

**Documento de Síntesis**  
**“IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DEL SECTOR MARÍTIMO: EMISIONES**  
**ATMOSFÉRICAS”**

**RESUMEN**

Este documento ofrece una panorámica actual del problema, los convenios internacionales, las legislaciones supranacionales y nacionales puestas en vigor para atajar el problema, y los sectores industriales navales más afectados, especialmente el transporte marítimo y los astilleros.

**PARTICIPANTES**

**Relatores**

Rafael Gutiérrez Fraile  
Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos

Elena Seco García-Valdecasas  
Asociación Navieros Españoles

José Antonio Zarzosa Ceballos  
Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos.

**Colaboradores Técnicos**

Primitivo González López  
Universidad de A Coruña

Antonio Salamanca Giménez  
Universidad de A Coruña

Carlos Álvarez Cánovas  
Ingeniería y Desarrollo

**Coordinador**

Jesús Casas Rodríguez  
Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos

**OBJETIVOS DEL GRUPO**

**Objetivos generales**

Desde la convicción de que han de ser tomadas medidas para remediar los efectos negativos para el entorno y la salud humana derivados de algunas de las emisiones atmosféricas, se analizarán las repercusiones que sobre la competitividad y la explotación de los buques tendría una normativa que no afectara globalmente a todos los países involucrados con estas actividades, y, también, de que su entrada en vigor no fuera acompañada de las innovaciones tecnológicas económicamente

asumibles por los agentes involucrados, y que no afectaran negativamente sobre otros aspectos ambientales.

### **Objetivos específicos**

Exponer las principales emisiones que, producidas por las diversas actividades englobadas en el sector naval, con especial atención al transporte marítimo, y que o pueden producir la acidificación o eutrofización de los mares, ríos y lagos, de las costas. de los entornos portuarios, etc, afectan a la salud humana, a la producción de ozono troposférico, y a la disminución de la capa de ozono.

Exponer como el sector naval cuenta con los instrumentos jurídicos para afrontar este problema: los Convenios Internacionales que han entrado últimamente en vigor para disminuir estas emisiones hasta límites admisibles, especialmente el Anexo VI del Convenio Marpol. Asimismo, dar a conocer las distintas normas elaboradas también por la U.E. para disminuir la emisión de otros gases, o su total prohibición de uso, como en el caso de los halones.

Expondremos las distintas soluciones técnicas que ya se emplean o aún se investigan para poder cumplir la normativa sin perder competitividad, eficiencia y mantenimiento del empleo, que son los otros factores a tener en cuenta para un desarrollo sostenible de esta actividad.

## INDICE PRELIMINAR DEL GRUPO

### **Capítulo 1. Introducción**

### **Capítulo 2. Emisiones de CO2**

#### 2.1 Situación actual

- 2.1.1 Naturaleza y peligros del dióxido y el monóxido de carbono
- 2.1.2 Efecto Invernadero y el Cambio Climático
- 2.1.3 Emisiones de dióxido y monóxido de carbono desde buques

#### 2.2 Normativa aplicable

- 2.2.1 El Protocolo de Kyoto (1997)
- 2.2.2 La Unión Europea
- 2.2.3 El transporte marítimo

#### 2.3 Situación técnica del problema

- 2.3.1 General
- 2.3.2 Soluciones técnicas actuales adaptadas al transporte marítimo
  - 2.3.2.1 Buques.
  - 2.3.2.2 Máquinas propulsoras.
  - 2.3.2.3 Energía Nuclear
  - 2.3.2.4 Viento.
  - 2.3.2.5 Nuevas tecnologías y energías renovables.

#### 2.4 Impacto económico.

#### 2.5 Resumen y perspectivas.

### **Capítulo 3. Emisiones de SO2 y otros óxidos de azufre.**

#### 3.1 Situación actual.

#### 3.2 Normativa vigente.

- 3.2.1 Normativa Internacional.
- 3.2.2 Normativa Europea vigente.

#### 3.3 Situación Técnica.

- 3.3.1 Disponibilidad de combustibles de bajo contenido de azufre

- 3.3.2 Análisis de posibles alternativas.
  - 3.3.2.1 Seawater Scrubbing.
  - 3.3.2.2 Comercio y compensación de emisiones.
- 3.4 Impacto Económico.
  - 3.4.1 Aumento de los precios de los combustibles.
  - 3.4.2 Aplicación a un caso concreto.
- 3.5 Perspectivas.

#### **Capítulo 4. Emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) y Ozono (O3)**

- 4.1 Situación actual.
  - 4.1.1 Naturaleza y peligros de los óxidos de nitrógeno.
  - 4.1.2 Origen y causas de la producción de estos contaminantes.
  - 4.1.3 Ozono.
- 4.2 Normativa aplicable.
  - 4.2.1 Internacional.
  - 4.2.2 España y la Unión Europea.
  - 4.2.3 Normativas locales.
- 4.3 Situación técnica del problema.
  - 4.3.1 Variaciones en la inyección.
  - 4.3.2 Inyección de agua.
  - 4.3.3 Emulsiones de combustible con agua.
  - 4.3.4 Convertidores catalíticos.
  - 4.3.5 Otras tecnologías.
- 4.4 Impacto económico.
  - 4.4.1 Normativa actual.
  - 4.4.2 Para reducciones del orden del 50%.
  - 4.4.3 Para reducciones superiores al 80%.
- 4.5 Perspectivas.

#### **Capítulo 5. Emisiones de partículas primarias en suspensión.**

- 5.1 Situación actual del problema.
- 5.2 Normativa aplicable.
- 5.3 Situación técnica del problema.
  - 5.3.1 Chorreado con agua a alta presión.
  - 5.3.2 Equipos de chorreado con granalla sin producción de polvo.
- 5.4 Conclusión.

#### **Capítulo 6. Emisión de halones y de compuestos clorofluorcarbonados (CFCs).**

- 6.1 Situación actual.
  - 6.1.1 CFCs y halones: introducción, conceptos básicos.
  - 6.1.2 Empleo de halones y CFCs en los buques. Estimación de las emisiones.
  - 6.1.3 Los halones y CFCs y el problema del agotamiento de la capa de ozono.
- 6.2 Normativa.
  - 6.2.1 Convenios internacionales.
  - 6.2.2 Legislación Europea.
  - 6.2.3 Efectos de los acuerdos internacionales.
  - 6.2.4 Normativa marítima internacional. El Anexo VI del MARPOL.
- 6.3 Situación técnica. Nuevos productos.

#### **Capítulo 7. Emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles.**

## 7.1 Situación actual.

7.1.1 Los Compuestos Orgánicos Volátiles y sus efectos sobre el medio ambiente y la salud

7.1.2 Los Compuestos Orgánicos Volátiles de las cargas transportadas por el mar.

7.1.2.1 Las cargas incluidas en el Código de Productos Químicos.

7.1.2.2 Los crudos y productos de petróleo.

7.1.2.3 Los gases licuados que se transportan con relicuefacción.

7.1.2.4 Los gases licuados que se transportan permitiendo un grado limitado de vaporización.

7.1.3 Emisiones de compuestos orgánicos volátiles en astilleros.

## 7.2 Convenios y Normativa Internacional.

7.2.1 MARPOL.

7.2.2 La Unión Europea.

7.2.3 Otras normativas.

7.2.4 Influencias de los Acuerdos.

## 7.3 Conclusión

### ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL TEMA PROPUESTO

El Grupo de Trabajo 12, consciente de que una de las claves del futuro del sector marítimo será el fomento del respeto al medio ambiente y su apuesta por la contribución a que el conjunto de la sociedad pueda desenvolverse en un marco sostenible a largo plazo, ha elaborado el documento "Impacto medioambiental del sector marítimo: Emisiones atmosféricas", con el fin de dar a conocer y debatir, en el marco del VIII Congreso Nacional de Medioambiente, el esfuerzo de este sector en la mejora de la calidad del aire y en la disminución de la contaminación de los mares.

### DESCRIPCIÓN RESUMIDA DE LOS CONTENIDOS

Dentro del concepto de industrias marítimas o sector marítimo se incluyen:

- El transporte marítimo, tanto de carga como de pasajeros.
- Las industrias de servicios marítimos; remolques, tendido de cables y tuberías marinas, construcciones mar adentro, apoyo a plataformas e industrias mar adentro, investigación oceánica, dragado, lucha contra la contaminación, salvamento y rescate, entre otras.
- La pesca marítima.
- La acuicultura marítima.
- La extracción de recursos naturales de los fondos marinos; petróleo, gas y minerales.
- La generación de energías renovables en el mar aprovechando mareas, corrientes, viento y diferencias térmicas en el agua.
- La náutica deportiva y de recreo.
- La marina militar.
- La administración marítima; documentación, supervisión, certificación, inspección, formación profesional, vigilancia costera, ayudas a la navegación y control de tráfico, entre otras.

- La interfaz con la economía e industrias terrestres; puertos, telecomunicaciones y otros.
- Las industrias de apoyo a las anteriores; construcción naval, reparaciones navales, fabricación de equipos y otras industrias auxiliares.

En general, las actividades citadas incluyen no solamente las que se realizan en el mar, sino también aquellas que se realizan en las vías navegables que dan al mar, e incluso en aguas interiores de tamaño suficiente, aunque no estén conectadas con el mar.

Cada uno de estos sub-sectores tiene unas características propias y en muchos casos su relación con el desarrollo sostenible presenta dos caras; una positiva en la medida en que aprovecha eficazmente los recursos naturales y ayuda al conjunto de la sociedad a alcanzar un desarrollo sostenible, y otra negativa en la medida en que se impacta sobre el medio ambiente en forma de consumo de recursos naturales, vertidos, emisiones o derrames accidentales.

Según un reciente estudio sobre sociedades del pasado que colapsaron por haber destruido el medio natural en que se desarrollaban<sup>1</sup>, los principales problemas medioambientales a los que nos enfrentamos hoy son:

1. Destrucción acelerada del hábitat natural; bosques, humedales, arrecifes coralinos y fondos oceánicos.
2. Agotamiento de las fuentes naturales de proteínas animales (caza y pesca) y su sustitución por fuentes gestionadas por el hombre (ganadería y acuicultura).
3. Desaparición de especies animales y vegetales con la resultante pérdida de biodiversidad.
4. Pérdida de los suelos útiles para la agricultura, por erosión acelerada, salinización, agotamiento de sustancias nutrientes, acidificación o basificación.
5. Agotamiento de las fuentes de energía fósil.
6. Agotamiento de las reservas de agua dulce.
7. Aproximación a los límites de capacidad fotosintética de la biomasa en función de la energía solar recibida por la Tierra.
8. Contaminación por productos químicos hechos por el hombre y sus residuos.
9. Invasiones y destrucción del hábitat natural por especies foráneas llevadas por el hombre.
10. Emisiones de gases a la atmósfera resultantes de la actividad humana.
11. Crecimiento de la población mundial con consecuente aumento del ritmo de uso de recursos naturales.
12. Mejora del nivel de vida de la población mundial con consecuente aumento del ritmo de uso global de recursos naturales.

Antes de seguir adelante, es preciso aclarar que el último punto es un “problema” sólo en la medida en que cuantitativamente dificulta alcanzar un equilibrio con el medio ambiente en los primeros diez puntos. Es evidente que el objetivo del desarrollo sostenible a nivel mundial implica que todos los habitantes del planeta disfruten de un nivel de vida similar y sería inmoral proponer que el equilibrio medioambiental se

---

<sup>1</sup> “Collapse: How societies chose to fail or survive” por Jered Diamond, Penguin Books, 2005

alcance a costa de que una parte de la humanidad se mantenga en un nivel de vida inferior que el resto. Por tanto, no se considerará una amenaza al medio ambiente en el contexto del trabajo que estamos realizando.

En cuanto a los restantes puntos, el sector marítimo tiene poca o ninguna relación con los puntos tercero, cuarto, séptimo y undécimo. Quedan por tanto como objetivos a estudiar su relación con las siguientes amenazas medioambientales:

- a) Destrucción acelerada de arrecifes coralinos y fondos oceánicos.
- b) Agotamiento de las fuentes naturales de pesca y su sustitución por la acuicultura.
- c) Agotamiento de las fuentes de energía fósil.
- d) Agotamiento de las reservas de agua dulce.
- e) Contaminación por productos químicos hechos por el hombre y sus residuos.
- f) Invasiones y destrucción del hábitat natural por especies foráneas llevadas por el hombre.
- g) Emisiones de gases a la atmósfera resultantes de la actividad humana.

El Grupo de Trabajo sobre Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible ha elegido el último punto, emisiones a la atmósfera, por una cuestión de pura oportunidad: En mayo de 2005 ha entrado en vigor el primer paquete de normativa internacional específicamente relativa a las emisiones atmosféricas desde buques. Se trata del Anexo VI del Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación del Mar desde Buques (MARPOL) que está bajo los auspicios de la Organización Marítima Internacional (OMI), la agencia especializada de las Naciones Unidas para la Seguridad Marítima y la Protección del Medio Marino. También en 2005 se aprobó una Directiva Comunitaria sobre emisiones de azufre desde buques. Por tanto, para el mundo marítimo, 2005 ha sido el año de las emisiones atmosféricas.

El tema de las emisiones a la atmósfera tiene además la ventaja de afectar a muchos de los sub-sectores marítimos arriba mencionados; todos aquellos que usan buques, ya sea para transporte, servicios marítimos, pesca, náutica deportiva y de recreo, administración marítima, así como a las industrias de soporte en general.

Solamente se excluye la parte militar que tradicionalmente no está sujeta a los dictados de los convenios de la OMI. Tampoco se ha abarcado en este estudio inicial a las industrias que se realizan en posición fija al fondo del mar; acuicultura, extracción de petróleo, gas y minerales, generación de energías renovables en el mar y actividades portuarias. La razón es que estas actividades suelen estar reguladas por normativas terrestres del país ribereño, no marítimas.

Los buques no son intrínsecamente unos grandes emisores de gases a la atmósfera, pero en el contexto actual se han visto finalmente afectados por la normativa internacional para reducir o eliminar determinados tipos de emisiones.

La calidad del aire ha mejorado notablemente en la Unión Europea, desde aquellos tiempos en los que las ciudades de sus países más industrializados eran cubiertas por un "smog" insalubre, en la creencia generalizada de que era el peaje que había que pagar por el progreso y la industrialización.

Esta mejora se ha conseguido especialmente gracias a la promulgación de normativas, europea e internacional, que contemplaban aspectos tan importantes, entre otros,

como la limitación de emisiones en grandes instalaciones de combustión y en el transporte, y sobre la calidad de los combustibles a utilizar.

Pero aunque la calidad haya mejorado, los problemas no han desaparecido y, hay evidencias de que algunos se han agravado, como el ozono troposférico, la eutrofización, y el cambio climático, al mismo tiempo que se obtienen datos sobre una mayor toxicidad de las partículas en suspensión. Por lo tanto, no queda más remedio que proseguir en el camino de la mejora de la atmósfera que nos rodea.

Por lo que afecta al sector naval, ya que la mayor reducción de emisiones contaminantes se ha conseguido en tierra firme, la UE considera que el transporte marítimo es uno de los sectores en los que se podrán conseguir importantes progresos, teniendo en cuenta que, por su manifiesta sostenibilidad, había quedado hasta ahora al margen de la mayoría de la legislación europea sobre esta materia.

En este documento, que representa el resultado del trabajo realizado por el Grupo de Trabajo, se ha intentado reflejar la situación actual de los buques en relación con los principales contaminantes atmosféricos, gases de efecto invernadero y sustancias que agotan la capa de ozono, y de la repercusiones técnicas y económicas que, para el sector marítimo, tiene la aplicación de la normativa medioambiental sobre calidad del aire.

Las emisiones relevantes a los efectos de este estudio son las siguientes:

- A. Monóxido y bióxido de carbono.
- B. Óxidos de azufre.
- C. Óxidos de nitrógeno.
- D. Partículas sólidas en suspensión en el aire.
- E. Halones y compuestos fluorocarbonados.
- F. Compuestos orgánicos volátiles.

Para cada una de estas emisiones se ha tratado de seguir un mismo programa que consta de los siguientes aspectos:

- i. Naturaleza del peligro, origen y causas de las emisiones, cuantificación de las emisiones desde buques.
- ii. Normativa aplicable a buques a nivel internacional, europeo y nacional.
- iii. Tecnologías disponibles para reducir o eliminar las emisiones desde buques.
- iv. Impacto económico de la reducción o eliminación de las emisiones desde buques.
- v. Perspectivas de futuro; nuevas tecnologías de previsible desarrollo a medio y largo plazo, nuevas reglamentaciones en fase de desarrollo.

En este estudio no se ha pretendido hacer un análisis a fondo de cada uno de los temas, sino presentar una visión general y dinámica que permita su fácil lectura para despertar el interés de unos, informar suficientemente a otros y que quienes tengan mayor necesidad o curiosidad de conocerlos por ellos mismos puedan iniciar su exploración con una visión de conjunto lo más ordenada posible.