



## La protección al medio ambiente marino: prevención de la contaminación atmosférica, una tarea en curso

### RESUMEN

La industria marítima, a nivel mundial, se encuentra bajo mucha presión para reducir su impacto ambiental. Ello demanda de la actualización de las políticas nacionales existentes en esta materia. Este trabajo enfatiza la necesidad de establecer políticas gubernamentales claras, en el ámbito marítimo y portuario, con el fin de garantizar la reducción de emisiones de gases a la atmósfera por parte del transporte marítimo y los puertos en México. Para ello, es preciso que el Estado mexicano se adhiera al cumplimiento de las disposiciones del Anexo VI del Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL 73/78) ya que, eventualmente, todos los buques, sin excepción, deben cumplir con las disposiciones contempladas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para mitigar el cambio climático. Esta es una constante e inaplazable advertencia por parte de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y de la Organización Marítima Internacional (OMI). Sin embargo, en algunos países marítimos, como México, parece no advertirse así. Lo anterior, a pesar de existir leyes ambientales en la materia y de la obligación que tiene el Estado de garantizar un “medio ambiente sano”, de acuerdo con el artículo cuarto constitucional, en materia de derechos humanos.

**Palabras clave:** Ambiente, buques, puertos, emisiones, atmósfera.

### ABSTRACT

*The international maritime industry is under a lot of pressure to reduce its environmental impact. It requires updating existing national policies. This work emphasizes the need to establish clear governmental policies, at the maritime and port sphere, to guarantee the reduction of air pollution by shipping and ports in Mexico. It also signals the importance of Mexico's accession to the provisions of Annex VI of the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78). Eventually, all ships, without*



*exception, must comply with the provisions of the Sustainable Development Goals (SDG) to mitigate climate change. This is a constant and urgent warning from the United Nations (UN) and the International Maritime Organization (IMO). However, in some maritime countries, such as Mexico, this seems not to be the case. The foregoing, despite the existence of environmental laws on the matter and the obligation of the State to guarantee a "healthy environment", in accordance with article fourth of the Mexican Constitution regarding human rights.*

**Keywords:** *Environment, shipping, ports, air, pollution.*

## INTRODUCCIÓN

La prevención de la contaminación atmosférica es un tema que ha llamado la atención de la comunidad internacional desde finales del siglo XX. Su normatividad se realiza mediante el establecimiento de tratados internacionales, los cuales obligan a los Estados a codificar estas disposiciones en su legislación nacional y observar su cumplimiento. En materia de su observancia, la Convención de Viena sobre el derecho de los tratados de 1969 establece, mediante el principio *Pacta Sunt Servanda*, que “todo tratado en vigor obliga a las partes y debe ser cumplido por ellas de buena fe” (CVDT, 1969, pág. 10).

Una tesis de la Suprema Corte de Justicia de la Nación (SCJN) sostiene que: “Los tratados internacionales se ubican jerárquicamente por encima de las leyes federales y en un segundo plano respecto de la constitución federal” (SCJN, 2020, pág. 1). Sin embargo, la misma Convención de Viena señala, en su artículo 27, que: “Una parte no podrá invocar las disposiciones de su derecho interno como justificación del incumplimiento de un tratado” (CVDT, 1969, pág. 10). Es decir, los tratados internacionales deberían considerarse jerárquicamente incluso por encima de la constitución federal. Ello no debe generar sorpresa puesto que, antes de que México se obligue al cumplimiento de un tratado, debe primero adecuar su legislación interna, tal como lo hizo en materia de derechos humanos.

No se trata de crear polémica en cuanto a la jerarquización de la legislación nacional e internacional. Lo que no puede pasarse por alto es que, en cualquiera de los casos, el Estado mexicano se encuentra obligado a su cumplimiento y, en materia ambiental, no es la excepción. Principalmente cuando se trata de observar disposiciones en materia de derechos humanos, así como con el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para proteger el medio ambiente. Ello demanda también del establecimiento de una política nacional que permita prevenir la contaminación atmosférica en el ámbito marítimo y portuario.

En este sentido, **una tarea todavía pendiente es la adhesión del Estado mexicano al Anexo VI del Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL 73/78)**, con el fin de garantizar la reducción de emisiones de gases a la atmósfera por parte del transporte marítimo y de los



puertos. En esta materia México se encuentra a la zaga a pesar de la urgente y constante atención que demanda la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y la Organización Marítima Internacional (OMI) para mitigar el cambio climático.

## DESARROLLO

### Los derechos humanos en materia ambiental

La Declaración Universal de los Derechos Humanos de la Organización de las Naciones Unidas, adoptada en 1948, no otorgaba un reconocimiento al derecho ambiental. Este fue un tema que no se consideró hasta 1972, en la Conferencia de las Naciones Unidas del Medio Humano en Estocolmo, Suecia. La Declaración, resultado de esta Conferencia, se compone de 26 principios y el primero de ellos demanda de un medio ambiente de calidad (DEMAH, 1972).

De igual manera, considerando las disposiciones de esta Declaración, el 22 de noviembre de 1969 se adoptó, en Costa Rica, la Convención Americana sobre Derechos Humanos, también conocida como *Pacto de San José*. México depositó su instrumento de adhesión el 24 de marzo de 1981 y se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 7 de mayo de 1981 (SRE, 2020). En ese mismo año iniciaron las negociaciones internacionales para la adopción del Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono, mismo que tuvo lugar en 1985 y fue ratificado por México el 14 de septiembre de 1987. Dos días después, se adoptó un Protocolo de este Convenio -conocido como Protocolo de Montreal-, ratificado por México en marzo de 1988.

Este año vio nacer también al Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), creado por la Organización Meteorológica Mundial (WMO) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA/UNEP). Su objetivo es proporcionar información científica para el desarrollo de políticas climáticas (IPCC, 2020). En 1988 se adoptó, de igual manera, un Protocolo adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos, en materia de derechos económicos, sociales y culturales, conocido como *Protocolo de San Salvador*. El artículo 11 de citado ordenamiento exige, igualmente, el derecho a un medio ambiente sano. México publicó este instrumento en el DOF el primero de septiembre de 1998 (Protocolo San Salvador, 1998).

Los compromisos internacionales de México, en materia ambiental, quedaron codificados en la CPEUM el 28 de junio de 1999 mediante una adición al artículo 4, párrafo quinto, el cual establece que: "Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar..." (CPEUM, 2024, pág. 7).

Posterior a las reformas constitucionales integrales que tuvieron lugar en el 2011, en materia de derechos humanos, el 8 de febrero de 2012 se adicionó a este mismo artículo el párrafo siguiente: "...El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley" (CPEUM, 2024, pág. 7).



Derivado del artículo 4 constitucional, con fecha 7 de junio de 2013, se publicó en el DOF la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA). En esta publicación, se reforman adicionan y derogan también diversas disposiciones de:

... La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General de Vida Silvestre, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley de Aguas Nacionales, el Código Penal Federal, la Ley de Navegación y Comercio Marítimos y la Ley General de Bienes Nacionales (LFRA, 2021, pág. 1).

La reforma integral de estas leyes, incluyendo la Ley General de Cambio Climático (LGCC), se conoce, en su conjunto, como «leyes ambientales», según lo dispuesto por el artículo 2, fracción XI de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

La LGCC se publicó por primera vez el 6 de junio de 2012 y, desde entonces, ha sufrido una serie de enmiendas que van a la par de las exigencias ambientales internacionales en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

### **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC)**

La UNFCCC se adoptó el nueve de mayo de 1992 en la ciudad de Nueva York, EE.UU. El Estado mexicano lo firmó en junio del mismo año y lo ratificó en marzo de 1993, obligándose con ello a su cumplimiento. Este instrumento entró en vigor internacional el día de la primavera de 1994 (SEMARNAT, 2015). El Convenio se compone de 26 artículos y dos anexos. El Anexo I integra a los países desarrollados, así como aquellos “países que están en proceso de transición a una economía de mercado” (CMNUCC, 1992, pág. 25). El Anexo II contempla la lista de países que se comprometen a proporcionar recursos financieros y transferencia de tecnología a los países en desarrollo, con el fin de que éstos estén en posibilidad de cumplir con sus obligaciones. México no figura en ninguno de ellos (CMNUCC, 1992).

El filósofo griego, Epicteto, en el primer punto de su *Manual para la vida (Enquiridión)*, distingue entre “lo que se puede, y lo que no se puede controlar” (Epicteto, 35 d.C- 135 d.C., pág. 2). Aunque la indiscutible evolución de las condiciones atmosféricas, que vemos día a día alrededor del mundo, podría ser el resultado de los cambios físicos que de manera regular y cíclica experimenta el planeta, la UNFCCC regula solo la intervención del hombre en la mitigación de este fenómeno. La misma Convención lo deja en claro cuando define el concepto de *cambio climático* como: “Un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial...” (CMNUCC, 1992, pág. 3). Su objetivo es: “Estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático” (CMNUCC, 1992, pág. 3).

El incremento de la contaminación atmosférica se encuentra también en función del aumento de la población y es un tema cada vez más delicado. Según la Organización de las Naciones Unidas para la



Alimentación y la Agricultura (FAO), se prevé que la población que sería afectada por los efectos del cambio climático, para el año 2050, superaría los 9 mil millones de personas (FAO, 2020)<sup>1</sup>.

Previendo esta situación, la Asamblea General de la OMI adoptó, desde el 5 de diciembre de 2003, la Resolución A.963 (23): “Políticas y prácticas de la OMI relacionadas con la reducción de emisiones de gases de invernadero procedentes de los buques” (OMI, 2003, pág. 1). En este documento la OMI pide a su Comité de Protección al Medio Ambiente Marino (*Marine Environment Protection Committee, MEPC*) establecer los mecanismos necesarios para lograr la limitación de las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera por parte de los buques. Así mismo, mantener el tema «*en la mira*» y continuar con las políticas y prácticas relacionadas con la reducción de las emisiones de GHG del transporte marítimo internacional (SETG-1, 2018).

Aunque el contenido de azufre que emana de los buques supone aproximadamente un tres por ciento de la cantidad total de emisiones, aquellas que resultan del transporte marítimo supera la cantidad de azufre del combustible utilizado en tierra alrededor de 3,500 veces y contribuye de manera significativa a las emisiones atmosféricas causantes del cambio climático (NABU, 2015). Según Wan, Z., *et. al.*, (2018): “Las emisiones de gases de efecto invernadero (GHG), provocada por los buques, podrían aumentar hasta en un 250% para el año 2050 con respecto al año 2012, debido al aumento de los volúmenes mundiales de carga” (pág. 428).

Bouman,, *et. al.*, (2017) afirman que las emisiones globales tienen que disminuir a cero, incluso a valores negativos en todos los sectores, para la segunda mitad del siglo XXI. El nivel de descarbonización requerido por cada uno de los sectores depende de la adopción de tecnologías adecuadas para equilibrar las fuentes contaminantes. Sin embargo, esto no está ocurriendo en la escala requerida. Agrega que el transporte marítimo requiere de una reducción de emisiones de al menos el 85% para 2050, con respecto a las de 2010.

Lo anterior no puede lograrse sin la cooperación internacional, es por ello que todos los Estados, deben asumir el compromiso que implica ser firmante de la UNFCCC. Por ese motivo, dentro del marco de este Convenio, se creó la Conferencia de las Partes (COP).

### **Conferencia de las Partes (COP) - UNFCCC**

Todos los Estados firmantes de la UNFCCC forman también parte de la COP, incluyendo México. A través de un órgano supremo, que se compone de todos los Estados miembros, se integra una Secretaría y dos órganos subsidiarios, el de Implementación (SBI) y el de Asesoramiento Científico y Tecnológico (SBSTA) en el que también se constituye el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC). Es a través de

---

<sup>1</sup> De acuerdo con *Worldometer*, la población mundial actual asciende a más de ocho mil ciento catorce millones de personas (información actualizada al 3 de junio de 2024) (*Worldometer*, 2024).



este órgano supremo en donde se realiza la toma de decisiones referentes a la ejecución de la Convención, así como a las disposiciones e instrumentos adicionales que deriven de la COP (UNCC, 2024).

La ubicación de la Secretaría de la COP se encuentra en Bonn, Alemania y, posterior a la entrada en vigor de la Convención, en 1994, se reúne año tras año. La primera reunión se llevó a cabo en la sede de la Secretaría y, a petición de las Partes, ésta tiene lugar en diferentes lugares del mundo desde 1995 (UNCC, 2024).

La diplomática mexicana, Patricia Espinosa Cantellano ocupó, desde julio de 2016 el importante cargo de Secretaria Ejecutiva de la UNFCCC, designación que recibió por parte del Secretario General de la ONU, Ban Ki-moon, en mayo de ese mismo año. Fue embajadora de varios países y ocupó también la presidencia de la COP 16 que tuvo lugar en Cancún, México, del 29 de noviembre al 10 de diciembre de 2010 (UNCC, 2024). La participación de una mexicana como líder mundial, en el tema de cambio climático, representó un doble compromiso para el país en el cumplimiento de las disposiciones relacionadas con el mismo. El 15 de agosto de 2022, el Secretario General de la ONU, António Guterres, designó a Simon Stiell, originario de la isla de Granada, como secretario ejecutivo de la CMNUCC (ONU, 2024).

Hasta el momento se han llevado a cabo 28 reuniones internacionales de la COP, la última tuvo lugar del 30 de noviembre al 13 de diciembre de 2023 en Dubai (UNCC, 2024). En todas ellas se ha contado con la participación de México, particularmente por representantes de la Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE) y la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Entre las COP's más importantes destacan la COP 3 y la COP 21 en las que se adoptaron el Protocolo de Kioto, de 1997 y el Acuerdo de París de 2015, respectivamente.

### **El Protocolo de Kioto, 1997- UNFCCC**

Este Protocolo es parte de la UNFCCC y se adoptó el 11 de diciembre de 1997 en la ciudad de Kioto, Japón. Sin embargo, su entrada en vigor no ocurrió hasta ocho años más tarde, fecha en que la República Popular de China se erigió, seguida de los EE.UU., como el país con mayores emisiones de GHG. México lo firmó el 9 de junio de 1998 y lo ratificó el 7 de septiembre de 2000. EE.UU. sigue aún sin ratificar este instrumento (UN, 2024).

El Protocolo se integra por 28 artículos y dos anexos. El Anexo A enumera los GHG, las distintas categorías de fuentes y el material considerado como desecho. El Anexo B incluye los Estados Parte y el compromiso cuantificado de limitación o reducción de las emisiones en el período 2008-2012. México no se encuentra incluido en esta lista, sin embargo, ello no lo limita de la responsabilidad de monitorear y de establecer medidas para mitigar la emisión de gases a la atmósfera (NU, 1998).



## El Acuerdo de París, 2015 - UNFCCC

El Acuerdo de París se adoptó en la Conferencia de las Partes (COP 21) el 12 de diciembre de 2015 y se sustenta también en la UNFCCC (UNFCCC, 2020). Las reformas de la LGCC tuvieron lugar el 2 de abril de 2015, el 13 de julio de 2018, el 6 de noviembre de 2020 y el 1 de abril de 2024. Estas modificaciones obedecen, entre otras, a los compromisos adquiridos por el Estado mexicano ante la ONU con relación al Acuerdo de París, el cual quedó abierto para su firma el *día de la tierra*, es decir el 22 de abril de 2016 y entró en vigor a nivel mundial en la primera semana de noviembre de ese mismo año (SEMARNAT, 2024). El objetivo principal del Acuerdo<sup>2</sup> quedó codificado en las enmiendas que tuvieron lugar en 2018, en el artículo 2, fracción VIII:

Establecer las bases para que México contribuya al cumplimiento del Acuerdo de París, que tiene entre sus objetivos mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2 °C, con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir con los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1.5 °C, con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático (LGCC, 2024, pág. 2).

Esta ley, junto con el resto de las *leyes ambientales* que existen en México, no solo ha evolucionado a la par de la UNFCCC y el Acuerdo de París, también atiende las disposiciones de la ONU en el marco de los objetivos de desarrollo sostenible en materia ambiental.

## Objetivos de desarrollo sostenible (ODS) en materia ambiental

El 25 de septiembre de 2015 la ONU adoptó la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible, en vigor desde el 1 de enero de 2016. Se compone de 17 objetivos y 169 metas mediante las cuales se abordan una serie de temas de interés internacional, entre ellos en materia ambiental. Esta Agenda se realizó considerando la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, mejor conocida como Cumbre de la Tierra, llevada a cabo en Río de Janeiro, Brasil, en 1992, la cual dio lugar también a la UNFCCC (UNESCO, 2017).

De acuerdo con la UNESCO (2017), “en la Agenda 2030, la protección del medio ambiente no se establece como un objetivo específico, sino como un fin transversal presente en la mayoría de los objetivos” (pág. 21). Aunque prácticamente todos los objetivos incluyen el cuidado del ambiente, el objetivo 3 (salud y bienestar) no puede pasarse por alto por tratarse de uno de los derechos humanos más importantes en esta materia. Existen además tres objetivos que tratan íntegramente de la protección ambiental en todas sus metas. Se trata de los objetivos 13 (acción por el clima), 14 (vida submarina) y 15 (vida de ecosistemas terrestres). Los dos primeros se vinculan con la protección del medio marino, objeto de este trabajo.

---

<sup>2</sup> El Artículo 2.1 del Acuerdo de París dispone que: “...El logro de su objetivo tiene por objeto reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza, y para ello: a) Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2°C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1.5°C con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático” (Acuerdo de París, 2015, pág. 2).



## La protección del medio marino

La Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, 1982 (CONVEMAR'82) “constituye el marco jurídico para la conservación y la utilización sostenible de los océanos y sus recursos” (ONU, 2024, pág. 1). La prevención de la contaminación del medio marino es uno de los intereses marítimos primordiales de todo Estado. De acuerdo con el artículo primero (fracción 1.4) de este instrumento internacional, por contaminación del medio marino se entiende:

La introducción por el hombre, directa o indirectamente, de sustancias o de energía en el medio marino incluidos los estuarios, que produzca o pueda producir efectos nocivos tales como daños a los recursos vivos y a la vida marina, peligros para la salud humana, obstaculización de las actividades marítimas, incluidos la pesca y otros usos legítimos del mar, deterioro de la calidad del agua del mar para su utilización y menoscabo de los lugares de esparcimiento<sup>3</sup> (CONVEMAR, 1982, pág. 30).

De todas las partes que integran este instrumento internacional, la *protección y preservación del medio marino (Parte XII)* es la más extensa. Se compone de ocho secciones y 43 artículos en los que se contemplan disposiciones generales y se regulan, entre otros: La cooperación mundial y regional; asistencia técnica; vigilancia y evaluación ambiental; reglas internacionales y legislación nacional para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino; así como la ejecución de estas disposiciones, entre otras (CONVEMAR, 1982). Es importante advertir que el origen de la contaminación marina a la que refiere la CONVEMAR'82 resulta de distintas actividades y proviene de diversas fuentes, entre ellas, las que se originan en tierra. La contaminación a la que hace referencia este documento es aquella que proviene de los buques y de los puertos.

Marten (2011), alude también a la Parte XII de la CONVEMAR y argumenta que: “Las diferentes normas dan lugar a diferentes poderes de aplicación, dependiendo de la zona marina en la que se encuentra el buque” (pág. 45). Esta normatividad aplica prácticamente a todos los buques que realicen comercio marítimo internacional, independientemente del espacio marítimo en el que se localicen, incluyendo la interfaz buque-puerto, de acuerdo con las disposiciones de la OMI, así como el establecimiento de una cultura ambiental que permita prevenir la contaminación marina originada por los buques.

La prevención de la contaminación marina originada por los buques ha sido, desde sus orígenes, una preocupación de la OMI. Es por ello por lo que, desde 1973, creó uno de los pilares más importantes en su estructura, el Comité de Protección al Medio Ambiente Marino (MEPC), siendo ésta una de las principales

---

<sup>3</sup> Esta definición se incorpora también en el artículo 2 fracción VII de la Ley de Navegación y Comercio Marítimos.





tareas de este organismo internacional. Ello se ve claramente reflejado en su eslogan actual: “Una navegación segura, protegida y eficiente en mares limpios” (WMU, 2024, pág. 1)<sup>4</sup>.

Es importante tener claro que el tipo de contaminación que regula la OMI es, específicamente, aquella que proviene de los buques. El sustento de las disposiciones en esta materia se encuentra en el artículo 211 de la CONVEMAR’82 (contaminación causada por buques). Este artículo se compone de siete párrafos que disponen los estándares a los que deben sujetarse los Estados para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino originada por los buques, mediante la incorporación y ejecución de leyes y reglamentos nacionales (CONVEMAR, 1982). Sus disposiciones aplican tanto a los buques que enarboles su pabellón, así como a los buques extranjeros que naveguen en aguas en donde el Estado ejerza soberanía y jurisdicción.

Smith (1995) afirma que: “La administración ambiental de los buques requiere de la consideración sistemática de la geografía de las rutas marítimas, la carga y los tipos de buques” (pág. 503). Lo anterior demanda al Estado del conocimiento del entorno marítimo, incluyendo las vías generales de comunicación por agua, así como de la normatividad aplicable para prevenir la contaminación marina por buques, con el fin de realizar una buena toma de decisiones en los espacios marítimos de jurisdicción nacional. Según el Reglamento de la Ley de Navegación y Comercio Marítimos (RLNCM), el análisis y el seguimiento que debe existir en materia de contaminación marina debe llevarse a cabo por el Comité Auxiliar Interdisciplinario de Desempeño Ambiental Marítimo y Portuario (CAIDAMP).

### **Comité Auxiliar Interdisciplinario de Desempeño Ambiental Marítimo y Portuario**

La prevención y control de la contaminación marina se regula en el Capítulo IV, Título Tercero de la Ley de Navegación y Comercio Marítimos. Los artículos 76 al 77 BIS regulan esta materia y distribuyen esta competencia entre dos dependencias de la administración pública federal: La Secretaría de Marina (SEMAR) y la SEMARNAT (LNCM, 2020).

De acuerdo con el artículo 674 del reglamento de la ley, el Comité debía ser presidido por la entonces Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). Sin embargo, citado ordenamiento se publicó en abril de 2015 (RLNCM, 2015). Las modificaciones que se realizaron a la Ley de Navegación y Comercio Marítimos (LNCM) en diciembre de 2016 y 2020, respectivamente, en donde se asignan a la SEMAR atribuciones en materia ambiental, no se han incorporado todavía en su Reglamento. Por lo que la presidencia de éste ahora debería estar a cargo de la SEMAR y no de la SCT. En cualquiera de los casos, no se encontró evidencia de

---

<sup>4</sup> El eslogan anterior de la OMI era “buques más seguros en océanos más limpios” (*safer ships and cleaner oceans*). El cambio de eslogan obedeció a los acontecimientos terroristas del 11 de septiembre de 2001 en los EE.UU. Desde ese entonces, la protección marítima (*maritime security*) se convirtió también en otro foco importante para la OMI.

que este Comité se haya integrado alguna vez. A pesar de ello, el mecanismo para el análisis, monitoreo y control de los tratados internacionales para prevenir la contaminación marina en México existe. De estos instrumentos el más importante es el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por Buques (MARPOL '73/78) (Ilustración 1).

**Ilustración 1 Principales instrumentos de la OMI en materia ambiental**



Fuente: Elaboración propia

## El Convenio MARPOL '73/78

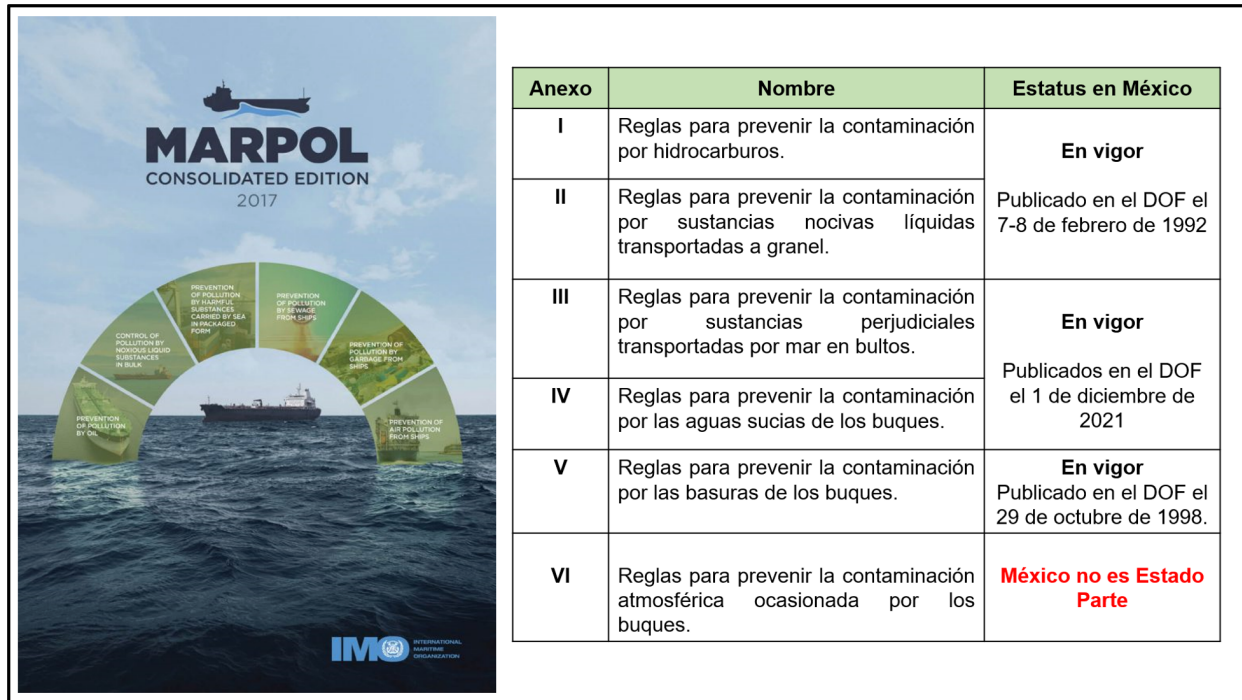
Este es el instrumento principal de la OMI que regula las descargas operacionales o accidentales de los buques. La OMI lo adoptó en 1973 y lo actualizó, mediante un Protocolo, en 1978. Por ello, es mundialmente conocido como MARPOL '73/78. De acuerdo con su ámbito de aplicación (según el Protocolo de 1973) este Convenio:

No se aplicará a los buques de guerra ni a las unidades navales auxiliares, ni a los buques que, siendo propiedad de un Estado o estando a su servicio, solo presten por el momento servicios gubernamentales de carácter no comercial. No obstante, cada Parte se cuidará de adoptar las medidas oportunas para garantizar que, dentro de lo razonable y practicable, tales buques de propiedad o servicio estatal actúen en consonancia con el propósito y la finalidad del presente convenio... (MARPOL, 2017, pág. 10).

Es decir, todos los buques deben observar las disposiciones de este Convenio. Interpretarlo de otra manera iría contra su espíritu. La SEMAR se auxilia con los buques de la Armada para hacer cumplir este compromiso, tanto a buques nacionales como extranjeros. No es ético que la misma Autoridad, que exige el cumplimiento de estos estándares, pase por alto los mismos, «*el buen juez por su casa empieza*». Por lo tanto, las medidas ambientales deben iniciar, primeramente, en los buques de Estado, incluyendo los buques de guerra. El Convenio MARPOL '73/78 cuenta con seis Anexos (Ilustración 2).



**Ilustración 2 Estatus actual del Convenio MARPOL 73/78 en México**



Fuente: Elaboración propia con información de IMO, 2024.

A diferencia del resto de los convenios de la OMI, los Estados que se vinculan al mismo se obligan solo al cumplimiento de los dos primeros anexos. La adhesión al resto de los anexos se realiza de manera independiente, por ello el Artículo 14 de este Convenio los denomina *anexos facultativos* (Valdes Cerda, 2019). Como puede apreciarse en la Ilustración 2, el Estado mexicano está comprometido a cumplir cinco de sus seis Anexos. Sin embargo, no es parte todavía del Anexo VI: “Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques” (MARPOL, 1997, pág. 433).

Este Anexo se adicionó en el Protocolo de 1997 y regula la emisión de gases a la atmósfera que provienen de los buques. La adopción de este importante anexo considera, entre otros, disposiciones específicas de instrumentos internacionales en la materia, tal como la Convención sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia (*Long-range Transboundary Air Pollution Convention, LRTAP*), adoptada en Ginebra, Suiza el 13 de noviembre de 1979 (SETG-1, 2018). Así mismo, del Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono de 1985 y su Protocolo de Montreal de 1987, al cual refiere el Anexo VI en la Regla 2.16, como parte de la definición de *sustancias que agotan la capa de ozono* (MARPOL, 1997).

En esta materia, resultan también de particular importancia las disposiciones de los artículos 212 (contaminación desde la atmósfera o a través de ella) y 222 (ejecución respecto de la contaminación desde la atmósfera o a través de ella) de la CONVEMAR’82, ya que establecen los derechos y responsabilidades



de los Estados con respecto al uso y conservación sostenible del océano y sus recursos. Así mismo, demanda el establecimiento de todas las medidas que sean necesarias para prevenir, reducir y controlar la emisión de gases a la atmósfera originada por los buques (CONVEMAR, 1982). En México, el artículo 675 del RLNCM, señala que los aspectos ambientales incluyen también, entre otros, el estudio de la incidencia del calentamiento global en las vías generales de comunicación por agua (RLNCM, 2015).

El Anexo VI entró en vigor el 19 de mayo de 2005 con el fin de atender esta problemática y su seguimiento y actualización se encuentra a cargo del MEPC. Este órgano de la OMI establece medidas, cada vez más estrictas, en esta materia. Por lo anterior, en octubre de 2008, el MEPC 58 adoptó una revisión del Anexo VI, misma que entró en vigor a nivel internacional a partir del 1 de julio de 2010 (OMI, 2019). La Ilustración 3 muestra el contenido de la revisión actual, la cual se divide en cinco capítulos y diez apéndices.

**Ilustración 3 Contenido del Anexo VI del Convenio MARPOL 73/78**

Capítulo/ Apéndice	Nombre
Capítulo 1	Generalidades (Reglas 1-4).
Capítulo 2	Reconocimiento, certificación y medios de control (Reglas 5-11).
Capítulo 3	Prescripciones para el control de las emisiones de los buques (Reglas 12-18).
Capítulo 4	Reglas sobre la eficiencia energética de los buques (Reglas 19-23).
Capítulo 5	Verificación del cumplimiento de las disposiciones del presente anexo (Reglas 24-25).
Apéndice I	Modelo de certificado internacional de prevención de la contaminación atmosférica (IAAP) – Regla 8.
Apéndice II	Ciclos de ensayo y factores de ponderación – Regla 13.
Apéndice III	Criterios y procedimientos para la designación de zonas de control de las emisiones – Reglas 13.6 y 14.3.
Apéndice IV	Homologación y límites de servicio de los incineradores a bordo – Regla 16.
Apéndice V	Información que debe incluirse en la nota de entrega de combustible – Regla 18.5.
Apéndice VI	Procedimiento de verificación del combustible a partir de las muestras de fueloil estipuladas en el Anexo VI del Convenio MARPOL – Regla 18.8.2.
Apéndice VII	Zonas de control de las emisiones – Reglas 13.6 y 14.3.
Apéndice VIII	Modelo de certificado internacional de eficiencia energética (IEE).
Apéndice IX	Información para remitir a la base de datos de la OMI sobre el consumo de combustible del buque.
Apéndice X	Modelo de certificado sobre la declaración de cumplimiento – Reporte del consumo de combustible.

Fuente: Elaboración propia con información del Anexo VI del MARPOL 73/78.

Las emisiones de los buques a la atmósfera son un problema delicado ya que no solo afectan la calidad del aire local en los puertos o costas, sino que también tienen implicaciones para la salud humana,<sup>5</sup> el calentamiento global, el cambio climático<sup>6</sup> y la acidificación de los océanos<sup>7</sup>.

5 La meta 3.9 del ODS 3 (salud y bienestar) demanda la reducción sustancial del número de muertes y enfermedades producidas, entre otras, por la contaminación del aire.

6 El ODS 13 (acción por el clima) contempla, de manera íntegra, acciones para mitigar el calentamiento global y el cambio climático.

7 La meta 14.3 del ODS 14 (vida submarina) demanda, “minimizar y abordar los efectos de la acidificación de los océanos” (ONU, 2024, pág. 1).



## **Emisión de gases a la atmósfera por parte del transporte marítimo**

El transporte marítimo es causante de una extensa gama de emisiones atmosféricas. Las emisiones a la atmósfera que se estimaron como parte del estudio que hizo la OMI (2014) en materia de GHG incluyen las siguientes: Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), sustancias que agotan la capa de ozono (*Ozone Depleting Substances, ODS*), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>), materia particulada (*Particular Matter, PM*) y compuestos orgánicos volátiles (*Volatile Organic Compounds, VOC*) (IMO, 2015).

### **Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)**

El CO<sub>2</sub> es un gas pesado, inoloro e incoloro, que se encuentra en la atmósfera de la tierra. Se produce por procesos naturales como la respiración o la descomposición de sustancias orgánicas, se genera también de manera antropogénica, principalmente por la combustión de combustibles fósiles. Éste es el principal GHG que atrapa el calor en la atmósfera y contribuye al efecto invernadero, calentamiento global o cambio climático (SETG-1, 2018). De acuerdo con el estudio sobre gases de efecto invernadero de la OMI (2014), para el año 2050 las emisiones de CO<sub>2</sub>, derivadas del transporte marítimo internacional, podrían ascender entre el 50% y el 250%, dependiendo de las medidas de mitigación que se incorporen. No obstante, a pesar de las medidas que puedan adoptarse, todos los escenarios mostraron que para el año 2050 la cantidad de emisiones serán mucho mayores (IMO, 2015).

### **Sustancias que agotan la capa de ozono (ODS)**

La OMI, citando al Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), refiere a las ODS como aquellas sustancias artificiales, como los clorofluorocarbonos (CFC), entre otros, que dañan la capa de ozono. El deterioro de esta capa, que protege a la Tierra de los rayos solares, produce una disminución en la absorción de los rayos ultravioleta, provocando con ello una serie de efectos nocivos que incluyen, pero no se limitan, al cáncer de piel, lesiones oculares, así como deterioro en los ecosistemas acuáticos (SETG-1, 2018).

Las ODS se encuentran presentes también en los sistemas de refrigeración a bordo de los buques, incluyendo los cuartos fríos, el aire acondicionado y los contenedores refrigerados. Según la OMI, la liberación de refrigerantes, provocada por el transporte marítimo, se estima en alrededor de 8.5 toneladas, lo que equivale a 15 millones de toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub> por año (IMO, 2015).

Las disposiciones existentes para la emisión de ODS se regulan en la Regla 12 del Anexo VI del Convenio MARPOL 73/78. Esta regla prohíbe toda emisión deliberada de este tipo de sustancias. De igual manera, contempla lineamientos que prohíben las instalaciones que contengan hidroclorofluorocarbonos, incluyendo los buques construidos a partir del primero de enero de 2020. Así mismo, demanda a los puertos contar con



instalaciones adecuadas de recepción para depositar el equipo que contenga citadas sustancias (MARPOL, 1997).

### **Óxidos de nitrógeno (NOx)**

La Regla 13 del Anexo VI del Convenio MARPOL 73/78 es la que regula este tipo de gas y, con algunas excepciones, aplica a todo motor diésel marino instalado en un buque y que tenga una potencia de salida superior a los 130 kW (MARPOL, 1997). Los NOx son una mezcla de gases que reaccionan cuando el oxígeno y el nitrógeno se someten a una alta presión y temperatura, un claro ejemplo de ello son las emisiones que producen los motores de combustión interna. El NOx contribuye a la acidificación de los océanos, ríos y lagos, entre otros. Según la OMI, de acuerdo con la Agencia Europea de Medio Ambiente (*European Environment Agency, EEA*), las concentraciones de NOx afectan también a la salud humana y pueden causar inflamación de las vías respiratorias (SETG-1, 2018).

Además, este tipo de emisiones son generadoras de la llamada *eutrofización antrópica* (exceso de nutrientes en los cuerpos acuíferos derivados de la contaminación por el hombre) y, por lo tanto, reducen la calidad del agua con los impactos que ello conlleva, tal como el aumento de su toxicidad con la consecuente disminución de su biodiversidad (SETG-1, 2018). De acuerdo con la OMI, se estima que el transporte marítimo internacional produce al año, alrededor de 19 millones de toneladas de NOx, ello representa al menos el 13% de las emisiones de este gas generadas por el hombre (IMO, 2015).

En el 2008 la OMI adoptó el *Código técnico relativo al control de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los motores diésel marinos* (Código NOx). Éste ha sido modificado en varias ocasiones, la primera de ellas fue en el 2012, mediante la Resolución MEPC.217(63), cuya entrada en vigor tuvo lugar el 1 de agosto de 2013. La segunda se realizó en el 2015 mediante la Resolución MEPC.251(66), en vigor desde el 1 de septiembre de 2015 (OMI, 2019). La última modificación a este Código, hasta el momento, se adoptó en la Resolución MEPC.317(74), el 17 de mayo de 2019 (IMO, 2019). Todos los motores diésel marinos, a los que se aplique la Regla 13 del Anexo VI del MARPOL, deben cumplir con las disposiciones de este Código.

### **Óxidos de azufre (SOx) y materia particulada (PM)**

Los SOx son compuestos de moléculas de azufre y oxígeno cuyas emisiones a la atmósfera resulta de la combustión del azufre que se encuentra en los combustibles fósiles y sus derivados. La exposición a este gas provoca deficiencia en el funcionamiento pulmonar, así como enfermedades respiratorias que dan como resultado la mortalidad prematura (SETG-1, 2018). Con respecto a las consecuencias ambientales, las emisiones de SOx son causantes también de la lluvia ácida. La OMI estima que el transporte marítimo internacional genera alrededor de 11 millones de toneladas de SOx, lo que representa el 12% de las



emisiones de este gas generadas por el hombre a nivel mundial (IMO, 2015). La mayor o menor cantidad de emisiones de SOx es directamente proporcional a la disponibilidad y a la calidad del combustible.

Por otra parte, la PM se refiere a una mezcla de partículas sólidas y líquidas existentes en el ambiente. Su formación está en función del ineficiente proceso de combustión, considerando la cantidad de aceite lubricante, la formación de ceniza y la cantidad de azufre en el combustible, es por ello que la emisión de PM siempre se asocia con la emisión de SOx. Según la OMI y de acuerdo con UNEP, la PM se absorbe por las vías respiratorias causando deficiencias pulmonares y provocando enfermedades cardíacas. Uno de los elementos de estas emisiones es el carbono negro, que acelera el derretimiento del hielo y de la nieve provocando, en consecuencia, el calentamiento global, ya que sin ellos disminuye el porcentaje del reflejo de la luz solar y aumenta la absorción de ésta, lo que se conoce como «*efecto albedo*» (SETG-1, 2018).

Las disposiciones existentes para la emisión de los SOx y PM se regulan en la Regla 14 del Anexo VI del Convenio MARPOL 73/78. Este artículo contempla, entre otras, disposiciones generales para el establecimiento de límites en el contenido de azufre en el combustible de los buques (MARPOL, 1997).

### **Disponibilidad y calidad del fueloil**

Más del 90% de la flota mercante mundial utiliza diésel como combustible. Sin embargo, el diésel utilizado en los buques es de una calidad mucho menor que la que se utiliza en los vehículos automotrices. Este tipo de combustible, conocido como *búnker*, es mucho más barato, ya que en realidad es un producto de desecho del proceso estándar de refinación del crudo, es literalmente el *fondo del tanque*. Debido a su baja calidad, incluso los motores marinos más modernos producen mayores emisiones que los vehículos automotores con propulsión a Diesel (Cullinane, et. al., 2014).

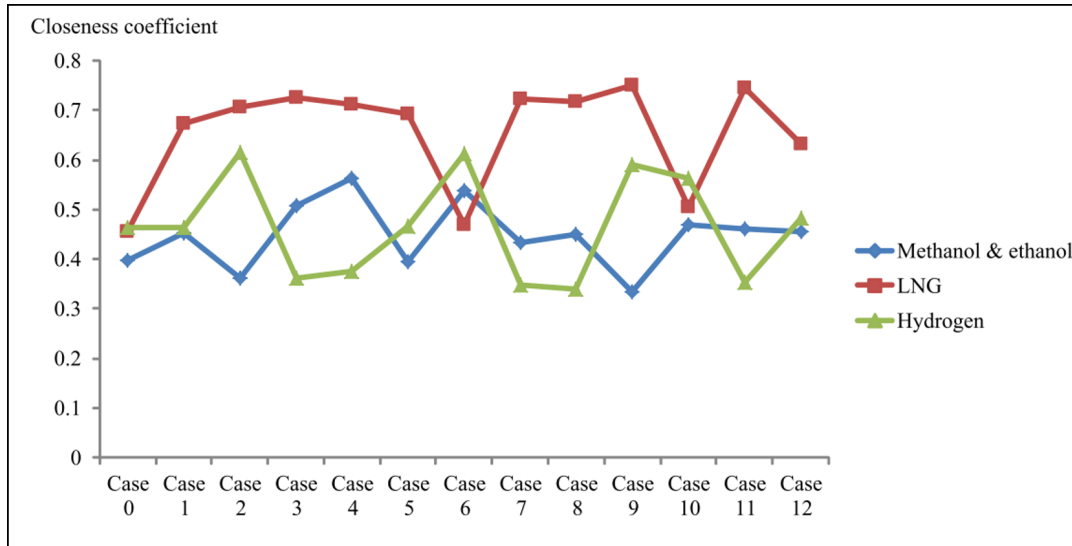
Los combustibles marinos son más pesados y viscosos que sus equivalentes en tierra, tradicionalmente con cadenas de carbono más largas y mayor contenido de azufre. Los tres combustibles marinos más utilizados son el gasóleo marino (*Marine Diesel Oil, MDO*); el combustible marino (*Marine Fueloil, MFO*) y el combustible pesado (*Heavy Fueloil, HFO*) (Pham, et. al., 2015). Además de la utilización de depuradores (*scrubbers*) para eliminar el contenido de azufre en los gases de escape, las embarcaciones existentes deben emplear, de manera alternativa, combustibles con menos de 0.5% de azufre, como el combustible pesado de azufre ligero (LSHFO), combustible destilado (diésel), gas natural licuado (LNG) o metanol (Lindstad, et. al., 2017).

Abadie, et. al., (2017) concluyen que la opción más redituable para disminuir la emisión de SOx a la atmósfera, para buques existentes, es el uso de depuradores. Sin embargo, la mejor opción para buques nuevos es, entre otros, el uso de motores Diesel marinos con bajo contenido de azufre. Ren, et. al., (2017) proponen el uso de combustibles alternativos en lugar del HFO. Estos incluyen el metanol y etanol, el LNG y



el hidrógeno. Los resultados muestran una mayor eficiencia y menor contaminación con la utilización de estos combustibles, siendo el LNG la opción más viable en la mayoría de los casos estudiados (Gráfica 1).

**Gráfica 1 Combustibles alternativos analizados**



Fuente: Ren, et, al., 2017, pág. 27.

En la práctica, grandes navieras como la francesa CMA CGM se encuentra renovando su flota mercante con buques que utilizan LNG como propulsión. Así, se anticipa con mucha seriedad y profesionalismo a las disposiciones de la OMI, que entraron en vigor el primero de enero de 2020, para reducir significativamente las emisiones de SOx a la atmósfera. En noviembre de 2017, la compañía CMA CGM decidió ser la primera naviera del mundo en equipar sus buques con propulsión LNG, por lo que ordenó la construcción de nueve portacontenedores de 23,000 TEU<sup>8</sup> cada uno. El primero de ellos, el *Jacques Saade*, se concluyó en el 2019 en el astillero *Hudong-Zhonghua* en China (a pesar de la contingencia del coronavirus). Este buque cuenta con 400 metros de eslora,<sup>9</sup> 61 metros de manga,<sup>10</sup> 16 metros de calado<sup>11</sup> y puede alcanzar velocidades hasta de 22 nudos<sup>12</sup> (CMA CGM, 2020).

A pesar de la diversidad de opciones de combustibles y costos que se ofrecen en el mercado y la indecisión de muchas navieras para inclinarse por “la mejor opción”, finalmente la compañía armadora CMA CGM decidió hacer una millonaria inversión para que sus nuevos buques fueran propulsados con LNG, argumentando los siguientes beneficios: Disminución de hasta un 20% en las emisiones de CO<sub>2</sub>, 99% menos

<sup>8</sup> Twenty-foot Equivalent Unit (TEU), es la capacidad de carga de un contenedor de un tamaño de 20 pies.

<sup>9</sup> Eslora, es la medida longitudinal de una embarcación desde la proa (parte delantera) a la popa (parte trasera).

<sup>10</sup> Manga, es la medida transversal del buque (el ancho del buque).

<sup>11</sup> Calado, es la distancia vertical entre un punto de la línea de flotación y la línea base o quilla (fondo del buque).

<sup>12</sup> Un nudo equivale a una milla náutica por hora (1.8 km/hora).





de SO<sub>x</sub> y 99% menos de PM y el 85 % menos de NO<sub>x</sub>. Argumenta también que el Índice de Diseño de Eficiencia Energética (EEDI) se mejora en un 20% en comparación con un buque que utiliza combustible pesado (HFO). Lo anterior, reduce la huella de carbono y mejora la calidad del aire para las poblaciones costeras y ciudades portuarias (CMA CGM, 2020).

Por otra parte, la compañía naviera danesa, Maersk, estableció un ambicioso objetivo de cero emisiones netas para el año 2040 y apuesta también por los combustibles alternativos, utilizando como una opción al combustible marino convencional y el combustible sintético metanol. La modernización de motores que funcionan con metanol es parte de su estrategia; están convencidos de que la propulsión con metanol puede ser una elección viable para la nueva construcción de buques (Maersk, 2024). Maersk hizo un pedido de 19 buques portacontenedores, de gran porte, con motores de combustible dual (diésel/metanol y/o amoniaco) con un costo aproximado de 220 millones de dólares cada uno. Con ello se incrementarían los costos operativos de los buques entre el 40 y el 60 por ciento. No obstante, la naviera está convencida que la transición de los combustibles fósiles y la reducción de gases a la atmósfera, por parte del transporte marítimo, es una realidad necesaria e inaplazable (DW Español, 2023).

La Regla 18 del Anexo VI del MARPOL 73/78, establece la obligación de regular a los proveedores de combustible dentro de la jurisdicción nacional a través de las autoridades competentes del Estado (MARPOL, 1997). El Estado debe identificar la dependencia que regule a los proveedores de combustible en el mismo, que no necesariamente requiere ser la Administración Marítima; podría ser una entidad dentro de la Secretaría de Energía como la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), que tiene la responsabilidad general de la regulación de la calidad del combustible.

Los Estados deben tomar todas las medidas razonables para promover la disponibilidad del combustible que se requiere para los buques. También se les obliga a tomar las medidas necesarias con los buques que no utilizan el combustible con la calidad que se requiere (debe cumplir con las normas establecidas en la Regla 18.3 del Anexo VI del MARPOL 73/78). Existe también la obligación de informar los casos en los que no se cumpla con esta disposición y actuar en consecuencia cuando se reciban informes de esta naturaleza. De igual manera, se incluyen obligaciones a los proveedores de combustible para documentar el contenido de azufre del combustible que provean (MARPOL, 1997).

Las embarcaciones sujetas a las Reglas 5 y 6 del Anexo VI del MARPOL 73/78, también deben registrar los detalles del combustible que se les proporciona a través de una nota de entrega de combustible (*Bunker Delivery Note, BDN*). El BDN debe entregarse al buque por el proveedor local de combustible y debe contener, al menos, la información que se especifica en las últimas disposiciones del Apéndice V de este Anexo (información que debe incluirse en la nota de entrega de combustible – Regla 18.5) (MARPOL, 1997).



La Regla 18.9 del Anexo VI del MARPOL 73/78 requiere también que el Estado se asegure de designar una autoridad o agencia apropiada para llevar a cabo el registro y el control de los proveedores de combustible. En el caso de México, ésta podría ser la ASEA. En tanto se cumple con las disposiciones de esta Regla, los buques pueden instalar depuradores que permitan capturar el SOx y la PM para reducir las emisiones de SOx a los límites máximos permisibles.

### **Depuradores (*scrubbers*)**

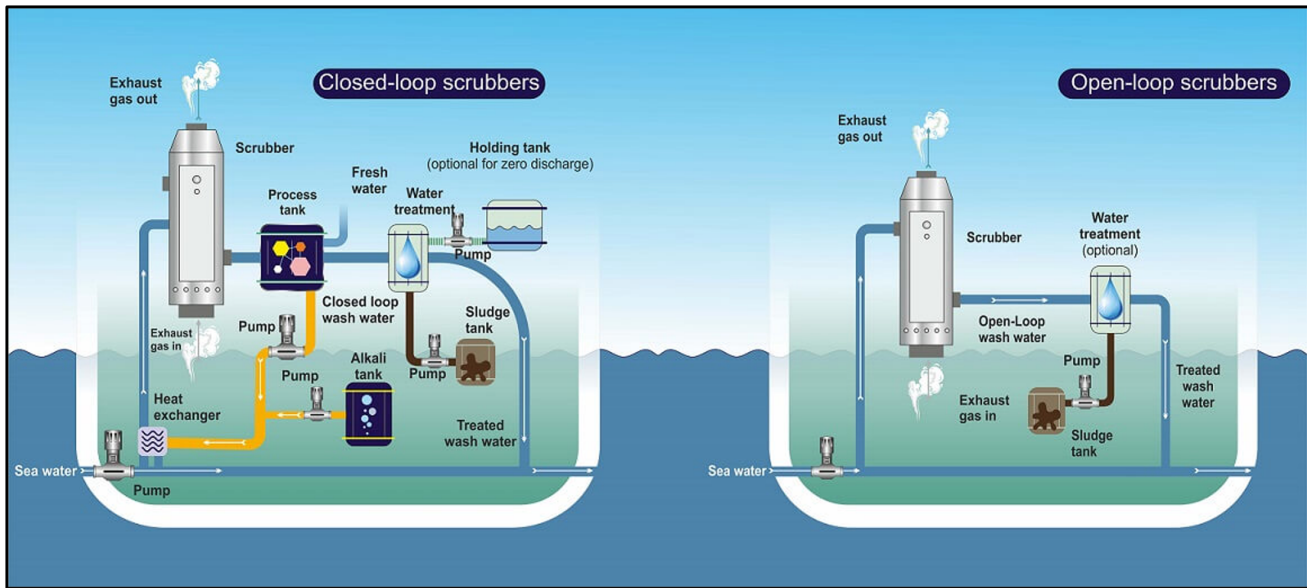
Entre las opciones existentes en el sector marítimo para reducir la emisión de SOx a la atmósfera se distinguen dos enfoques principales: uno para buques nuevos y el otro para buques existentes. Para buques nuevos, la mejor opción, de acuerdo con la compañía naviera francesa CMA CGM, es la propulsión con LNG. La instalación de *scrubbers* es la mejor opción costo-beneficio para buques existentes, ya que también permite eliminar la materia particulada en los gases de escape de los buques (Abadie, et. al., 2017).

La «Regla OMI 2020» implica que los buques pueden continuar utilizando combustibles con alto contenido de azufre solo si cuentan con sistemas de limpieza (*scrubbers*) de gases de escape. Lindstad (2017) argumenta que el uso de *scrubbers* podría ser una buena opción para buques existentes mayores. De igual manera, Panasiuk, et. al., (2015), consideran que la adquisición de esta tecnología, más que representar un gasto, es una inversión que permite contribuir con la reducción de emisiones de gases a la atmósfera.

Abadie, et. al., (2017), arguyen que la instalación de *scrubbers* tiene la ventaja de permitir el uso de combustible con alto contenido de azufre y reducir las emisiones de SOx hasta en un 98%. La función de un *scrubber* en una embarcación es eliminar el azufre en los gases de escape mediante el uso de agua de mar (Lindstad, et. al., 2017).

Existen tres tipos de *scrubbers*: De circuito abierto (*open loop*), que solo usa agua de mar; de circuito cerrado (*close loop*), que utiliza agua dulce mezclada con sosa cáustica; e híbrido, que es una combinación de los dos tipos anteriores (Ilustración 4). Invariablemente, al término de la vida útil de los *scrubbers*, éstos deben desecharse en instalaciones de recepción, específicamente empleadas para ese propósito (Abadie, et. al., 2017).

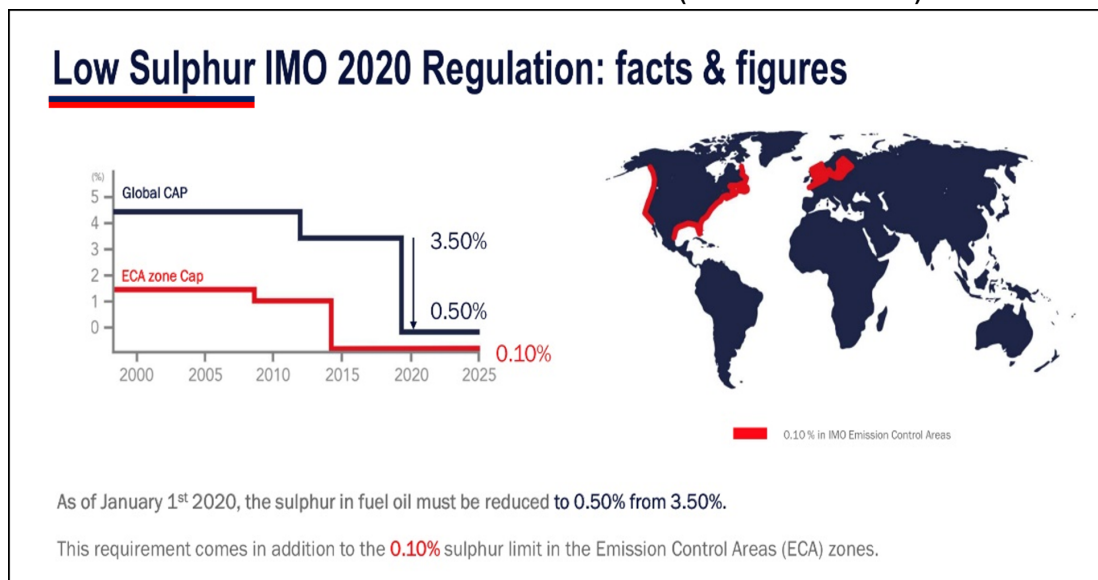
**Ilustración 4 Depuradores (scrubbers) de circuitos abierto y cerrado**



Fuente: NRP, 2022.

El MEPC de la OMI decidió, en su 70 período de sesiones, en octubre de 2016, reducir el contenido máximo de azufre de las emisiones de gases a la atmósfera por parte del transporte marítimo, del 3.5% m/m al 0.5% m/m a partir del primero de enero de 2020 (Lindstad, *et. al.*, 2017). La entrada en vigor de esta regla, conocida como la «Regla OMI 2020», representa una reducción de casi el 80% de las emisiones permisibles previas a esta fecha (Ilustración 5).

**Ilustración 5. Límites de emisiones de SOx (combustible marino)**



Fuente: NOVA, 2020.



Para muchos países, principalmente aquellos en vías de desarrollo, resulta muy complicado cumplir con estos estándares. Animah, *et. al.*, (2018) realizan un estudio en el que ejemplifica las dificultades que han existido en Ghana y Camerún para observar estas nuevas disposiciones. Argumentan que existen una diversidad de obstáculos que dificultan la disminución de SOx a la atmósfera por parte del transporte marítimo.

De igual modo, destacan las principales dificultades que encontraron para dar cumplimiento a la «Regla OMI 2020», entre ellas se encuentran: Falta de conocimiento y necesidad de capacitación adecuada, falta de legislación nacional para regular la emisión de gases a la atmósfera por parte de los buques nacionales y extranjeros, falta de mecanismos para verificar el cumplimiento de la normatividad, altos costos iniciales y de operación para reducir la cantidad de azufre en el combustible de los buques, dificultad para elegir el tipo de combustible apropiado, retos tecnológicos y falta de infraestructura adecuada, entre otros (Animah, *et. al.*, 2018).

A pesar de las dificultades e inconvenientes que ello representa, a Ghana le quedó claro que la disminución de emisiones de gases a la atmósfera es un compromiso irreversible, por lo que decidió aceptar el reto y vincularse a las disposiciones del Anexo VI del MARPOL 73/78. No ha sucedido lo mismo con Camerún que, al igual que México, sigue todavía sin comprometerse al cumplimiento de esta normatividad internacional (IMO, 2024).<sup>13</sup> La diferencia estriba en que, mientras Camerún apenas alcanza los 16,500 km<sup>2</sup> de ZEE, México cuenta con más de 3.2 millones de superficie jurisdiccional marítima, por mencionar un ejemplo.

Zhu, *et. al.*, (2017) señalan que los buques en puerto contribuyen de manera importante a la contaminación atmosférica, principalmente en el caso de emisiones de PM. Exponen también un caso de estudio con un buque granelero tipo Panamax en el que se comparan ocho distintos enfoques prácticos para reducir las emisiones de PM, que se han utilizado con éxito tanto en buques como en automóviles; estos incluyen: Catalizadores a base de combustible, diésel emulsificado, combustible marino bajo en azufre, LNG, depuradores de gases de escape, filtro de partículas para diésel (*Diesel Particulate Filter, DPF*), catalizadores combinados (*Fuel Borne Catalyzt, FBC*) con DPF y combustible destilado combinado con DPF.

Tratándose de motores marinos, Di Natale, *et. al.*, (2015) proponen una serie de estrategias que no solo permiten reducir estas emisiones hasta en un 99%, sino que, de manera paralela, permiten optimizar el uso de combustible. Con el fin de garantizar la reducción de emisiones de PM es importante el establecimiento de políticas por parte del gobierno. Se deben considerar disposiciones que estimulen a las compañías

---

<sup>13</sup> Información actualizada al 18 de mayo de 2020.



navieras el uso de tecnologías que permitan lograr este objetivo, entre ellas se podrían incluir incentivos fiscales, subsidios y una política de impuestos preferenciales (Zhu, *et. al.*, 2017).

### **Zona de Control de Emisiones (ECA) para SOx y PM**

Las prescripciones aplicables a las ECA's para SOx y PM, también conocidas como SECA's, se regulan en la Regla 14.3 del Anexo VI del MARPOL 73/78. Las SECA's existentes hasta el momento en el mundo se encuentran ubicadas en el Mar Báltico, el Mar del Norte y en América del Norte y Mar Caribe de los EE.UU. En estas áreas, las reglas de emisiones de SOx a la atmósfera para buques son más estrictas que en otras áreas y no debe exceder del .1 % m/m.

Cullinane, *et. al.*, (2014) aseguran que la designación de ECA's en más regiones del mundo garantiza grandes beneficios socioeconómicos en relación con los retos ambientales, principalmente en áreas densamente pobladas. Enfatizan también la necesidad del establecimiento de políticas y medidas regulatorias, así como de una adecuada toma de decisiones, tanto del sector público y privado, que permitan la utilización de reducción catalítica selectiva (SCR) y LNG, en sustitución del amoníaco y del metano, por ejemplo.

### **Compuestos orgánicos volátiles (VOC)**

Los VOC son productos químicos, a base de carbono, que se evaporan con facilidad a temperatura ambiente y tienen la capacidad de reaccionar para formar ozono a nivel del suelo. Se dividen en VOC sin metano (VOCNM) y metano (CH<sub>4</sub>). Estas emisiones tienen lugar en los buques cuando el combustible se evapora, lo que ocurre en el momento de su carga, almacenamiento, transporte y descarga. Las emisiones de CH<sub>4</sub> se vinculan principalmente con los buques que utilizan LNG como combustible y ocurren como resultado de la ventilación de tanques y fugas de metano durante la combustión incompleta del gas (SETG-1, 2018).

### **Ámbito de aplicación, evolución y estatus del Anexo VI del Convenio MARPOL 73/78**

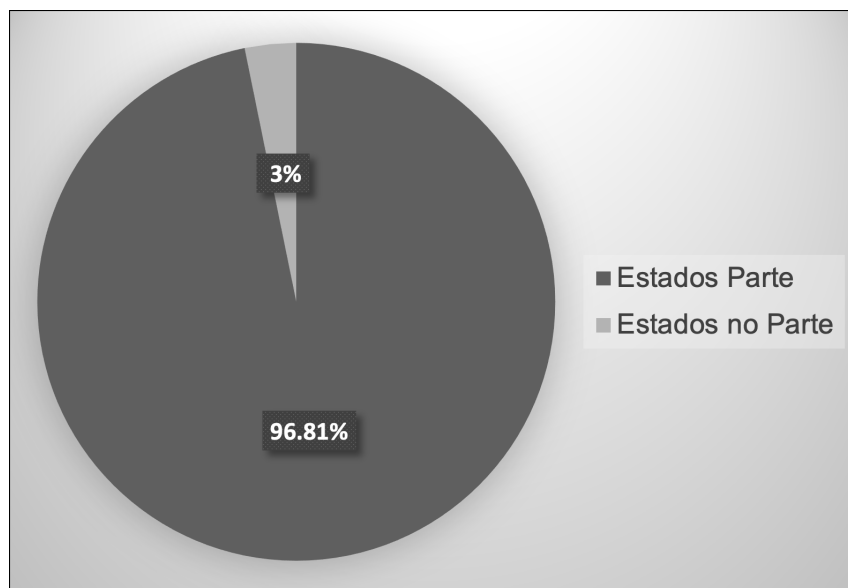
El Convenio MARPOL 73/78 contempla un ámbito de aplicación general que, en la práctica, incluye a «todos los buques». De igual manera, cada uno de sus Anexos observa un ámbito de aplicación particular. De acuerdo con la Regla 1 del Anexo VI, su aplicación regula, con algunas excepciones, también a «todos los buques» (MARPOL, 2017). En términos generales, las excepciones y exenciones se realizan para dar tiempo a algunos de los buques a realizar las adecuaciones que les permita contar con la tecnología necesaria de reducción y control de emisiones.

*Kopela* (2017) hace una evaluación de las medidas adoptadas por la OMI para prevenir la emisión de gases a la atmósfera por parte de los buques y exalta la activa participación de este organismo internacional para mejorar la eficiencia energética y garantizar un transporte marítimo sostenible y libre de emisiones para el

futuro. Eventualmente, todos los buques, sin excepción, deben cumplir con las disposiciones del Anexo VI del MARPOL 73/78. Esta advertencia no es nueva, existe por parte de la OMI desde 1991, año en el que adoptó la Resolución A.719 (17)<sup>14</sup>. Desde ese año, la adopción de tales medidas ya era urgente (IMO, 1991). Sin embargo, en algunos países, como México, parece no advertirse así hasta la fecha.

Citado Anexo cuenta actualmente con 105 Estados Parte, lo que representa el 96.81% del tonelaje bruto de la flota mercante mundial (IMO, 2024, pág. 187)<sup>15</sup>. México forma parte del tres por ciento del tonelaje bruto de la flota mercante mundial de los países que todavía no son parte de este importante instrumento internacional (Gráfica 2). Lo anterior, a pesar de ostentarse como uno de los países que están a la vanguardia en materia de control de emisiones de gases a la atmósfera. Posiblemente así sea en la parte continental del territorio, pero hasta el momento, no es así en la parte marítima.

**Gráfica 2 Estatus actual del Anexo VI del Convenio MARPOL 73/78**



Fuente: Elaboración propia con información de IMO (2024).

### Instalaciones de recepción portuaria

Los Anexos I, II, IV, V y VI del Convenio MARPOL 73/78 contemplan disposiciones para designar algunas regiones marítimas como *zonas especiales*. Para distinguir estos espacios marítimos se requiere cumplir con ciertos requisitos. Por ejemplo, de acuerdo con el Anexo I (Regla 1.10) del MARPOL 73/78, por *zona especial* se entiende:

<sup>14</sup> Prevención de la contaminación atmosférica procedente de los buques.

<sup>15</sup> La OMI cuenta en la actualidad con 176 Estados miembros y tres países asociados (Faroos, Hong Kong, Macao). Información actualizada al 8 de mayo de 2024 (IMO, 2024).



Cualquier extensión de mar en la que, por razones técnicas reconocidas en relación con sus condiciones oceanográficas y ecológicas y el carácter particular de su tráfico marítimo se hace necesario adoptar procedimientos especiales obligatorios para prevenir la contaminación del mar por hidrocarburos (MARPOL, 2017, pág. 42).

Esta misma definición se incluye en los Anexos II (Regla 1.7) y V (Regla 1.3) refiriendo a la prevención de la contaminación marina por sustancias nocivas líquidas y por basuras, respectivamente. De manera similar, el Anexo VI (Regla 2.11), en específico, refiere a la *Zona de Control de Emisiones* ya mencionada (Tabla 1).

**Tabla 1 Zonas especiales de acuerdo con el Convenio MARPOL 73/78**

<b>Anexo I (hidrocarburos)</b>	<b>Anexo II (sustancias nocivas líquidas)</b>	<b>Anexo IV (Aguas sucias)</b>	<b>Anexo V (basuras)</b>	<b>Anexos VI (contaminación atmosférica por buques)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mar Mediterráneo</li> <li>• Mar Báltico</li> <li>• Mar Negro</li> <li>• Mar Rojo</li> <li>• Zona de los Golfos</li> <li>• Golfo de Adén</li> <li>• Zona del Antártico</li> <li>• Aguas noroccidentales de Europa</li> <li>• Zona de Omán del Mar Árabe</li> <li>• Aguas meridionales de Sudáfrica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona del Antártico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mar Báltico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mar Mediterráneo</li> <li>• Mar Báltico</li> <li>• Mar Negro</li> <li>• Mar Rojo</li> <li>• Zona de los Golfos</li> <li>• Mar del Norte</li> <li>• Zona del Antártico</li> <li>• Región del Golfo de México y Mar Caribe</li> </ul>	<p><b>NECA's</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• América del Norte</li> <li>• Mar Caribe de los EE.UU.</li> </ul> <p><b>SECA's</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mar del Báltico</li> <li>• Mar del Norte</li> <li>• América del Norte</li> <li>• Mar Caribe de los EE.UU.</li> </ul>

Fuente: Actualización de Cerda R. E., (2003, pág. 21) con información de OMI (2024).

El Anexo VI del MARPOL 73/78 demanda también de instalaciones de recepción en los puertos con el fin de depositar los desechos que pudiera traer el buque, en este caso se trata de los *scrubbers* que ya cumplieron con su vida útil.

Con el fin de asistir a los gobiernos, entre otros, a conocer el estatus de las instalaciones de recepción en los distintos puertos del mundo, la OMI creó, desde el 2005, una base de datos conocida como Sistema Mundial Integrado de Información Marítima (*Global Integrated Shipping Information System, GISIS*) (IMO, 2024). Esta base de datos cuenta con un módulo exclusivo para conocer la situación de todas las instalaciones de recepción portuaria,<sup>16</sup> así como las notificaciones que todos los Estados miembros deben realizar a la OMI en el marco del Anexo VI del MARPOL 73/78.

<sup>16</sup> En el caso de las instalaciones de recepción portuaria a las que refiere el Anexo VI se contemplan dos tipos de desechos: Las sustancias que agotan la capa de ozono (*ozone-depleting substances*) y los residuos de limpieza de gases de escape (*exhaust gas-cleaning residues*). Ninguna de las terminales de los puertos de México cuenta con este tipo de instalaciones (IMO, 2024).



Con excepción del Anexo V, que considera a la Gran Región del Caribe y el Golfo de México como un área especial, ninguna otra área en México se ha considerado de esta manera por el resto de los Anexos. Lo anterior, por no contar con instalaciones portuarias adecuadas para la recepción de desechos (hasta la fecha).

### **Eficiencia energética de los buques**

El Capítulo 4 del Anexo VI del MARPOL 73/78 establece las reglas sobre la eficiencia energética de los buques las cuales aplican, con algunas excepciones, a todas las embarcaciones iguales o mayores a 400 unidades de arqueo bruto (Regla 19). Los buques dedicados solo a realizar navegación de cabotaje están excluidos del ámbito de aplicación de este capítulo. No obstante, es obligación del Estado garantizar, mediante la adopción de medidas adecuadas, que dichos buques se construyan y operen de manera consistente con los requisitos de las disposiciones de éste en la medida en que sea factible y razonable (MARPOL, 1997). Este capítulo regula también el EEDI obtenido y prescrito en las Reglas 20 y 21 respectivamente, tanto para buques nuevos como para buques existentes, que hayan sufrido alguna modificación importante cuya magnitud pudiera incluso considerar al buque como de nueva construcción (MARPOL, 1997).

Jia, *et. al.*, (2017) analizaron más de 5,000 viajes de 483 buques petroleros (*Very Large Crude Carrier, VLCC*) entre 210 puertos de 44 diferentes países. Observaron que los buques que operan con una política de orden de llegada, es decir, después de que el buque llega a las inmediaciones de un puerto, debe todavía *hacer fila*, fondear durante tres o cuatro días y esperar turno hasta que se le asigna un puesto de atraque. Según este estudio, el tiempo promedio que el buque permanece fondeado es aproximadamente el 20% de la totalidad del viaje, sin importar el tiempo que éste dure. De esta observación se alude al concepto de política de arribo virtual (*Virtual Arrival Policy, VAP*). Mediante éste se identifica la demora en el próximo puerto y se programa la velocidad que debe adoptar el buque para que llegue en el momento preciso al siguiente puerto sin tener la necesidad de fondear. Ello implica una reducción de velocidad del buque, lo que permite una significativa reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> (Jia, *et. al.*, 2017).

La capacidad que un buque tiene para regular su velocidad se encuentra también en función de otros factores, por ejemplo, las condiciones meteorológicas y las cláusulas del contrato de fletamento. En cualquiera de los casos, en los buques petroleros, la velocidad no debe ser menor de siete nudos, de lo contrario disminuye la eficiencia de la máquina y compromete la adecuada lubricación de sus cilindros, ello provoca la acumulación de hollín y el riesgo de incendio en el cuarto de máquinas (Jia, *et. al.*, 2017). Como puede apreciarse, aunque una reducción de la velocidad del buque disminuye significativamente la reducción





de emisiones de CO<sub>2</sub>, ésta no es una solución sencilla y necesariamente demanda del uso de tecnología y de una política adecuada que permita una mejor eficiencia energética de los buques.

Ančić, *et. al.*, (2018) añaden que la industria marítima se encuentra bajo mucha presión para reducir su impacto ambiental. Ello demanda la actualización de las políticas existentes, así como la introducción de sistemas innovadores de energía para los buques. La dinámica en que el Anexo VI de MARPOL 73/78 se actualiza para cumplir con estos retos ambientales urge la incorporación de políticas nacionales que permitan hacer frente a estos nuevos desafíos.

A partir del 1 de enero de 2013, todos los buques deben contar con un Certificado Internacional de Eficiencia Energética (IEE). Para obtener este certificado, es necesario primeramente cumplir con los requisitos del EEDI y su Plan de Gestión de Eficiencia Energética del Buque (SEEMP). A diferencia del SEEMP, que es una medida operativa para mejorar la eficiencia energética de todos los buques iguales o mayores de 400 unidades de arqueo bruto que realizan viajes internacionales, el EEDI es una medida técnica y solo puede implantarse en buques nuevos o modificados. Algunos países van todavía «más allá» de los estándares mínimos que establece la OMI con el fin de eliminar, en su totalidad, las emisiones de gases a la atmósfera mediante el diseño de buques de propulsión eléctrica.

### **Buques de propulsión eléctrica**

Existen algunos países como Finlandia y Noruega, entre otros, que iniciaron ya con el uso de transbordadores o ferris eléctricos de navegación de cabotaje que realizan distancias cortas entre sus puertos. En Noruega, por ejemplo, hay 130 conexiones con un total aproximado de 200 transbordadores. En 2015, la compañía noruega *Norled* lanzó el primer ferry totalmente eléctrico del mundo, el *MF Ampere*. Este buque, de 80 metros de eslora realiza, silenciosamente, más de 30 viajes al día y sin emisiones a la atmósfera en el fiordo *Sognefjord*, en una ruta de seis kilómetros entre los puertos de *Lavik* y *Oppedal* (Infineon, 2024).

Los puertos cuentan también con una central eléctrica y la infraestructura necesaria para cargar brevemente durante el día las baterías del ferry en cada estación y, totalmente, durante la noche. Este buque, construido de aluminio, pesa solo la mitad del peso de un ferry convencional, a pesar del peso de la batería, de más de diez toneladas. Ello permite el ahorro de un millón de litros de combustible diésel cada año con costos operativos de aproximadamente 80% por debajo de las embarcaciones no equipados con esta tecnología (Infineon, 2024).

El gobierno de Noruega quiere eliminar para siempre el uso de transbordadores de combustible diésel. De acuerdo con el secretario de Estado, *Atle Hamar de Venstre*, para 2025 todos los transbordadores de automóviles de Noruega serán eléctricos (Norwaytoday, 2024).



### **Aprovisionamiento de energía eléctrica a buques desde tierra (*Cold ironing*)**

Un tema que no regula la OMI pero que tiene una estrecha relación con la disminución de las emisiones de gases a la atmósfera por parte de los buques, cuando se encuentran en puerto, es el aprovisionamiento de energía eléctrica desde tierra. Este mecanismo se conoce también como *Alternative Maritime Power (AMP)*, *Shore-to-Ship Power (SSP)* or *Cold Ironing (CI)*, términos en inglés que se utilizan de forma indistinta.

La utilización de infraestructura de tierra para proporcionar energía eléctrica a un buque cuando está en puerto es, en la mayoría de los casos, una práctica común para los buques de guerra, por el tiempo prolongado que permanecen en un muelle. Sin embargo, no ocurre así para los buques mercantes que, en la actualidad, solo se quedan en puerto por algunas horas. La conexión de un buque a tierra evita la emisión de SOx mientras permanece en puerto. Sin embargo, hasta el momento representa una serie de complicaciones e impactos que están aún por resolverse, principalmente en los países en vías de desarrollo.

### **Impactos que representa para México adherirse al Anexo VI del MARPOL 73/78**

Como ya se mencionó, de acuerdo con las normas de derecho internacional, un Estado no puede justificar el incumplimiento de un tratado aludiendo a su derecho interno<sup>17</sup> (CVDT, 1969). En este sentido el artículo primero, fracción primera, del Convenio MARPOL 73/78 lo deja perfectamente claro:

Las Partes se comprometen a cumplir las disposiciones del presente Convenio y de aquellos anexos por los que estén obligadas, a fin de prevenir la contaminación del medio marino provocada por la descarga de sustancias perjudiciales, o de efluentes que contengan tales sustancias, en transgresión del Convenio (MARPOL, 2017, pág. 9).

En otras palabras, si **México** tiene la intención de adherirse al Anexo VI del MARPOL 73/78, **debe adecuar primero su legislación nacional**. De no hacerlo así, se estaría en completa desarmonización y violación de este artículo. El artículo cinco de este mismo Anexo establece también que solo aquellos Estados que ya sean parte del Convenio MARPOL 73/78, lo podrán ser también de su Anexo VI. En este sentido México no tiene problema, puesto que ya es parte de este Convenio desde febrero de 1992.

Los Estados que no firmaron el Anexo VI en el momento en que estuvo abierto para su firma (de 1997 a 1998) como en el caso de México, solo pueden ser Parte del mismo mediante el depósito de un instrumento de adhesión ante la OMI. Ésta es la única manera jurídicamente viable para México, en este momento, si decidiera vincularse a las disposiciones de este Anexo. Si así fuera el caso, el Estado mexicano debe verificar previamente que existan las adecuaciones jurídicas necesarias en la legislación nacional para estar preparado a su cumplimiento y efectiva ejecución ya que, a diferencia de otros instrumentos de la OMI, el Anexo VI del MARPOL 73/78 no es un instrumento autoejecutable.

---

<sup>17</sup> El artículo 27 de la Convención de Viena sobre el Derecho de los Tratados (El derecho interno y la observancia de los tratados), establece que: "Una parte no podrá invocar las disposiciones de su derecho interno como justificación del incumplimiento de un tratado..." (CVDT, 1969, pág. 10).



El impacto de adherirse al Anexo VI del MARPOL 73/78 no solo debe limitarse a la adecuación y actualización de la legislación nacional en materia de emisiones a la atmósfera por parte del transporte marítimo, también debe considerar el análisis costo-beneficio asociado a su cumplimiento. Este proceso requiere de la participación de las distintas dependencias de la administración pública federal con atribuciones en materia marítima, así como de los armadores de los buques y otras partes interesadas.

### **Estudios y acciones realizadas en México**

Si bien es cierto todos los capítulos y apéndices del Anexo VI de MARPOL 73/78 contienen requisitos obligatorios que requieren ser incorporados en la legislación nacional para su efectiva implantación, no todos los apéndices son de naturaleza técnica. Por lo tanto, de acuerdo con la OMI, no requieren incorporarse a la legislación nacional para dar efecto a sus disposiciones. Tal es el caso del Apéndice III de este Anexo que se ocupa de los criterios y procedimientos para la designación de una Zona de Control de Emisiones (*Emission Control Area/ECA*) y que no requiere de acciones legislativas para su implantación (SETG-2, 2018).

A pesar de ello, los estudios y acciones que ha realizado México para vincularse al Anexo VI del MARPOL 73/78 han sido precisamente contrarias a lo que dispone la OMI. Sus esfuerzos se concentraron en el establecimiento de una ECA, sin antes considerar los requisitos obligatorios que se demandan en este Anexo para incorporarlos en la legislación nacional. La razón del porque México lo hizo «al revés» fue para cumplir con un compromiso político regional con los Estados Unidos de América (EE.UU.) y Canadá, para que la ECA de América del Norte se extendiera hasta aguas de jurisdicción mexicana<sup>18</sup>. No existe hasta el momento una política o una estrategia nacional que puntualmente señale o que considere la necesidad de hacerlo. A diferencia de los países antes mencionados, que ya tenían hecha su legislación nacional para dar efecto a las disposiciones del Anexo VI del MARPOL 73/78, México no tenía y, de hecho, sigue sin contar con legislación específica en la materia ni con una estrategia vinculada a ella.

Estos países se prestaron a apoyar a México, en el marco de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA),<sup>19</sup> con el fin de que su ECA se extendiera no solo a sus aguas, sino también a las aguas de jurisdicción mexicana. Esta zona se extiende, al igual que la Zona Económica Exclusiva (exceptuando la de las islas) hasta las 200 millas náuticas.

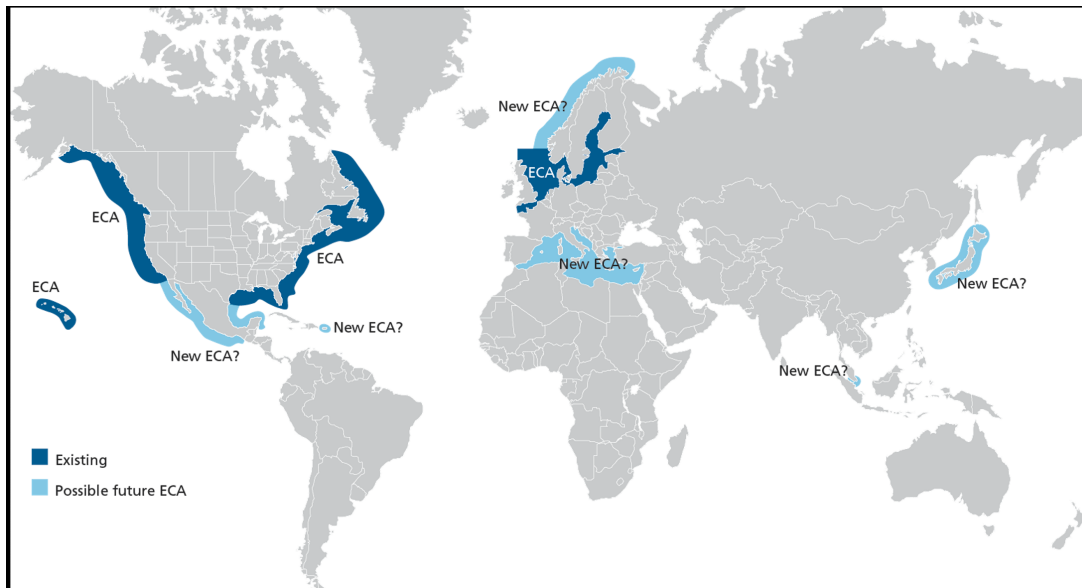
---

<sup>18</sup> Canadá y los EE.UU. cuentan con su propia ECA desde el 2010.

<sup>19</sup> Esta Comisión tiene su sustento en el artículo ocho del Acuerdo de Cooperación Ambiental entre México-EE.UU.-Canadá y se suscribió en 1993 considerando los objetivos ambientales del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLC) (CCA, 1993).

En la Ilustración 6 se aprecia la intención que EE.UU. y Canadá tenían para que México tuviera también su ECA como una extensión de la ECA de América del Norte. Ésto no ha sido así hasta el momento por las interesantes razones que se explican a continuación.

**Ilustración 6 ¿Establecimiento de una ECA en aguas de jurisdicción mexicana?**



Fuente: INTERTAKO, 2014.

En el marco de la CCA se llevaron a cabo una serie de reuniones para establecer una ECA en México,<sup>20</sup> todas ellas sin ningún resultado objetivo (CCA, 1993). Para estar en posición de realizar la propuesta de una ECA en aguas de jurisdicción mexicana se realizaron, con el apoyo de los EE.UU. y Canadá, los siguientes estudios:

1. Reducción de emisiones generadas por el movimiento de bienes en el transporte marítimo en América del Norte - Evaluación de los efectos de las emisiones de buques en México (CCAa, 2018);
2. Reducción de emisiones generadas por el movimiento de bienes en el transporte marítimo en América del Norte - Directrices técnicas para la actualización del inventario nacional mexicano de emisiones de buques y el acopio de la información pertinente disponible de Canadá y Estados Unidos (CCAb, 2018);
3. Reducción de emisiones generadas por el movimiento de bienes en el transporte marítimo en América del Norte - Actualización de datos de emisiones en puertos mexicanos (CCAc, 2018);

<sup>20</sup> Estas reuniones tuvieron lugar, tanto en México como en Canadá, el 19 de mayo de 2015, el 18 de mayo de 2016, el 24 de enero de 2017 y del 25 al 27 de abril de ese mismo año, así como del 19 al 23 de marzo de 2018 (posterior a ello las reuniones quedaron "suspendidas" por el cambio de administración en México. Éste continúa siendo un tema inconcluso hasta la fecha.



4. Reducción de emisiones generadas por el movimiento de bienes en el transporte marítimo en América del Norte/Los combustibles en una Zona de Control de Emisiones (ZCE) mexicana: efectos en costos y suministro, 2030 (CCAd, 2018);
5. Evaluación de la comparabilidad de datos sobre DDPC, DFPC y BPC coplanares en la atmósfera obtenidos por las redes de monitoreo atmosférico de América del Norte (CCA, 2013);

Estos estudios se hicieron en la región de América del Norte para el establecimiento de una ECA de acuerdo con los requisitos de la OMI. Incluso se trabajó en la elaboración de una estrategia para la instrumentación del Anexo VI del MARPOL 73/78 y el establecimiento de una ECA en México (CCA, 2017). En este borrador de estrategia se advierte de la importancia de adecuar la legislación nacional antes de vincularse a las disposiciones de este Anexo. Sin embargo, hasta la fecha, la legislación nacional permanece aún sin cambios en el marco de lo que dispone este instrumento internacional.

A pesar de lo anterior, con fecha 14 de mayo de 2019, la entonces Senadora de la República, por parte del Partido Revolucionario Institucional (PRI), Cora Cecilia Pinedo Alonso, en el marco del artículo 76 fracción primera, párrafo segundo, de la CPEUM hizo una:

Proposición con punto de acuerdo por el que se exhorta al Ejecutivo Federal a enviar al Senado de la República, el Anexo VI, titulado: "Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por buques", del Convenio internacional para prevenir la contaminación por buques (MARPOL), para su análisis y en su caso aprobación (Senado de la República, 2019, pág. 1).

No obstante, en esta propuesta se observan una serie de inconsistencias, evidentes para quién conoce del tema. Por ejemplo, la propuesta refiere que "el Convenio MARPOL73/78 consta de 2 Protocolos" (Senado de la República, 2019, pág. 2). Sin embargo, omite mencionar el tercer Protocolo, que se adoptó en 1997, y que es precisamente el que incorpora el Anexo VI de este instrumento internacional. Más adelante, se contradice refiriendo que "el Convenio anteriormente mencionado fue modificado por el Protocolo de 1997, mediante el cual se añadió un Anexo VI" (Senado de la República, 2019, pág. 4).

Esta acotación se hace de manera precisa por la OMI en su Guía 2 para la incorporación del Anexo VI del MARPOL a la legislación nacional (SETG-2, 2018). En este documento, la OMI precisa lo siguiente: "Después de la adopción del Protocolo de 1997, se decidió no agregar '97' a MARPOL 73/78 sino referirse al Convenio como MARPOL, sin ninguna referencia a un año" (SETG-2, 2018, pág. 1).

De igual manera, en la fecha en que se hace la propuesta (mayo de 2019), el Anexo VI del MARPOL 73/78 contaba ya con cuatro capítulos, no con tres como lo refiere la misma. Este capítulo se incluyó en el 2008 y entró en vigor el 1 de julio de 2010. Así mismo, refiere a 19 reglas y 7 apéndices (Senado de la República, 2019, pág. 4). Sin embargo, en ese momento el Convenio contaba ya con 25 reglas y 8 apéndices. Lo anterior reflejó una total falta de familiarización sobre un tema que se estaba proponiendo legislar sin ni siquiera



conocer el instrumento internacional y sin primero plantear una propuesta específica de modificación a la legislación nacional.

Como si esto no fuera suficiente y ante el evidente desconocimiento y falta de adecuación a la legislación nacional, México anunció, con fecha 15 de mayo de 2019, su intención de enviar su propuesta a la OMI para establecer una ECA en aguas de jurisdicción nacional (CAI, 2018). La propuesta, de hecho, se envió a la OMI por conducto de la SRE. La respuesta de la OMI fue, obviamente, la esperada. Ningún Estado puede enviar una propuesta a la OMI para establecer una ECA si no es, en primera instancia, Parte contratante del Anexo VI del MARPOL 73/78. Una respuesta que puso en evidencia al Estado mexicano ante el desconocimiento del tema, a pesar de los lineamientos existentes desde 1997, por parte de referido organismo internacional.

## CONCLUSIONES

El cambio climático y la prevención de la contaminación atmosférica es un tema que, en la actualidad, es inevitable y cuya atención es imprescindible. Con la firma, ratificación o adhesión de tratados internacionales, el Estado mexicano se obliga al cumplimiento de sus disposiciones mediante la incorporación de éstas en su legislación nacional. De igual manera, cuando se hace referencia a las vías navegables mexicanas, necesariamente deben incluirse, en el orden jurídico nacional, los estándares internacionales que regulan a los buques y a los puertos. Ello es todavía más trascendental cuando el tema se vincula con los derechos humanos.

La prevención de la contaminación atmosférica es también un tema de derechos humanos que se regula en el artículo 4, párrafo quinto, de la Carta Magna de México, la cual dispone: “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar...” (CPEUM, 2024, pág. 7). La codificación de este artículo en la legislación nacional permite al Estado mexicano contar con los mecanismos jurídicos necesarios, al más alto nivel, para cumplir con sus compromisos internacionales en esta materia.

Estos compromisos incluyen, pero no se limitan, al cumplimiento de las disposiciones de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC), así como las correspondientes Conferencias de las Partes (COP), tal como el Protocolo de Kioto, 1997 (COP 3) y el Acuerdo de París, 2015 (COP 21). Así mismo, a los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) en materia ambiental.

La contaminación marina originada por los buques es un tema que regula la Organización Marítima Internacional (OMI) a través de distintos convenios. En México, el Reglamento de la Ley de Navegación y Comercio Marítimos (RLNCM) dispone de un mecanismo para el análisis y seguimiento de estos instrumentos. Lo anterior mediante el *Comité Auxiliar Interdisciplinario de Desempeño Ambiental Marítimo* y



*Portuario (CAIDAMP)*. Sin embargo, no se encontró evidencia de que este Comité se haya integrado alguna vez.

El Convenio más importante de la OMI en materia de contaminación marina es el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por Buques (MARPOL 73/78), el cual se compone de seis anexos que regulan la contaminación por: Hidrocarburos (Anexo I); sustancias nocivas líquidas transportadas a granel (Anexo II); sustancias perjudiciales transportadas por mar en bultos (Anexo III); aguas sucias (Anexo IV); basuras (Anexo V) y contaminación atmosférica originada por los buques (Anexo VI). El Estado mexicano se ha obligado ya al cumplimiento de los primeros cinco anexos, con excepción del Anexo VI.

El Anexo VI del Convenio MARPOL 73/78 se adoptó mediante un Protocolo en 1997 y entró en vigor a nivel internacional el 19 de mayo de 2005. Se compone de cinco capítulos y nueve apéndices que regulan las emisiones de los buques a la atmósfera, tales como: Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), sustancias que agotan la capa de ozono (ODS), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>), materia particulada (PM) y compuestos orgánicos volátiles (VOC). De igual manera, contempla disposiciones para el establecimiento de una Zona de Control de Emisiones para SO<sub>x</sub> (SECA's) y para NO<sub>x</sub> (NECA's), así como un Código NO<sub>x</sub>.

De acuerdo con la Regla 14.1 del Anexo VI del MARPOL 73/78, a partir del primero de enero de 2020 el contenido máximo de azufre de las emisiones de gases a la atmósfera por parte del transporte marítimo se redujo del 3.5% m/m al 0.5% m/m. Esta disposición, conocida también como la «Regla OMI 2020», representa una drástica reducción del 80% de las emisiones de SO<sub>x</sub> totales permisibles con anterioridad.

Adicionalmente, las reglas de emisiones de SO<sub>x</sub> a la atmósfera para los buques que navegan dentro de una Zona de Control de Emisiones (ECA), son aún más estrictas y no deben exceder del .10% m/m. Los buques a los que aplica el Anexo VI del MARPOL 73/78, que son prácticamente todos, simplemente no tienen permitido realizar comercio marítimo internacional si no se cumple con estas disposiciones y no pueden arribar a ningún puerto extranjero sin el riesgo de ser detenidos por las autoridades del Estado del puerto.

A la fecha, los países que se han obligado al cumplimiento del Anexo VI del MARPOL 73/78 representan alrededor del 97% del tonelaje bruto de la flota mercante mundial. México forma parte del tres por ciento del tonelaje bruto de la flota mercante mundial de los países que todavía no se adhieren al mismo. Tampoco cuenta con la adecuación del marco legal ni con la infraestructura marítima y portuaria para hacerlo. Las acciones que ha realizado México para vincularse al Anexo VI del MARPOL 73/78 han sido opuestas a lo que dispone la OMI. Sus esfuerzos se concentraron en el establecimiento de una ECA, solo para cumplir con compromisos políticos regionales con EE.UU. y Canadá, sin antes incorporarlos en la legislación nacional. Obviamente los resultados ante la OMI fueron, no solo comprometedores, sino infructuosos.



Esta situación originó propuestas legislativas sin sustento y, eventualmente, el rechazo de la OMI a la propuesta de México para el establecimiento de una ECA, sin estar primero vinculado al Anexo VI del MARPOL 73/78. Lo anterior refleja falta de conocimiento de las disposiciones de este instrumento internacional, la necesidad que tiene actualmente la Secretaría de Marina (SEMAR) de adecuar, a la brevedad, la legislación nacional a las disposiciones de este Anexo, así como al establecimiento de una política marítima integral para prevenir la contaminación atmosférica proveniente de los buques y de los puertos en México.





## GLOSARIO DE ACRÓNIMOS

AMN	Autoridad Marítima Nacional	11
AMP	Aprovisionamiento de energía eléctrica desde tierra	30
Anexo VI	Prevención de la contaminación atmosférica originada por los buques	13, 14, 15, 16, 17, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37
ASEA	Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos	20
BDN	Nota de entrega de combustible	20
BPC	Bifenilos policlorados	34
CAIDAMP	Comité Auxiliar Interdisciplinario de Desempeño Ambiental Marítimo y Portuario	10
CCA	Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte	32, 33
CO <sub>2</sub>	Bióxido de carbono	14, 15, 19, 24, 28, 29, 36
Cold Ironing (CI)	Aprovisionamiento de energía eléctrica desde tierra	30
CONVEMAR	Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar	9
COP	Conferencia de las Partes	6, 7, 36
CPEUM	Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	3, 34
DDPC	Dibenzo-p-dioxinas policloradas	34
DFPC	Dibenzofuranos policlorados	34
DOF	Diario Oficial de la Federación	3, 4
ECA	Zona de Control de Emisiones	24, 31, 32, 33, 34, 35, 37
EEDI	Índice de Diseño de Eficiencia Energética	19, 28, 29
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura	5
GHG	Gases de Efecto Invernadero	5, 7, 14, 15
GISIS	Sistema Mundial Integrado de Información Marítima	27
HFO	Combustible pesado	18, 19
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático	3, 6
LFRA	Ley Federal de Responsabilidad Ambiental	4
LGCC	Ley General de Cambio Climático	4, 7
LNG	Gas natural licuado	18, 19, 21, 23, 24
LRTAP	Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia	13
LSHFO	Combustible pesado de azufre ligero	18
MARPOL 73/78	Convenio Internacional para prevenir la Contaminación por Buques	1, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37
MEPCC	Comité de Protección al Medio Ambiente Marino	5, 9, 13, 16, 22
MFO	Combustible marino	18
NECA's	Zona de Control de Emisiones (óxidos de nitrógeno)	27, 36
NO <sub>x</sub>	Óxidos de nitrógeno	15, 16, 19, 36
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible	8, 14, 15, 36
OMI	Organización Marítima Internacional	5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 25, 27, 30, 31, 34, 35, 36, 37
ONU	Organización de las Naciones Unidas	6, 7, 8
PM	Materia particulada	15, 17, 19, 23, 24, 36
RLNCM	Reglamento de la Ley de Navegación y Comercio Marítimos	10, 13, 36
SCJN	Suprema Corte de Justicia de la Nación	2
SCR	Reducción catalítica selectiva	24
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes	11
SECA's	Zona de Control de Emisiones (óxidos de azufre)	24, 27, 36
SEEMP	Plan de Gestión de Eficiencia Energética del Buque	29
SEMAR	Secretaría de Marina	10, 11



SEMARNAT Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales	7, 10
SOx Óxidos de azufre	15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 30, 36, 37
SRE Secretaría de Relaciones Exteriores	6, 35
SSP Aprovechamiento de energía eléctrica desde tierra	30
UNEP Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente	3
UNESCO Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura	8
UNFCCC Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	4, 6, 7, 8, 36
VAP Política de arribo virtual	28
VOC Compuestos orgánicos volátiles	15, 24, 36
ZEE Zona Económica Exclusiva	23



## BIBLIOGRAFÍA

- Acuerdo de París. (12 de diciembre de 2015). Acuerdo de París. Paris, Francia. Obtenido de [https://unfccc.int/files/meetings/paris\\_nov\\_2015/application/pdf/paris\\_agreement\\_spanish\\_.pdf](https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish_.pdf)
- Animah, I., Addy-Lamptey, A., Korsah, F., & Sackey, J. (2018). Compliance with MARPOL Annex VI regulation 14 by ships in the Gulf of Guinea sub-region: Issues, challenges and opportunities. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 62, 441-455.
- Bouman, E. A., Lindstad, E., Rialland, A. I., & Strømman, A. (2017). State-of-the-art technologies, measures, and potential for reducing GHG emissions from shipping – A review. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 52, 408-421.
- CAI. (15 de mayo de 2018). México, listo para proponer una Zona de Control de Emisiones Marítimas: Clean Air Institute (CAI). Washington, DC, EE.UU.
- Cámara de Diputados. (febrero de 2007). Tratados Internacionales vigentes en México: relación de Legislaturas y/o Períodos Legislativos en que fueron aprobados (Cámara de Diputados, LX Legislatura). México.
- CCA. (1993). *Comisión para la Cooperación Ambiental*. Obtenido de Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte entre el Gobierno de Canadá, el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y el Gobierno de los Estados Unidos de América: <http://www.cec.org/es/acerca-de/ACCAN>
- CCA. (2013). Evaluación de la comparabilidad de datos sobre DDPC, DFPC y BPC coplanares en la atmósfera obtenidos por las redes de monitoreo atmosférico de América del Norte. Montreal, Canadá.
- CCA. (2017). Borrador de estrategia para la instrumentación del Anexo VI del MARPOL 73/78 y el establecimiento de una zona de control de emisiones (ECA) en México. México, México.
- CCAA. (2018). Reducción de emisiones generadas por el movimiento de bienes en el transporte marítimo en América del Norte: Evaluación de los efectos de las emisiones de buques en México. Montreal, Canadá.
- CCAb. (2018). Reducción de emisiones generadas por el movimiento de bienes en el transporte marítimo en América del Norte - Directrices técnicas para la actualización del inventario nacional mexicano de emisiones de buques y el acopio de la información pertinente di. Montreal, Canadá.
- CCAc. (2018). 3. Reducción de emisiones generadas por el movimiento de bienes en el transporte marítimo en América del Norte - Actualización de datos de emisiones en puertos mexicanos. Montreal, Canadá.
- CCAd. (2018). 4. Reducción de emisiones generadas por el movimiento de bienes en el transporte marítimo en América del Norte-Los combustibles en una zona de control de emisiones (ZCE) mexicana: efectos en costos y suministro, 2030. Montreal, Canadá.
- Cerda, R. E. (30 de August de 2003). Environmental Impact Assesment of Oil and Gas Exploration and Production in the Gulf of Mexico. Malmö, Scania, Sweden.
- Cerda, R. V. (2019). La Autoridad Marítima Nacional en el contexto marítimo internacional. En SEMAR-UNAM, *Derecho Marítimo Internacional* (pág. 716). México: Tirant lo Blanch México S. de R.L. de C.V.
- Chintoan-Uta, M., & Silva, J. R. (2016). Global maritime domain awarness: a sustainable development perspective. *WMU Journal of Maritime Affairs*, 16(1), 37-52.
- CMA CGM. (22 de March de 2020). CMA CGM. Obtenido de The CMA CGM JACQUES SAADE, the world's first 23,000 TEU powered by LNG: <https://cmacgm-group.com/en/launching-cmacgm-jacques-saad%C3%A9-world%27s-first-ultra-large-vessel-powered-by-lng>
- CMNUCC. (9 de mayo de 1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Nueva York, Estados Unidos de América.
- CONVEMAR. (1982). Convención de las naciones unidas sobre el derecho del mar. Montego Bay.
- CPEUM. (22 de marzo de 2024). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. México.
- CVDT. (22 de mayo de 1969). Convención de Viena sobre el derecho de los tratados. Viena, Austria.
- DEMAH. (16 de junio de 1972). Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano. Estocolmo, Suecia.



- Di Natale, F., & Carotenuto, C. (2015). Particulate matter in marine diesel engines exhaust: Emissions and control strategies. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 40, 166-191.
- DW Español. (6 de mayo de 2023). *Youtube*. Obtenido de Por qué la gran naviera Maersk apuesta por buques propulsados por metanol: <https://www.youtube.com/watch?v=6lrrddlhQnWU>
- Epicteto. (35 d.C.- 135 d.C.). *Manual para la Vida*. Pamukkale, Turquía.
- FAO. (15 de febrero de 2020). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de Fondo para el Medio Ambiente Mundial: <http://www.fao.org/climate-change/international-finance/global-environment-facility-gef/es/>
- IMO. (6 de November de 1991). Prevention of air pollution from ships (Resolution A.719 (17). London, United Kingdom.
- IMO. (2015). Third IMO GHG Study 2014, Executive Summary and Final Report. London, United Kingdom.
- IMO. (17 de mayo de 2019). Amendments to the technical Code on control of emissions of nitrogen oxides from marine diesel engines (NOx technical Code 2008). (Electronic Record Books and Certification requirements for SCR systems). London, UK, UK.
- IMO. (5 de junio de 2024). *International Maritime Organization*. Obtenido de Global Integrated Shipping Information System (GISIS): <https://gisis.imo.org/Public/Default.aspx>
- IMO. (5 de junio de 2024). *International Maritime Organization*. Obtenido de Member states: <https://www.imo.org/en/OurWork/ERO/Pages/MemberStates.aspx>
- IMO. (8 de May de 2024). Status of IMO treaties-Comprehensive information on the status of multilateral Conventions and instruments in respect of which the International Maritime Organization or its Secretary-General performs depositary or other functions. London, United Kingdom.
- Infineon. (5 de junio de 2024). *Infineon*. Obtenido de Why ships of the future will run on electricity: <https://www.infineon.com/cms/en/discoveries/electrified-ships/>
- IPCC. (6 de febrero de 2020). *IPCC*. Obtenido de About the IPCC : <https://www.ipcc.ch/about/>
- Jia, H., Adland, R., Vishnu, P., & Tristan, S. (2017). Energy efficiency with the application of Virtual Arrival policy. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 54, 50-60.
- Kopela, S. (2017). Making ships cleaner: Reducing air pollution from international shipping. *Review of European, Comparative & International Environmental Law*, 26(3), 231-242.
- LFRA. (20 de mayo de 2021). Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. México.
- LGCC. (1 de abril de 2024). Ley General de Cambio Climático. México.
- Lin, B., & Lin, C.-Y. (2006). Compliance with international emission regulations: Reducing the air pollution from merchant vessels. *Marine Policy*, 30(3), 220-225.
- LNCM. (07 de diciembre de 2020). Ley de Navegación y Comercio Marítimos. México.
- Maersk. (4 de junio de 2024). *MAERSK*. Obtenido de Maersk to pioneer first container vessel conversion to methanol dual-fuel engine: <https://www.maersk.com/news/articles/2023/06/21/maersk-to-pioneer-first-container-vessel-conversion-to-methanol-dual-fuel-engine>
- MARPOL. (1997). Anexo VI: Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques. *Convenio internacional para prevenir la contaminación por buques*. (O. M. (OMI), Ed.) México.
- MARPOL. (2017). MARPOL, edición refundida de 2017. En O. M. Internacional, *Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, modificado por los protocolos de 1978 y 1997* (pág. 511). Londres: OMI.
- Marten, B. (2011). The enforcement of shipping standards under UNCLOS. *WMU Journal of Maritime Affairs*, 10(1), 45-61.
- NABU. (2015). *NABU's campaign for a cleaner cruise industry*. Recuperado el 7 de agosto de 2018, de "This stinks! - Clean up cruise ships!": <https://en.nabu.de/issues/traffic/cruiseships.html>.
- Norwaytoday. (5 de junio de 2024). *Norwaytoday-small and big news from Norway*. Obtenido de All car ferries will be electric by 2025: <https://norwaytoday.info/finance/all-car-ferries-will-be-electric-by-2025/>
- NOVA. (1 de January de 2020). *IMO 2020 ReCap*. Obtenido de Low sulphur IMO 2020 regulation: <https://www.novalog.org/blog/2019-10-20-IMO-RECAP/>



- NRP. (30 de mayo de 2022). *North Ridge Pumps*. Obtenido de Scrubber Pumps Article: [https://www.northridgepumps.com/article-139\\_scrubber-pumps](https://www.northridgepumps.com/article-139_scrubber-pumps)
- NU. (1998). Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Nueva York, EE.UU.
- OMI. (5 de December de 2003). Resolution A.963(23). Adopted on 5 December 2003 (Agenda item 19). IMO policies and practices related to the reduction of greenhouse gas emissions from ships. London, United Kingdom.
- OMI. (27 de noviembre de 2019). *Organización Marítima Internacional*. Obtenido de Prevención de la contaminación atmosférica ocasionada por los buques: <http://www.imo.org/es/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Paginas/Air-Pollution.aspx>
- OMI. (27 de noviembre de 2019). *Organización Marítima Internacional*. Obtenido de Óxidos de nitrógeno (NOx) – Regla 13 : [http://www.imo.org/es/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Paginas/Nitrogen-oxides-\(NOx\)-%E2%80%93-Regulation-13.aspx](http://www.imo.org/es/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Paginas/Nitrogen-oxides-(NOx)-%E2%80%93-Regulation-13.aspx)
- OMI. (8 de febrero de 2020). *Organización Marítima Internacional*. Obtenido de Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL): [http://www.imo.org/es/about/conventions/listofconventions/paginas/international-convention-for-the-prevention-of-pollution-from-ships-\(marpol\).aspx](http://www.imo.org/es/about/conventions/listofconventions/paginas/international-convention-for-the-prevention-of-pollution-from-ships-(marpol).aspx)
- ONU. (4 de junio de 2024). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de Objetivo 14: Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/oceans/>
- ONU. (3 de junio de 2024). *United Nations Climate Change*. Obtenido de Secretario Ejecutivo: <https://unfccc.int/es/about-us/the-executive-secretary>
- Protocolo San Salvador. (1 de septiembre de 1998). Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en materia de Derechos Económicos, Sociales y Culturales "Protocolo de San Salvador" . San Salvador, El Salvador.
- RLNCM. (04 de 03 de 2015). Reglamento de la Ley de Navegación y Comercio Marítimos. Ciudad de México, México.
- SCJN. (3 de febrero de 2020). *Suprema Corte de Justicia de la Nación*. Obtenido de Semanario Judicial de la Federación: <https://sjf.scjn.gob.mx/sjfsist/Paginas/DetalleGeneralV2.aspx?ID=192867&Clase=DetalleTesisBL>
- SEMARNAT. (24 de noviembre de 2015). *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Obtenido de Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kioto.: <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/convencion-marco-de-las-naciones-unidas-sobre-el-cambio-climatico-y-su-protocolo-de-kioto-cmnucc>
- SEMARNAT. (4 de junio de 2024). *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Recuperado el 1 de febrero de 2020, de Principales cambios en la Ley General de Cambio Climático: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/principales-cambios-en-la-ley-general-de-cambio-climatico>
- Senado de la República. (14 de mayo de 2019). Proposición con punto de acuerdo por el que se exhorta al Ejecutivo Federal a enviar al Senado de la República, el Anexo VI, titulado: "Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por buques", del Convenio internacional para prevenir la c. México, México.
- SETG-1. (2018). GEF-UNDP-IMO GloMEEP Project and IMarEST, 2018: Ship Emissions Toolkit, Guide No.1, Rapid assessment of ship emissions in the national context. London, United Kingdom.
- SETG-2. (2018). GEF-UNDP-IMO GloMEEP Project and IMarEST, 2018: Ship Emissions Toolkit, Guide No.2: Incorporation of MARPOL Annex VI into national law. London, United Kingdom.
- Smith, H. D. (1995). The environmental management of shipping. *Marine Policy*, 19(6), 503-508.
- SOLAS. ('74). Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar. Londres.



- SRE. (28 de enero de 2020). *Secretaría de Relaciones Exteriores*. Obtenido de Tratados Internacionales: [https://aplicaciones.sre.gob.mx/tratados/muestratratado\\_nva.sre?id\\_tratado=1278&depositario=D](https://aplicaciones.sre.gob.mx/tratados/muestratratado_nva.sre?id_tratado=1278&depositario=D)
- UN. (3 de junio de 2024). *United Nations Treaty Collection*. Obtenido de Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change: [https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg\\_no=XXVII-7-a&chapter=27&clang=\\_en](https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVII-7-a&chapter=27&clang=_en)
- UNCC. (3 de junio de 2024). *United Nations Climate Change*. Obtenido de Conference of the Parties (COP): <https://unfccc.int/process/bodies/supreme-bodies/conference-of-the-parties-cop?page=0%2C0%2C0%2C2%2C0%2C0%2C0%2C0%2C0%2C0%2C0%2C0%2C0%2C0>
- UNFCCC. (2 de febrero de 2020). *United Nations Climate Change*. Obtenido de What is the Paris Agreement?: <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/que-es-el-acuerdo-de-paris>
- Wan, Z., el Makhloufi, A., Chen, Y., & Tang, J. (2018). Decarbonizing the international shipping industry: Solutions and policy recommendations. *Marine Pollution Bulletin*, 126, 428-435.
- Worldometer. (3 de junio de 2024). *Worldometer*. Obtenido de Población mundial: <https://www.worldometers.info/es/>
- Zhu, M., Li, K. X., Shi, W., & Lam, J. S. (2017). Incentive policy for reduction of emissions from ships: A case study of China. *Marine Policy*, 86, 253-258.