>

³¹ <https://www.state.gov/green-shipping-corridors-framework/>

En 2022, el Foro Marítimo Mundial definió 21 iniciativas anunciadas para los corredores marítimos ecológicos en las que intervinieron más de 113 agencias de partes interesadas (49 de estas eran autoridades portuarias y propietarios u operadores de embarcaciones; 15 eran organismos reguladores del gobierno^{32,33}). La imagen siguiente ilustra una visión idealizada para un corredor marítimo ecológico en el que dos puertos usan tecnologías y combustibles alternativos para reducir las emisiones de CO₂.



Nota: Los “combustibles alternativos” también incluyen biocombustibles.
(Fuente de la imagen: ABS, reimpresa con permiso)

Los corredores marítimos ecológicos evolucionan con rapidez y se encuentran en etapas de implementación diferentes, aunque ninguno había comenzado formalmente sus operaciones en el momento de la preparación de esta guía de recursos (julio de 2023). El corredor marítimo ecológico entre el Puerto de Los Ángeles y el Puerto de Shanghai, el primer corredor anunciado en una de las rutas comerciales más transitadas del mundo, debía presentar un plan de implementación a fines del año calendario 2022, pero, hasta el momento en que se redactó este documento, no estaba disponible al público. Es probable que los corredores marítimos ecológicos seguirán evolucionando a medida que las partes interesadas comiencen a operarlos y a comunicar las lecciones aprendidas. Aunque aún no hay ningún corredor marítimo ecológico en operación, se sigue facilitando el intercambio de mejores prácticas y la ayuda para dar más publicidad a las iniciativas de la descarbonización marítima.

³² <https://www.globalmaritimeforum.org/content/2022/11/The-2022-Annual-Progress-Report-on-Green-Shipping-Corridors.pdf>

³³ Desde la investigación efectuada por el Foro Marítimo Mundial, se han anunciado otros corredores marítimos ecológicos. Por ejemplo, en noviembre de 2022, el Departamento de Estado y el Departamento de Energía de los EE. UU., junto con varias agencias en representación de la República de Corea, anunciaron que emprenderán un estudio de factibilidad a fin de analizar el potencial para establecer estos corredores entre los EE. UU. y la República de Corea. Para más información, véase <https://kr.usembassy.gov/110722-u-s-republic-of-korea-joint-statement-announcing-collaboration-on-green-shipping-corridors/>

Para obtener más información:

- [*National Blueprint for Transportation Decarbonization*](#) (en inglés), Departamento de Energía de los EE. UU., Departamento de Transporte de los EE. UU., Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano de los EE. UU., y EPA de los EE. UU.
- [*Green Shipping Corridors: Leveraging Synergies*](#) (en inglés), American Bureau of Shipping
- [*Annual Progress Report on Green Shipping Corridors*](#) (en inglés), Foro Marítimo Mundial
- [*Green Shipping Corridor Hub*](#) (en inglés), Mission Innovation

DESCARBONIZACIÓN DE PUERTOS, TERMINALES Y TIERRAS COSTERAS

La actividad del transporte marítimo en los puertos y las terminales contribuye a las emisiones de carbono debido a las actividades en puerto que incluyen el uso de infraestructura alimentada por diésel, como grúas para el movimiento de cargas, y el uso de electricidad no renovable para suministrar energía a las embarcaciones atracadas y a las instalaciones portuarias, como edificios, iluminación y maquinaria^{34,35}. Las actividades para la construcción de puertos también tienen repercusiones importantes; un estudio indicó que el 40 % de las emisiones de carbono en el ciclo de vida de un puerto es atribuible a las actividades de construcción en los puertos³⁶.

Las actividades de logística de fletes también generan emisiones de GEI, por ejemplo, las actividades de almacenamiento y transporte de cargas hacia y desde los puertos en camiones, trenes, barcazas o transferencias intermodales. Según una estimación, el movimiento de mercancías en contenedores a un puerto representa entre el 20 y el 30 % de las emisiones totales de GEI del puerto³⁷.

Los puertos son nodos críticos en la cadena de suministro del transporte marítimo y desempeñan funciones importantes en la reducción de los efectos de los GEI³⁸. Las áreas de oportunidad importantes para la descarbonización de los puertos comprenden planificación, construcción, diseño, consumo de energía y sistemas de tecnología de la información (STI) (véase la tabla siguiente). Algunas de las estrategias de descarbonización descritas, en particular las estrategias para el consumo de energía, podrían exigir el mejoramiento de la red eléctrica para dar cabida a la demanda de electricidad adicional. La “ecologización de la red” es otra área de oportunidad para que las agencias del gobierno colaboren con los organismos reguladores, los proveedores de electricidad y otras partes interesadas a fin de adoptar un criterio consolidado para la descarbonización.

Área de oportunidad para la descarbonización de los puertos	Ejemplos de estrategias
Planificación	<ul style="list-style-type: none"> • Reutilización de la infraestructura portuaria existente para otros fines, en vez de construir infraestructura nueva. Por ejemplo, los encargados de las decisiones pueden evaluar la factibilidad de construir puertos cerca de los canales que ya ofrecen acceso a aguas profundas para minimizar las actividades de dragado³⁹. • Identificar y planificar oportunidades para usar mejor las instalaciones ferroviarias o de barcazas a las que se tiene acceso desde el puerto. En relación con el transporte por camión, el uso de ferrocarriles o barcazas para el transporte de carga puede ser más eficiente desde el punto de vista energético y reducir las emisiones de GEI⁴⁰.
Desarrollo de la capacidad	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar estrategias específicas para la contratación y la retención a fin de lograr personal más diverso, que aporte perspectivas nuevas e innovadoras que promuevan el intercambio de ideas para la descarbonización. • Preparar capacitaciones específicas o materiales educativos e informativos (por ejemplo, contenido de páginas web, hojas informativas, folletos, estudios de casos) para que las partes interesadas en los puertos conozcan mejor las oportunidades clave de descarbonización (construcción de una “fuerza laboral ecológica”) o para publicitar las iniciativas portuarias a un público más amplio.

³⁴ https://eit.europa.eu/sites/default/files/decarbonising_ports-catalogue_of_innovative_solutions_f.pdf

³⁵ Según un estudio, las actividades en los puertos, como el suministro de energía a la maquinaria para el movimiento de cargas, emiten un nivel comparativamente bajo de GEI (entre 1 y 2 %). <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/dp201319.pdf>

³⁶ <https://www.wsp.com/en-gl/insights/designing-net-zero-ports>

³⁷ <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/dp201319.pdf>

³⁸ <https://www.aceee.org/sites/default/files/pdfs/Ports%20Smart%20Freight%2011-18-21.pdf>

³⁹ <https://www.wsp.com/en-gl/insights/designing-net-zero-ports>

⁴⁰ <https://www.eesi.org/papers/view/issue-brief-climate-change-mitigation-and-adaptation-at-u.s.-ports-2022>

Área de oportunidad para la descarbonización de los puertos	Ejemplos de estrategias
Construcción	<ul style="list-style-type: none"> ● Minimizar el uso de materiales de construcción que generen gran emisión de carbono (por ejemplo, concreto y acero) y usar materiales con emisiones más bajas de carbono (por ejemplo, cemento con grandes cantidades de contenido reciclado) o materiales alternativos (por ejemplo, madera)⁴¹. ● Instalar edificios energéticamente eficientes en los terrenos del puerto. ● Considerar métodos de resiliencia naturales (por ejemplo, la restauración de humedales próximos a las costas cercanas a los puertos).
Diseño	<ul style="list-style-type: none"> ● Considerar la optimización del diseño de las terminales para facilitar flujos de carga más eficientes y reducir la congestión en el agua y en tierra⁴². Por ejemplo, los patios para almacenamiento de contenedores se podrían consolidar o trasladar para lograr una proximidad óptima a instalaciones de transporte intermodal, como terminales ferroviarias. La planificación de ferrocarriles y patios en el muelle puede mejorar la eficiencia en las operaciones de los camiones con la reducción de los tiempos de espera y de viaje. Muchas de las mismas estrategias de diseño utilizadas para mejorar la eficiencia portuaria darán lugar también a una reducción de emisiones de GEI.
Consumo de energía	<ul style="list-style-type: none"> ● Usar el suministro eléctrico en puerto, donde las fuentes eléctricas en tierra suministran energía a las embarcaciones atracadas. Estas embarcaciones pueden apagar motores durante el tiempo que estén en el puerto. ● Utilizar electricidad para el suministro eléctrico del equipo que se usa en la construcción de puertos, como dragas, o el equipo que se usa para el manejo de cargas, como grúas; motivar a los usuarios de puertos, por ejemplo, los operadores de camiones para remolque de contenedores, a utilizar vehículos eléctricos que no generen emisiones. (Cabe observar que algunas de estas estrategias exigen el mejoramiento de la red o la producción de energía para adaptarla a la demanda adicional de electricidad). ● Modernizar los vehículos y el equipo utilizados en las operaciones portuarias para aumentar la eficiencia energética y reducir las emisiones de GEI (así como los contaminantes atmosféricos locales). Por ejemplo, los programas para el reemplazo de camiones facilitan el reemplazo de los camiones más antiguos para remolque de contenedores por modelos más nuevos que generan menos emisiones y vehículos con emisiones cero en un futuro próximo. Los programas para evitar el funcionamiento en vacío de los camiones para remolque de contenedores también reducen las emisiones de GEI (así como los contaminantes atmosféricos locales)⁴³. ● Implementar proyectos de energía alternativa, como la instalación de paneles solares en los edificios ubicados en puertos. ● Instalar, en los terrenos del puerto, estaciones de carga o reabastecimiento de combustible para las embarcaciones eléctricas que se usan en las operaciones portuarias.
Sistemas de tecnología de la información (STI) y datos	<ul style="list-style-type: none"> ● Utilizar información, datos y análisis dinámicos en tiempo real para mejorar las operaciones y las eficiencias de las comunicaciones. Por ejemplo, los STI dinámicos facilitan la administración de terminales, la planificación de lugares de atraque, el control a distancia de la maquinaria, el control de contenedores, etc., para mejorar las eficiencias y reducir los costos⁴⁴, y contribuir al mismo tiempo a lograr las metas de descarbonización.

⁴¹ <https://www.wsp.com/en-gl/insights/designing-net-zero-ports>

⁴² <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/20/13517>

⁴³ https://theicct.org/wp-content/uploads/2023/02/Ports-electrification-US_final.pdf

⁴⁴ <https://www.wsp.com/en-gl/insights/designing-net-zero-ports>

Para obtener más información:

- [*Clean Heavy-Duty Vehicle Program*](#) (en inglés), Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU.
- [*Action Plan for the Zero-Emission Shipping Mission*](#) (en inglés), Misión: transporte marítimo con cero emisiones
- [*Clean Air Guide for Ports & Terminals*](#), (en inglés), Fondo de Defensa Ambiental
- [*Ports – Green gateways to Europe: 10 transitions to turn ports into decarbonization hubs*](#), (en inglés), Euroelectric
- [*A Practical Guide to Decarbonizing Ports: Catalogue of Innovative Solutions*](#) (en inglés), Instituto Europeo de Innovación y Tecnología
- [*Ports Playbook for Zero Emission Shipping*](#), (en inglés), Pacific Environment
- [*Practical Steps Towards a Carbon-Free Maritime Industry: Updates on Fuels, Ports, and Technology*](#) (en inglés), Congreso de los EE. UU.

Política sobre puertos ecológicos (Kenia)

En el Puerto de Mombasa, la autoridad portuaria de Kenia (KPA, por sus siglas en inglés) puso en práctica una Política sobre puertos ecológicos para alcanzar las metas de sostenibilidad ambiental. Las embarcaciones que hacen escala en el Puerto de Mombasa se verán obligadas a apagar los motores diésel y alimentar sus embarcaciones con energía eléctrica. En febrero de 2023, la KPA anunció planes para construir una nueva planta solar en el puerto para el suministro de energía eléctrica generada con fuentes de energía renovable. Esto se definió como una tecnología para reducir las emisiones un 90 % como mínimo en las zonas del puerto.

Fuente: [KPA shifts to solar power plant in green port plans, tunahusika: A Corporate Social Investment \(CSI\) programme by Kenya Ports Authority](#) (en inglés)

COMBUSTIBLES MARINOS ALTERNATIVOS CON EMISIONES DE CARBONO CERO Y CASI CERO

Según sus materias primas y el proceso de producción, los combustibles marinos alternativos pueden producir menos emisiones de GEI que el combustible marino convencional, como el fueloil pesado⁴⁵. Debido a que la quema de combustibles es un factor importante de emisiones de GEI en el sector del transporte marítimo, la adopción de combustibles alternativos con emisiones cero y casi cero es esencial para lograr la descarbonización del sector. Actualmente, se están considerando varios combustibles marinos para cumplir las metas de descarbonización. Cada uno se produce siguiendo procedimientos distintos en los que intervienen materias primas y procesos de producción distintos (véase la tabla siguiente)⁴⁶.

Opción de combustible con emisiones de carbono cero o casi cero*	Materia prima	Proceso de producción	Combustible obtenido
Biocombustible	Biomasa, desecho biológico	Síntesis del biocombustible	Biometano, biometanol, bioaceites
Combustible azul	Gas natural	Energía convencional junto con captura de carbono y licuefacción o síntesis de amoníaco	Hidrógeno azul, amoníaco azul
Electrocombustible (combustible producido con energía eléctrica)**	Electricidad con bajas emisiones de carbono	Electrólisis del agua junto con captura, síntesis y licuefacción de carbono; síntesis de amoníaco; o licuefacción	Hidrógeno, amoníaco, metano, metanol y diésel producidos con energía eléctrica

*Cabe observar que hay otros aspectos de la sostenibilidad (por ejemplo, factores ambientales, sociales y económicos) que se deben considerar en la producción o el uso de un combustible con bajas emisiones de carbono.

**Los electrocombustibles solo tienen emisiones bajas o cero de carbono en la medida en que se produzcan con electricidad hipocarbónica.

Los procesos de producción de combustible tienen diferentes niveles de madurez. En la actualidad, los biocombustibles (en especial el biometano) tienen el nivel más alto de madurez (el biometano y el diésel renovable están ya disponibles comercialmente). Los combustibles alternativos emergentes, con emisiones de carbono cero y casi cero incluyen el hidrógeno, el amoníaco y el metanol.

La transición del sector del transporte marítimo al uso de combustibles marítimos alternativos exige la participación de toda la cadena de logística del transporte: desde la identificación de materias primas intermedias para desarrollar e intensificar los procesos de producción; la promoción de soluciones de almacenamiento, logística y aprovisionamiento de combustible que se puedan adaptar a los combustibles alternativos; la gestión del almacenamiento y el uso seguros de los combustibles a bordo de las embarcaciones; hasta el control de las emisiones de las embarcaciones⁴⁷.

Las dificultades de tecnología, política, logística, economía e infraestructura afectan el uso y la adopción de combustibles marinos alternativos con emisiones de carbono cero y casi cero. Algunos problemas podrían limitar el alcance de las reducciones de los GEI que se observan con estos combustibles.

⁴⁵ Además de los beneficios de la descarbonización, estos combustibles tienen potencial para cumplir el requisito de la OMI para los combustibles con bajo contenido de azufre, vigente desde 2020.

⁴⁶ <https://cms.zerocarbonshipping.com/media/uploads/publications/Maritime-Decarbonization-Strategy-2022.pdf>

⁴⁷ <https://cms.zerocarbonshipping.com/media/uploads/publications/Maritime-Decarbonization-Strategy-2022.pdf>

Por ejemplo, la liberación de metano “fugitivo” durante la producción y el uso de combustibles alternativos puede limitar los beneficios debidos a la reducción de los GEI^{48,49,50}.

Evaluar y equilibrar estas dificultades junto con los beneficios potenciales de los combustibles alternativos harán necesario una perspectiva completa del ciclo de vida. Esto debe considerar los impactos ambientales directos e indirectos de las emisiones en la cadena de suministro de combustibles⁵¹. Las agencias gubernamentales pueden formular, adoptar y promover mejores recursos que ayuden a las partes interesadas a evaluar las opciones de combustibles marinos con el uso de esta perspectiva completa del ciclo de vida⁵². Las agencias también pueden identificar o aclarar los posibles obstáculos para el empleo de combustibles marinos alternativos y colaborar con los asociados correspondientes a fin de formular normas de calidad aplicables a los combustibles alternativos que sean importantes para hacerlos seguros y más atractivos para los consumidores del sector⁵³.

Además, las agencias pueden ayudar a la identificación de áreas con gran potencial para la producción de energía renovable y conocer los costos de producción de los combustibles renovables a corto y a largo plazo⁵⁴.

Ventajas y desventajas de los combustibles alternativos. Los factores que influyen en la adopción de combustibles marinos alternativos incluyen el cumplimiento de reglamentos y objetivos internacionales, así como las consideraciones de la intensidad de los GEI en el ciclo de vida, la factibilidad técnica u otros factores. Además, hay varias consideraciones prácticas en lo que se refiere a la madurez y la preparación de los combustibles comerciales que probablemente influyen en las decisiones sobre el uso específico de combustibles y los plazos para su aceptación^{55,56}:

- La **competitividad económica** se refiere a las diferencias de costos entre los combustibles alternativos y los tradicionales, así como a los costos de las reconversiones necesarias para el uso de combustibles alternativos.
- La **compatibilidad del combustible con el sistema de propulsión** determina la fungibilidad del combustible, es decir, si este se puede usar en los motores de las embarcaciones actuales y previstas, o en motores de combustible dual. Los atributos del combustible, como rendimiento en climas fríos, abrasividad y corrosividad, afectan la compatibilidad con el motor.
- El **suministro escalable** establece si los niveles de producción de combustible son suficientes para satisfacer la demanda actual y futura.

Metodologías de emisión

Las emisiones de GEI en el proceso de producción de combustibles para uso marítimo se pueden calcular con metodologías diferentes. La OMI está elaborando directrices para evaluar el ciclo de vida de los GEI de los combustibles marítimos. Una vez finalizadas, estas directrices incluirán metodologías para calcular los valores predeterminados de las emisiones de GEI desde la extracción hasta la combustión, para los procesos de producción de combustibles marinos convencionales y alternativos.

Fuente: Comité de la OMI de protección del medio marino (MEPC) – 79º período de sesiones, del 12 al 16 de diciembre de 2022; CORSIA Eligible Fuels (en inglés)

⁴⁸ <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ese3.956#:~:text=Far%20from%20being%20low%20carbon,the%20release%20of%20fugitive%20methane>

⁴⁹ <https://www.transportenvironment.org/discover/methane-escaping-from-green-gas-powered-ships-fuelling-climate-crisis-investigation/>

⁵⁰ https://theicct.org/wp-content/uploads/2022/09/Renewable-LNG-Europe_report_FINAL.pdf

⁵¹ <https://www.nrel.gov/docs/fy21osti/78747.pdf>

⁵² Para algunos, el índice de eficiencia energética de proyecto (EEDI) de la OMI, por ejemplo, subestima la intensidad del carbono porque se concentra en las embarcaciones y no aplica un criterio que considere todo el ciclo de vida. <https://www.nrel.gov/docs/fy21osti/78747.pdf>

⁵³ <https://www.nrel.gov/docs/fy21osti/78747.pdf>

⁵⁴ https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Oct/IRENA_Decarbonising_Shipping_2021.pdf

⁵⁵ Comité de protección del medio marino (MEPC) 79/7/12, *Reduction of GHG Emissions from Ships: Interim report of the Correspondence Group on Marine Fuel Life Cycle GHG Analysis* (7 de octubre de 2022). Finalización, adopción y publicación previstas de las directrices para julio de 2023.

⁵⁶ <https://www.nrel.gov/docs/fy21osti/78747.pdf>

- La **disponibilidad de infraestructura** evalúa si hay infraestructura actual para el almacenamiento, el transporte y el aprovisionamiento de combustibles y poder llevarlos a donde se necesitan. La infraestructura existente para los combustibles tradicionales tal vez requiera modificaciones para hacerla compatible con los combustibles alternativos. Los combustibles alternativos con densidades de energía inferiores necesitan tanques de almacenamiento más grandes. La estabilidad del combustible también varía según el tipo.
- La **seguridad** consiste en establecer si es seguro el almacenamiento, transporte, depósito y manejo del combustible a bordo de las embarcaciones. Las características del combustible que repercuten en la seguridad incluyen la carcinogénesis y toxicidad, la inflamabilidad y el riesgo de explosión.
- La **sostenibilidad** considera los factores ambientales, sociales y económicos relacionados con la producción y el uso de un combustible. Por ejemplo, los factores ambientales comprenden las emisiones preocupantes de contaminantes atmosféricos, como los SOx, los NOx y la materia particulada de 2,5 micrómetros (PM2,5), así como el impacto ecológico de los posibles derrames de combustible.

En un análisis de 2021 efectuado por el Laboratorio Nacional de Energías Renovables (NREL, por sus siglas en inglés) y el Laboratorio Nacional Argonne (Argonne), los investigadores clasificaron combustibles alternativos específicos como favorables (verde), neutros (amarillo) o desfavorables (rojo); el gris indica insuficiencia de datos para las características específicas del combustible⁵⁷. Véanse detalles en la tabla siguiente. Los términos “favorable” y “desfavorable” se refieren a la factibilidad técnica y económica *actual* de ciertos combustibles. Con el desarrollo de tecnologías para combustibles alternativos, se prevé un cambio en estas clasificaciones.

Clasificaciones de los combustibles alternativos seleccionados

	Abrasividad	Aprovisionamiento de combustible	Rendimiento a baja temperatura	Corrosividad	Costo actual del combustible	Compatibilidad con el motor	Límite de inflamabilidad	Riesgo de explosión	Estabilidad del combustible	Normas del combustible	NOx durante el ciclo de vida	PM2 durante el ciclo de vida	SOx durante el ciclo de vida	Producción	Costo de reconversión	Riesgo de derrame	Conveniencia del almacenamiento	Toxicidad	Densidad volumétrica de la energía
Amoníaco																			
Biocrudo																			
Biodiésel																			
Metanol																			

⁵⁷ Adaptado de Anthony Foretich; George G. Zaimes; Troy R. Hawkins; Emily Newes. (2021). *Challenges and opportunities for alternative fuels in the maritime sector*. Maritime Transport Research. Disponible en <https://www.nrel.gov/docs/fy21osti/78747.pdf>.

Para obtener más información:

- [Alternative Fuels](#) (en inglés), Organización Marítima Internacional, GreenVoyage 2050
- [Sustainable Shipping: Alternative Sources of Power](#) (en inglés), Agencia Europea de Seguridad Marítima
- [Techno-economic assessment of zero-carbon fuels](#) (en inglés), Lloyd's Register y University Maritime Advisory Services
- [Sustainable Marine Fuels](#) (en inglés), EPA de los EE. UU.
- [Charting a Course for Decarbonizing Maritime Transport: Summary for Policymakers and Industry](#) (en inglés), Banco Mundial

Prácticas sostenibles para embarcaciones de pasajeros

Los sectores del transporte acuático de pasajeros (cruceros y transbordadores de pasajeros) están aplicando prácticas y tecnologías diferentes en respuesta a las metas de descarbonización. El sector de los cruceros ha comunicado explícitamente su compromiso de cumplir una meta de navegación con cero emisiones netas de carbono para 2050⁵⁸. Las estrategias implementadas por el sector de los cruceros tienen aplicabilidad especial para su consideración en el transporte marítimo internacional o interno, dada la semejanza de las características físicas y las rutas de las embarcaciones. Las prácticas para la descarbonización de los transbordadores, como la electrificación, pueden ser útiles como demostraciones de su ampliación futura o su adopción para el transporte internacional. Sin embargo, los tipos de embarcaciones y las rutas que se suelen usar en el transporte por transbordador son muy distintos de los que se utilizan en el transporte marítimo internacional.

Cruceros

Los cruceros utilizan muchas de las tecnologías descritas en esta guía de recursos. La Asociación Internacional de Líneas de Cruceros (CLIA, por sus siglas en inglés), la asociación mundial del ramo de cruceros, informó que el sector está haciendo inversiones considerables en innovaciones y soluciones de ingeniería para la descarbonización. Por ejemplo, la CLIA informó que para 2028, el 90 % de los cruceros que se construyan contará con la capacidad para conectarse al suministro eléctrico en puerto o se comprometerá a agregar esta capacidad⁵⁹. En 2019, el MS Roald Amundsen se convirtió en el primer crucero híbrido en operación. Esta embarcación utiliza ambos motores eléctricos (alimentados con una combinación de baterías y generadores diésel de gran eficiencia), lo que representa una reducción de hasta el 20 % en el consumo anual de combustible⁶⁰. A partir de 2023, las principales empresas de cruceros han anunciado planes para reconvertir las embarcaciones existentes a fin de adaptarlas al uso de metanol o la construcción de embarcaciones nuevas alimentadas con metanol⁶¹. Otras empresas han anunciado planes para establecer organizaciones estratégicas, asociaciones, metas cuantificables e inversiones en tecnología para contribuir a la transición a un sector de cruceros con cero emisiones netas para 2050⁶².

Transbordadores de pasajeros

A la fecha, la mayoría de las prácticas para la descarbonización de los transbordadores de pasajeros se han concentrado en la electrificación. Por ejemplo, en marzo de 2023, se presentó en California el primer transbordador totalmente eléctrico de los EE. UU., un catamarán con capacidad para 75 pasajeros, que comenzó a operar en la costa de San Francisco a finales de la primavera de 2023. Este transbordador, fabricado con financiamiento del Estado de USD 3 millones, se alimenta por completo con tecnología de pilas de combustible de hidrógeno y tiene una autonomía de operación de 16 horas antes del reabastecimiento⁶³.

⁵⁸ <https://porthole.com/cruise-industry-commits-to-pursue-net-zero-carbon-for-global-cruising-by-2050/>

⁵⁹ <https://porthole.com/cruise-industry-commits-to-pursue-net-zero-carbon-for-global-cruising-by-2050/>

⁶⁰ <https://www.cntraveler.com/ships/hurtigruten/ms-roald-amundsen>

⁶¹ <https://www.cruisehive.com/cruise-lines-move-on-decarbonisation-of-the-cruise-industry/94485>

⁶² <https://www.seatrade-cruise.com/environmental-health/net-zero-cruise-ship-2035-among-royal-caribbean-decarbonization-aims>

En los próximos meses, un transbordador eléctrico nuevo que puede transportar 30 pasajeros y funciona con una batería iniciará operaciones de prueba en Suecia. Este transbordador también puede navegar de manera autónoma y se promociona como el “barco eléctrico más rápido del mundo”⁶⁴.

Washington State Ferries (WSF) opera el sistema de transbordadores de pasajeros más grande de los Estados Unidos. WSF está electrificando su flota con la construcción de 16 nuevos transbordadores eléctricos híbridos enchufables, la reconversión de 6 transbordadores con motor diésel existentes a diseños eléctricos híbridos y el retiro de servicio de 13 embarcaciones de motor diésel⁶⁵. Cada transbordador híbrido enchufable estará equipado con un generador diésel, baterías de iones de litio, un sistema de carga rápida con un brazo robótico que se conecta al suministro de energía eléctrica en puerto, así como sistemas auxiliares para el manejo de la electricidad y las baterías, enfriamiento y ventilación de baterías, y detección y extinción de incendios y fugas de gas. Cuando concluya en 2040, la transición reducirá las emisiones de GEI hasta un 76 %, considerando una producción de electricidad ecológica. Mediante el uso de tecnología eléctrica híbrida, el sistema de transbordadores será más resiliente a las fluctuaciones de los precios de la energía y podrá lograr antes reducciones de emisiones, mientras que WSF trabaja para electrificar también sus terminales. La planificación de WSF a largo plazo de esta iniciativa está documentada en el Plan de electrificación del sistema⁶⁶.

Corredor ecológico para cruceros del noroeste a Alaska

El Puerto de Seattle, la ciudad y el municipio de Juneau, la Autoridad Portuaria de Vancouver, Carnival Corporation, Norwegian Cruise Line Holdings, Royal Caribbean Group, la Asociación Internacional de Líneas de Cruceros, el Foro Marítimo Mundial, Blue Sky Maritime Coalition y Washington Maritime Blue presentaron el primer corredor ecológico para cruceros en una tentativa de ofrecer las primeras embarcaciones y operaciones con cero emisiones. El corredor ecológico para cruceros se llama Corredor ecológico del noroeste del Pacífico a Alaska y es una colaboración encabezada por puertos, el sector, los gobiernos y expertos en materia de descarbonización. Los asociados del proyecto están comprometidos a colaborar para definir y ampliar aún más el concepto de los corredores ecológicos, fortalecer y contribuir a las iniciativas para la reducción de las emisiones y colaborar para definir estructuras de gobernanza, condiciones y organizaciones. El proyecto se basa en el historial de liderazgo ambiental de la región noroeste del Pacífico y tiene una gran trayectoria como centro diversificado para la investigación y el desarrollo marítimo. Ya existe un corredor marítimo entre Puget Sound y Alaska con escalas regulares de embarcaciones de cruceros, pesca comercial, carga y remolcadores.

Fuente: [Exploring the World's First Green Corridor for Cruise](#) (en inglés)

⁶³ <https://www.govtech.com/fs/san-francisco-sees-delivery-of-3m-all-electric-ferry>

⁶⁴ <https://www.hellenicshippingnews.com/from-electric-ferries-to-wind-powered-boats-heres-how-the-shipping-industry-can-decarbonize/>

⁶⁵ <https://wsdot.wa.gov/construction-planning/major-projects/ferry-system-electrification>

⁶⁶ <https://wsdot.wa.gov/sites/default/files/2021-11/WSF-SystemElectrificationPlan-December2020.pdf>



Llegada de un transbordador a la terminal. (Fuente de la imagen: Washington State Ferries)

Asociaciones para el uso de metanol verde

Maersk, una de las empresas de transporte y logística marítima más grandes del mundo, está ampliando su capacidad para el uso de metanol en su flota. Entre 2023 y 2025, la empresa planea agregar 19 barcos portacontenedores con motor de combustible dual capaz de funcionar con fueloil tradicional o metanol⁶⁷. Para suministrar combustible a estas embarcaciones, Maersk está estableciendo asociaciones para obtener el metanol de proveedores en América del Norte, América del Sur, Europa y otros lugares^{68,69}. La introducción y operación de las 19 embarcaciones con metanol verde reducirá las emisiones de CO₂ en 2,3 millones de toneladas por año⁷⁰. Los gobiernos desempeñan una función importante en la promoción de transiciones a combustibles alternativos; por ejemplo, España y Maersk firmaron un Protocolo general de colaboración para identificar oportunidades con objeto de aumentar la producción de e-metanol (metanol producido con energía eléctrica) en España, conforme a las metas de reindustrialización, transición justa y descarbonización del Gobierno de España⁷¹.

El metanol verde es un combustible atractivo para uso marítimo con bajas emisiones de carbono porque se puede almacenar como un líquido; es menos tóxico que otros combustibles alternativos como el amoníaco y se emplea en motores de combustible dual que también usan combustibles marinos estándar. Sin embargo, el metanol solo tiene bajas emisiones de carbono cuando se produce con desechos de biomasa (biometanol) o con hidrógeno obtenido con energía renovable (e-metanol). Los asociados de Maersk producirán el biometanol con materia prima proveniente de residuos agrícolas, residuos forestales, residuos sólidos municipales, así como e-metanol.

Más allá de la producción, la transición al metanol exigirá reconversiones a infraestructura para el reabastecimiento de combustible, que incluye barcas, bombas y mangueras que se puedan adaptar al combustible alternativo⁷².

⁶⁷ <https://www.reuters.com/business/sustainable-business/maersk-agrees-project-with-spain-make-e-methanol-its-fleet-2022-11-03/>

⁶⁸ <https://www.maersk.com/news/articles/2022/03/10/maersk-engages-in-strategic-partnerships-to-scale-green-methanol-production>

⁶⁹ <https://www.maersk.com/news/articles/2022/12/15/maersk-and-sungas-renewables-sign-strategic-green-methanol-partnership>

⁷⁰ <https://www.maersk.com/news/articles/2022/10/05/maersk-continues-green-transformation>

⁷¹ <https://www.reuters.com/business/sustainable-business/maersk-agrees-project-with-spain-make-e-methanol-its-fleet-2022-11-03/>

⁷² <https://www.wsj.com/articles/methanol-shipping-green-fuel-11675445221>

TECNOLOGÍAS Y PRÁCTICAS OPERACIONALES EN BUQUES

El objetivo de las prácticas operacionales con eficiencia energética en buques y las tecnologías energéticamente eficientes (EET, por sus siglas en inglés) es aumentar la eficiencia de una embarcación o la manera en que se maneja y opera la embarcación. En la actualidad, la mayoría de estas prácticas y tecnologías energéticamente eficientes las aplica el sector, con ayuda de otras partes interesadas, sea de forma voluntaria o para cumplir los requisitos establecidos por las agencias reguladoras como la OMI.

Las soluciones varían en nivel de madurez para una aplicación generalizada. Muchas soluciones son factibles con la tecnología actual y su uso se ha comprobado en operaciones comerciales. Por ejemplo, la navegación a velocidad reducida, es decir, cuando los barcos bajan intencionalmente su velocidad para ahorrar combustible, implica algunas limitaciones técnicas y ofrece una reducción potencial marcada de las emisiones de GEI, en comparación con otras soluciones operacionales y tecnológicas^{73,74,75}. Algunas pueden necesitar inversiones iniciales para su aplicación, pero logran ahorros de costos con el tiempo.

En la tabla a continuación, se describen diferentes tipos de prácticas operacionales y tecnologías energéticamente eficientes junto con ejemplos, beneficios previstos para reducir las emisiones de GEI y consideraciones en la implementación.

Tipo		Ejemplos ⁷⁶	Beneficios previstos	Consideraciones
Práctica operacional		Navegación a velocidad reducida, optimización de ruta	Reducción factible del consumo de combustible por tonelada-milla de casi un 2 %.	Puede ser un “logro fácil” debido a la factibilidad técnica, pero las fuerzas del mercado pueden desincentivar la adopción generalizada. Por ejemplo, la navegación a velocidad reducida tal vez requiera el uso de más barcos para transportar el mismo volumen de carga a fin de satisfacer la demanda de los clientes, lo que anularía parcialmente las reducciones generales logradas de emisiones de GEI.
TEE	Mejoras al casco y propulsión	Recubrimientos de baja fricción, pulimento de hélices, dispositivos para ahorrar energía	Un casco en mejores condiciones logra mejor consumo de combustible y reducción de las emisiones de GEI.	Ciertos tipos de aplicaciones o dispositivos pueden servir solo para ciertos tipos de barcos y formas de cascos.
	Maquinaria y sistemas de energía	Reconversiones de motores, sistemas para la recuperación de calor residual	El mejoramiento de los flujos detrás del motor reduce marcadamente el vórtice del núcleo de la hélice. Las reconversiones podrían adaptar los barcos a las tecnologías de combustibles alternativos que vayan surgiendo y lograr eficiencias importantes y reducciones de las emisiones de GEI.	Solo puede adaptarse a ciertos tipos de barcos. Las reconversiones pueden requerir una inversión inicial considerable y tiempo para la planificación inicial.

⁷³ <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S002980182200960X?token=6FE22F141F7F69EDDB9794B70305317AF77AD82195E580BF0EA6CF346E1766EE32745716148F13E8AFA206E574470&originRegion=us-east-1&originCreation=20230321020114>

⁷⁴ <https://mfame.guru/performance-of-energy-efficiency-technologies-for-ships/>

⁷⁵ Una reducción del 10 % de la velocidad del barco podría obtener una reducción del 27 % de sus emisiones.

⁷⁶ Compilado de <https://mfame.guru/performance-of-energy-efficiency-technologies-for-ships/> y <https://www.marinelog.com/views/ops/ops-ed-how-technology-can-help-you-sail-through-eexi-and-cii-and-beyond/>

Tipo		Ejemplos ⁷⁶	Beneficios previstos	Consideraciones
	Energía renovable	Tecnologías para aprovechar la energía del viento (por ejemplo, rotores Flettner, cometas, velas blandas)	Innovaciones en desarrollo que aumentarán la viabilidad comercial de la energía eólica.	En gran medida, en estado de demostración (el primer buque de carga alimentado parcialmente por el viento con un sistema de propulsión con vela rígida navegó en 2022 ⁷⁷). No es adecuado para todos los tipos de barcos. El ahorro de combustible y los valores de la reducción de emisiones varían ampliamente según las condiciones meteorológicas y otros factores. Tal vez sea necesario construir barcos nuevos, en lugar de reconvertir los existentes.
	Operaciones	Optimización del trimado y el calado, ajuste y uso del piloto automático	Aplicable a todos los tipos de embarcaciones, independientemente de su antigüedad. El trimado afecta marcadamente el consumo de combustible, con datos que muestran ahorros hasta del 4 % en el consumo.	Puede dar lugar a reducciones menores de las emisiones de GEI en comparación con otras soluciones de tecnologías energéticamente eficientes ⁷⁸ .

Aunque algunas prácticas operacionales y tecnologías energéticamente eficientes se aplican con facilidad, existen aún obstáculos que dificultan la adopción generalizada de estas soluciones en el sector para reducir las emisiones de GEI. Las fuerzas del mercado generan incentivos para que el sector conserve una flexibilidad máxima en las prácticas operacionales; el sector puede resistirse a comprometerse a adoptar prácticas que considera que limitarán su capacidad para adaptarse a las necesidades cambiantes de la cadena de suministro. También podría resistirse a absorber los costos iniciales. Además, hay aspectos estructurales en el ecosistema del transporte marítimo que pueden desincentivar la aplicación. Por ejemplo, es frecuente que la parte responsable de invertir en la aplicación de tecnologías energéticamente eficientes (por ejemplo, el propietario de un barco) tal vez no sea la parte cuyas operaciones obtendrán más beneficios (por ejemplo, el fletador de un barco)⁷⁹.

Las agencias del gobierno pueden facilitar que el sector adopte prácticas y tecnologías energéticamente eficientes, ayudando a identificar y superar los obstáculos, por ejemplo, ofreciendo incentivos. También pueden propiciar un cumplimiento más firme de las medidas internacionales existentes sobre eficiencia energética diseñadas para impulsar las acciones del sector (véase el cuadro de texto). Pueden contribuir a identificar mecanismos adecuados para controlar la eficiencia energética; promover iniciativas de investigación y desarrollo basadas en prácticas de eficiencia; ayudar al intercambio de conocimientos; y promover la adhesión del sector a las normas de diseño y operación⁸⁰.

⁷⁷ <https://ajot.com/news/article/delivery-of-shofu-maru-worlds-first-cargo-vessel-equipped-with-wind-challenger-hard-sai>

⁷⁸ <https://glomeep.imo.org/technology/autopilot-adjustment-and-use/>

⁷⁹ <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S002980182200960X?token=6FE22F141F7F69EDDB9794B70305317AF77AD82195E580BF0EA6CF346E1766EE32745716148F13E8AFA206E574470&originRegion=us-east-1&originCreation=20230321020114>

Medidas de la OMI para la eficiencia energética del transporte marítimo

La OMI estableció varios mecanismos para ayudar al sector marítimo a reducir las emisiones de carbono de las embarcaciones por medio de diseños y operaciones más eficientes de los barcos:

- El **índice de eficiencia energética de proyecto (EEDI)**, por sus siglas en inglés), introducido en 2011 (y vigente desde 2013), es un mecanismo basado en el rendimiento que proporciona un nivel mínimo de eficiencia energética por milla de capacidad (por ejemplo, tonelada-milla) para tipos de barcos y segmentos de tamaños diversos (la determinación de las tecnologías específicas para alcanzar los objetivos de EEDI quedan en manos del sector). El objetivo del EEDI es promover el uso de equipo y motores de embarcaciones con bajo consumo energético (menos contaminantes). Se prevé que los requisitos se hagan más estrictos cada cinco años. Las directrices actuales exigen una reducción del 10 % del nivel de CO₂ mientras que, después de 2025, se exigirá una reducción del 30 %. Las embarcaciones nuevas construidas después de 2013 deben cumplir normas mínimas de EEDI específicos para el diseño de embarcaciones.

El **índice de eficiencia energética aplicable a los buques existentes (EEXI, por sus siglas en inglés)**, que entró en vigor en 2022, mide la eficiencia energética. A partir del 1 de enero de 2023, todos los barcos deben usar el EEXI para medir su eficiencia energética e informar anualmente del indicador de intensidad de carbono (CII, por sus siglas en inglés). Según el CII, los barcos reciben una clasificación CII que indica su eficiencia general; las clasificaciones serán cada vez más estrictas. Un barco que reciba una clasificación D durante 3 años consecutivos deberá formular un plan de acciones correctivas. El EEXI se deriva de la Estrategia inicial de la OMI de 2018 para reducir las emisiones de GEI de los buques, cuyo objetivo es reducir la intensidad del carbono de los barcos en un 40 % (en comparación con los niveles de 2008) para 2030.

- El **Plan de gestión de la eficiencia energética del buque (SEEMP)**, introducido en 2011 (y vigente desde 2013), es una guía práctica de operaciones para ayudar a los propietarios de barcos a mejorar la eficiencia operacional de estos. Los SEEMP constan de tres partes: 1) un plan de gestión del buque, 2) un plan para recopilar datos sobre el consumo de combustible, y 3) un plan de la intensidad de carbono. Con la formulación de los SEEMP, el sector debe considerar tecnologías y prácticas energéticamente eficientes para optimizar el uso del combustible, reducir las necesidades de energía y disminuir las emisiones de GEI de los buques. Los SEEMP son obligatorios para los barcos nuevos construidos después de 2013, y será necesario modificarlos para considerar los requisitos de EEXI y CII que entraron en vigor en 2023.

Fuente: EEXI y CII: indicador de intensidad de carbono de los buques y el sistema de clasificación; New EEXI, CII requirements effective from 2023: How to revise SEEMP (en inglés)

⁸⁰ https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Oct/IRENA_Decarbonising_Shipping_2021.pdf

Seminarios sobre tecnología de ayuda para las reducciones de las emisiones atmosféricas locales

En colaboración con la EPA de los EE. UU., el Gobierno de México estudió maneras para reducir las emisiones y estableció políticas para reducir la contaminación atmosférica debida a los buques cerca de las comunidades locales. Esto dio lugar al establecimiento de una zona de control de emisiones (ZCE) en mares mexicanos, así como a la adopción del Anexo VI del Convenio MARPOL (un acuerdo internacional para prevenir la contaminación atmosférica). En 2012, se impartió un seminario sobre tecnologías navieras con objeto de dar a las partes interesadas de México información acerca de algunas de las tecnologías de navíos necesarias para cumplir los requisitos de política establecidos por el país. El seminario informó a las partes interesadas públicas y privadas de los beneficios de establecer una ZCE, e incluyó capacitación sobre las tecnologías necesarias para reducir la contaminación del transporte marítimo.

Fuente: [Ship Technology Workshop Materials from Collaboration with Mexico to Reduce Emissions from Ships](#) (en inglés) | Cooperación internacional | EPA de los EE. UU.

Para obtener más información:

- [Introductory Course on Energy Efficient Ship Operation](#) (en inglés), Asociación de las Naciones Unidas para el Aprendizaje sobre el Cambio Climático
- [Energy Efficiency Technologies Information Portal](#) (en inglés), OMI

ESTRATEGIAS EN ACCIÓN

Las agencias del gobierno deben colaborar con todas las partes interesadas en el ecosistema del transporte marítimo para lograr la descarbonización, aplicando las estrategias descritas en este documento. En términos generales, la aplicación de cualquier estrategia requerirá conceptualización y planificación, seguidas de ejecución, supervisión y evaluación. Los detalles, plazos y recursos necesarios para la implementación pueden variar mucho en función de distintos factores.



ACCIONES A CORTO PLAZO

Muchas acciones se pueden llevar a cabo en un período más breve, con recursos que probablemente ya estén disponibles. Las agencias pueden considerar lo siguiente:

- **Construir una red del ecosistema del transporte marítimo** específica para cada país, zona o región. Esta red podría incluir nombres específicos de agencias, organizaciones, firmas, empresas, personas, etc., y ayudará a evaluar las asociaciones existentes de una agencia o las oportunidades para establecer nuevas asociaciones que contribuyan a implementar estrategias de interés mutuo para la descarbonización.
- **Identificar promotores políticos y técnicos.** Las iniciativas de descarbonización requieren una combinación de voluntad política y conocimientos técnicos especializados. Los promotores políticos contribuyen a fomentar la adopción de esas iniciativas a nivel de los dirigentes. Los promotores técnicos pueden aportar conocimientos especializados, liderazgo y otros recursos para aplicar las iniciativas.
- **Identificar oportunidades para la coordinación entre partes interesadas financieras y la política.** Por ejemplo, las agencias del gobierno deben considerar la coordinación con los ministerios de finanzas, los cuales suelen tener gran influencia en la política de desarrollo nacional e interactuar con los donantes. Los ministerios de finanzas pueden ayudar a adaptar y dirigir los flujos financieros directos externos hacia las iniciativas de descarbonización de los puertos.

- Buscar oportunidades para aportar **perspectivas diversas a los debates sobre la sostenibilidad del transporte en general y la descarbonización del transporte marítimo en particular**. Por ejemplo, identificar estrategias de reclutamiento que guíen la contratación de poblaciones subrepresentadas históricamente en el sector del transporte marítimo. Las agencias también pueden convocar a las partes interesadas que representan a diferentes sectores, disciplinas y aptitudes; y coordinar la conversación entre las distintas partes interesadas para identificar y entender puntos de vistas diversos.
- **Recopilar datos disponibles sobre inventarios para evaluar las necesidades y deficiencias**. Aclarar las metodologías que se están utilizando para evaluar las emisiones marítimas y verificar que esas metodologías sean transparentes para los asociados y las partes interesadas.
- **Identificar los recursos existentes para el suministro de fondos y el financiamiento**, como programas de subvenciones que podrían aprovecharse para contribuir a inversiones específicas en la descarbonización del transporte marítimo.
- **Revisar los proyectos de transporte planificados** para identificar dónde hay beneficios indirectos o directos para el sector marítimo. Por ejemplo, los proyectos para solucionar los puntos de embotellamiento de los camiones pueden facilitar los movimientos de transporte hacia y desde un puerto, y dar lugar a un sistema de transporte más eficiente y a una reducción de las emisiones de GEI.
- **Destacar, celebrar y publicitar iniciativas o programas** que hayan dado buenos resultados ambientales, como el mejoramiento de la calidad del aire, incluso si los éxitos han sido relativamente pequeños o han beneficiado a zonas fuera del sector marítimo. Las agencias pueden aprovechar estos éxitos para alcanzar metas de descarbonización específicas para el transporte marítimo.
- **Ayudar a las partes interesadas a estudiar las prácticas y políticas existentes sobre el consumo de energía en puerto**. Asesorar a las partes interesadas para identificar oportunidades de aplicar prácticas o políticas nuevas dirigidas a reducir el consumo de energía y aumentar las eficiencias. Por ejemplo, los puertos pueden disminuir el funcionamiento en vacío de los vehículos en la zona del puerto o dar advertencias a los barcos que emiten cantidades excesivas de humo.
- Concientizar al sector acerca de las **prácticas y tecnologías del transporte** que se han utilizado con buenos resultados para el logro de las metas de sostenibilidad ambiental. Con frecuencia estas prácticas se pueden adaptar a las metas de descarbonización dentro del sector marítimo.
- Preparar **materiales para capacitación, comunicación o formación** (como estudios de casos u hojas informativas).
- **Promover recursos para el suministro fondos y el financiamiento** (como programas de créditos fiscales) para el sector que se puedan utilizar para las adopciones de tecnologías específicas que mejoran la sostenibilidad ambiental del transporte o que reducen las emisiones de GEI. Aunque el objetivo directo no sea en el transporte marítimo, la adopción podría hacer que el sector del transporte avance hacia las metas de descarbonización en general.
- **Dirigirse a una variedad de organizaciones que trabajan en la descarbonización marítima**, entre otras, organismos reguladores (como la OMI), organizaciones no gubernamentales (por ejemplo, el Foro Marítimo Mundial) u otras agencias del gobierno en cada país o región, para explorar los recursos con los que cuenta la agencia para lograr sus metas de descarbonización.



Remolque: el transporte a corta distancia de cargas, mercancías o contenedores desde un puerto oceánico hasta un destino.

Tecnologías energéticamente eficientes (EET): dispositivos, recursos o sistemas que ahorran energía, como reconversiones de motores y sistemas para la recuperación de calor residual.

Transporte marítimo ecológico: el movimiento de mercancías en embarcaciones que operan con combustibles que generan emisiones cero o casi cero y el uso de infraestructura alimentada por energía producida con fuentes de emisiones bajas o emisiones cero.

Corredores marítimos ecológicos: rutas marítimas que muestran combustibles y tecnologías con emisiones bajas y cero durante el ciclo de vida, con la expectativa de lograr cero emisiones de GEI en todos los aspectos del corredor y contribuir a la descarbonización en todo el sector para 2050.

Fueloil pesado (HFO): fueloil con un contenido de azufre superior al 2,0 %, correspondiente a los grados residuales de ISO 8217:2017. Conocido también como combustible para uso marítimo y aéreo, es la fuente de combustible de mayor uso para el transporte marítimo en la actualidad.

Sistemas de tecnología de la información (STI): el intercambio de información, datos y análisis dinámicos en tiempo real para mejorar las operaciones y las eficiencias de la comunicación.

Descarbonización marítima: el proceso para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el sector marítimo mundial, con la meta general de que el sector se sitúe en vías de limitar el aumento de la temperatura mundial a 1,5 grados centígrados.

Transporte marítimo: el movimiento de cargas por mar o vías navegables internas entre puertos.

Combustibles marinos con emisiones cero o casi cero: combustibles alternativos producidos con el uso de una variedad de materiales, métodos y tecnologías que convierten los recursos internos de combustibles (llamados “materias primas”) en combustibles de alta densidad energética con las propiedades y características correctas para su uso seguro en motores para el transporte marítimo. Los combustibles con emisiones de carbono cero y casi cero incluyen el biodiésel y el biometanol.

PREGUNTAS PARA AUTOEVALUACIÓN



Este apéndice presenta una serie de preguntas para que usted y su agencia estudien cómo conceptualizar, coordinar, planificar, ejecutar y supervisar las estrategias para la descarbonización del transporte marítimo. Considere las siguientes preguntas:

- **¿Qué funciones y responsabilidades tienen las agencias del gobierno de su país o región en la supervisión, reglamentación o gestión del transporte marítimo?**
- **¿Cuáles son las metas a corto y largo plazo de su gobierno para la descarbonización del transporte marítimo? ¿Tiene su gobierno algún objetivo específico asociado con estas metas?**
 - Si la respuesta es sí, ¿cómo supervisa o sigue su gobierno el avance hacia esos objetivos?
- **¿Ya sabe su gobierno quién integra el ecosistema del transporte marítimo en su país o región? ¿Cómo colabora o se asocia actualmente su gobierno con las partes interesadas del transporte marítimo?**
- **¿Cómo están reduciendo las partes interesadas del transporte marítimo en su país o región las emisiones de GEI?**
- **¿Como promueve, incentiva o regula su gobierno la adopción de las partes interesadas de estas estrategias para reducir las emisiones de GEI?**
- **¿Cómo evalúa y mitiga su gobierno los impactos del transporte marítimo en el medio ambiente y el cambio climático?**
- **¿Utiliza su gobierno algunos datos para efectuar estas evaluaciones? ¿Hay oportunidades para mejorar los datos o resolver las deficiencias de estos? ¿Qué recursos están disponibles para ayudar a mejorar los datos?**
- **¿Cuáles son las oportunidades financieras para invertir en la descarbonización del sector marítimo en su país o región, como programas para la reducción de las emisiones?**
- **¿Qué estrategias ha aplicado su gobierno para alcanzar las metas de su país o región para la descarbonización del transporte marítimo? O bien ¿qué estrategias ha aplicado su gobierno para alcanzar las metas ambientales del transporte que se podrían adaptar a la descarbonización del transporte marítimo?**
- **¿Afronta su gobierno algún obstáculo al aplicar las estrategias para la descarbonización del transporte marítimo?**
 - Si la respuesta es sí, ¿ya determinó su gobierno cómo se podrían superar esos obstáculos?
- **¿Está interesado su gobierno en obtener más información acerca de alguna estrategia en particular para la descarbonización marítima? ¿Tiene su gobierno alguna pregunta sobre las emisiones del transporte marítimo, las oportunidades para la descarbonización marítima o temas afines?**

Para obtener más información acerca de la descarbonización marítima o sobre cómo asociarse con MOMENTUM, contacte con momentum@dot.gov

i