COMISIÓN
EUROPEA

Bruselas, 28.7.2022
COM(2022) 358 final

INFORME DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO Y AL CONSEJO

sobre la viabilidad técnica de una mayor reducción de las emisiones de los motores marinos de propulsión, la introducción de requisitos sobre emisiones de evaporación y la repercusión de las categorías de diseño de embarcaciones sobre la información a los consumidores y los fabricantes, como se establece en el artículo 52 de la Directiva 2013/53/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de noviembre de 2013, relativa a las embarcaciones de recreo y a las motos acuáticas, y por la que se deroga la Directiva 94/25/CE del Parlamento Europeo y del Consejo

INFORME DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO Y AL CONSEJO

sobre la viabilidad técnica de una mayor reducción de las emisiones de los motores marinos de propulsión, la introducción de requisitos sobre emisiones de evaporación y la repercusión de las categorías de diseño de embarcaciones sobre la información a los consumidores y los fabricantes, como se establece en el artículo 52 de la Directiva 2013/53/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de noviembre de 2013, relativa a las embarcaciones de recreo y a las motos acuáticas, y por la que se deroga la Directiva 94/25/CE del Parlamento Europeo y del Consejo

1. INTRODUCCIÓN

La Directiva 2013/53/UE relativa a las embarcaciones de recreo y a las motos acuáticas[1] («la Directiva sobre embarcaciones de recreo» o «la Directiva») se adoptó el 20 de noviembre de 2013 y derogó la Directiva 94/25/CE, modificada por la Directiva 2003/44/CE[2]. La Directiva tiene por objeto garantizar un elevado nivel de protección de la salud y la seguridad humanas y del medio ambiente, garantizando al mismo tiempo el correcto funcionamiento del mercado interior. Para ello, establece requisitos armonizados para las embarcaciones de recreo y las motos acuáticas («embarcaciones») y requisitos mínimos de vigilancia del mercado.

El artículo 52 de la Directiva exige que la Comisión presente al Parlamento Europeo y al Consejo, a más tardar el 18 de enero de 2022, un informe sobre: a) la viabilidad técnica de una mayor reducción de las emisiones de los motores marinos de propulsión, así como de la introducción de requisitos sobre emisiones de evaporación y sistemas de combustible aplicables a los motores y a los sistemas de propulsión que tengan en consideración la rentabilidad de las tecnologías y la necesidad de acordar valores armonizados a nivel mundial para el sector, habida cuenta de las posibles grandes iniciativas del mercado, y b) la repercusión sobre la información a los consumidores y los fabricantes, en particular las pequeñas y medianas empresas, de las categorías de diseño de embarcaciones enumeradas en el anexo I de la Directiva, que se basan en resistencia a la fuerza del viento y a la altura significativa de ola, teniendo en cuenta la evolución de la normalización internacional. Además, deberá incluir una evaluación de la posibilidad de que las categorías de diseño de embarcaciones exijan especificaciones o subdivisiones adicionales.

En el presente informe, la Comisión ha evaluado la viabilidad técnica y económica de una mayor reducción de las emisiones de escape producidas por las embarcaciones de recreo y de la introducción de límites a las emisiones de evaporación producidas por los sistemas de combustible de las embarcaciones de recreo. La Comisión también evaluó la pertinencia de las categorías de diseño actuales de las embarcaciones teniendo en cuenta diferentes

[1] Directiva 2013/53/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de noviembre de 2013, relativa a las embarcaciones de recreo y a las motos acuáticas, y por la que se deroga la Directiva 94/25/CE (DO L 354 de 28.12.2013, p. 90); Corrección de errores de la Directiva 2013/53/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de noviembre de 2013, relativa a las embarcaciones de recreo y a las motos acuáticas, y por la que se deroga la Directiva 94/25/CE (DO L 354 de 28.12.2013).

[2] Directiva 2003/44/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de junio de 2003, por la que se modifica la Directiva 94/25/CE relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros relativas a embarcaciones de recreo (DO L 214 de 26.8.2003, p. 18).

condiciones meteorológicas y la repercusión de esta categorización sobre los fabricantes y los usuarios finales. El informe describe el estado actual de las tecnologías sectoriales y los gastos conexos, independientemente de los futuros avances normativos y tecnológicos.

En apoyo de este informe, la Comisión llevó a cabo un estudio[3] con el fin de elaborar un inventario de las tecnologías disponibles para reducir las emisiones de los motores y los sistemas de combustible de las embarcaciones de recreo. El estudio proponía varias opciones para reducir las emisiones y presentó una evaluación de las repercusiones económicas de cada una de ellas en forma de un análisis coste-beneficio. Asimismo, evaluó las categorías de diseño de las embarcaciones y se centró en las repercusiones de esta categorización sobre los fabricantes y los usuarios o consumidores finales.

Para el presente informe, la Comisión también analizó las aportaciones de los Estados miembros al informe sobre la aplicación de la Directiva (como exige su artículo 51). También se llevó a cabo una consulta específica con las partes interesadas sectoriales pertinentes (como las autoridades públicas de los Estados miembros, las asociaciones de fabricantes y usuarios finales, y los organismos notificados) como parte del estudio.

2. EL MARCO JURÍDICO ACTUAL SOBRE LAS EMISIONES DE ESCAPE, LAS EMISIONES DE EVAPORACIÓN Y LAS CATEGORÍAS DE DISEÑO DE LAS EMBARCACIONES

2.1 Emisiones de escape

Las emisiones de escape producidas por las embarcaciones de recreo y sus motores se encuentran actualmente reguladas a escala de la UE por la Directiva sobre embarcaciones de recreo (artículo 4 y anexo I, parte B, punto 2), que establece límites a los contaminantes atmosféricos que pueden emitir los motores de las embarcaciones de recreo. Además, los Estados miembros, sobre la base del artículo 5 de la Directiva y con sujeción a las condiciones que en él se establecen, pueden restringir el uso y la velocidad de las embarcaciones de recreo motorizadas en determinadas aguas para evitar la acumulación de contaminantes atmosféricos.

La Directiva 2003/44/CE[4], por la que se modifica la Directiva 94/25/CE, introdujo límites de emisiones de escape [para los óxidos de nitrógeno (NO_x), los hidrocarburos (HC), el monóxido de carbono (CO) y las partículas (PT)] para los motores de propulsión de combustión de embarcaciones de recreo que se introducen por primera vez en el mercado de la UE.

La Directiva redujo aún más los límites de emisiones de escape hasta un nivel que reflejaba el desarrollo técnico de tecnologías más limpias para los motores marinos y que permitía avanzar hacia la armonización de los límites a las emisiones de escape con los principales

[3] *Review study on the Recreational Craft Directive 2013/53/EU* [«Estudio de revisión sobre la Directiva 2013/53/UE relativa a las embarcaciones de recreo», documento disponible únicamente en inglés], TNO, Panteia y Emisia, septiembre de 2021.

[4] Directiva 2003/44/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de junio de 2003, por la que se modifica la Directiva 94/25/CE relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros relativas a embarcaciones de recreo (texto pertinente a efectos del EEE) (DO L 214 de 26.8.2003, p. 18).

socios comerciales. En cambio, los límites de monóxido de carbono se aumentaron, a fin de permitir una reducción significativa de otros contaminantes atmosféricos, para reflejar la viabilidad técnica y lograr que su aplicación sea lo más rápida posible, garantizando al mismo tiempo que sus repercusiones socioeconómicas en este sector de la economía fueran aceptables.

2.1.1 Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) / emisiones de CO_2

Las emisiones de GEI procedentes de la navegación nacional ya están cubiertas por el Reglamento (UE) 2018/842 de reparto del esfuerzo[5]. Sin embargo, no existe ningún procedimiento de ensayo para que las embarcaciones de recreo determinen un límite representativo de emisiones de CO_2 u otras emisiones de GEI. En particular, las emisiones de CO_2 no solo vienen determinadas por el rendimiento del motor, sino también por otros aspectos como el diseño de la hélice, la forma de la embarcación, la posición de la hélice o hélices y el manejo de la embarcación. Para establecer límites de emisiones de CO_2 para las embarcaciones de recreo, se debería desarrollar una «herramienta de cálculo del consumo de energía de la embarcación»[6] que combine los factores previamente mencionados. La introducción de combustibles renovables para las embarcaciones de recreo también podría contribuir a reducir las emisiones de CO_2.

2.2. Emisiones de evaporación

Las emisiones de evaporación no están reguladas actualmente por la Directiva. En la UE, estas emisiones solo se abordan en el sector del automóvil[7]. Sin embargo, las emisiones de evaporación de las embarcaciones de recreo están reguladas en algunos países no pertenecientes a la Unión, como los Estados Unidos. La normativa estadounidense[8] establece los límites a la permeación permitida de las emisiones de evaporación de los depósitos de combustible, los sistemas de combustible y las emisiones diurnas. Estos tres tipos de emisiones son responsables del 98 % de la evaporación del combustible.

2.3 Categorías de diseño de las embarcaciones

La Directiva 94/25/CE dividió las embarcaciones en categorías de diseño para indicar las zonas en las que puede operar una embarcación (categoría A: oceánicas, categoría B: en alta mar, categoría C: en aguas costeras, categoría D: en aguas protegidas).

La capacidad de una embarcación para operar en determinadas aguas se medía por la capacidad de soportar determinadas combinaciones de fuerza del viento y altura de las olas.

---

5 Reglamento (UE) 2018/842 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, sobre reducciones anuales vinculantes de las emisiones de gases de efecto invernadero por parte de los Estados miembros entre 2021 y 2030 que contribuyan a la acción por el clima, con objeto de cumplir los compromisos contraídos en el marco del Acuerdo de París, y por el que se modifica el Reglamento (UE) n.º 525/2013 (DO L 156 de 19.6.2018, p. 26).

6 Similar a la herramienta de cálculo del consumo de energía del vehículo (VECTO, por sus siglas en inglés) que se utiliza en el sector del automóvil.

7 Reglamento (CE) n.º 715/2007 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de junio de 2007, sobre la homologación de tipo de los vehículos de motor por lo que se refiere a las emisiones procedentes de turismos y vehículos comerciales ligeros (Euro 5 y Euro 6) y sobre el acceso a la información relativa a la reparación y el mantenimiento de los vehículos (Texto pertinente a efectos del EEE) (DO L 171 de 29.6.2007, p. 1).

8 Código de reglamentos federales, título 40, parte 1060 -- *Control of Evaporative Emissions from New and In-Use Non-road and Stationary Equipment*[«Control de las emisiones de evaporación de equipos no viales y aparatos fijos nuevos y en uso», documento disponible únicamente en inglés], Agencia para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos, 10.8.2008.

La capacidad de soportar condiciones meteorológicas más severas también determinaba el módulo de evaluación de la conformidad que debía aplicarse.

Con el fin de facilitar información clara sobre el entorno de funcionamiento aceptable de las embarcaciones, la Directiva sobre embarcaciones de recreo eliminó las referencias a los tipos de aguas y basó las categorías de diseño de las embarcaciones únicamente en las condiciones medioambientales esenciales para la navegación, esto es, la fuerza del viento y la altura significativa de ola.

3. VIABILIDAD TÉCNICA DE UNA MAYOR REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE LOS MOTORES MARINOS DE PROPULSIÓN

3.1 Tipos de motores de propulsión

Las embarcaciones de recreo que utilizan los motores de combustión tradicionales están equipadas con motores de propulsión **de encendido por chispa** (SI, por sus siglas en inglés, que utilizan gasolina de motor como combustible) o motores de propulsión **de encendido por compresión** (CI, por sus siglas en inglés, que utilizan gasóleo de automoción como combustible).

Otra diferenciación se deriva de la posición del motor de propulsión en la embarcación. En los **sistemas de propulsión fueraborda**, el motor es una unidad independiente que puede fijarse en la parte trasera de la embarcación de recreo. En los **sistemas de propulsión instalados a bordo**, el motor se coloca en el interior de la embarcación.

Además, en el **sistema de propulsión por chorro de agua**, el motor no está conectado a una hélice, sino a una potente bomba giratoria. Esta bomba succiona el agua y la expulsa a gran velocidad, generando así el movimiento. Estos sistemas de propulsión se utilizan normalmente en motos acuáticas.

Recientemente han aparecido en el mercado otros dos tipos de sistemas de propulsión, a saber, el **sistema de propulsión eléctrico puro** (en el que la única fuente de suministro energético es una batería eléctrica que alimenta un motor eléctrico) y el **sistema híbrido de propulsión** en el que un motor de combustión funciona junto con un motor eléctrico (con energía almacenada tanto en un depósito de combustible como en una batería).

3.2 Tecnologías existentes que pueden utilizarse para reducir las emisiones de escape de los motores de propulsión

3.2.1 Motores fueraborda de encendido por chispa y motores de propulsión para motos acuáticas

El estudio indica que las emisiones de CO reales generadas por los motores fueraborda de encendido por chispa y los motores de las motos acuáticas actualmente existentes en el mercado están muy por debajo de los valores límite de la Directiva. Además, las emisiones de NO_x+HC generadas por los motores de mejor categoría (es decir, los motores más limpios en toda la gama de potencias) también se sitúan significativamente por debajo de los valores

límite. El estudio concluye que es posible restringir aún más los límites de emisiones en rangos de potencia inferiores gracias a la optimización de estos motores, que se consigue mediante la aplicación de tecnología de inyección multipunto (secuencial) controlada electrónicamente.

La tecnología propuesta para lograr una mayor reducción de las emisiones generadas por los motores fueraborda de cuatro tiempos de encendido por chispa es la aplicación de un postratamiento catalítico de tres vías. Esto requeriría rediseñar el bloque de cilindros y adaptar la gestión térmica del sistema de escape.

El uso de esta tecnología también genera una disminución del 10 % del consumo de combustible y una reducción del 70 % de las emisiones de NOx+HC.

3.2.2 Motores de encendido por chispa instalados a bordo

Los nuevos motores de encendido por chispa instalados a bordo de embarcaciones de recreo son motores de cuatro tiempos. Estos aplican ya la inyección avanzada de combustible por cilindro en combinación con el control electrónico lambda y el postratamiento catalítico de tres vías.

Las emisiones podrían reducirse aún más si se evitara la calibración del enriquecimiento de combustible, lo que requeriría el uso de aleaciones más caras para válvulas y turbinas. Las emisiones también se pueden reducir mediante la limitación de la presión efectiva media de freno (bmep)[9] de estos motores. Limitar la presión efectiva media de freno exigiría aumentar el volumen total de desplazamiento de estos motores para mantener la misma potencia asignada del motor. El volumen y el peso del motor también aumentarían, y posiblemente también lo haría su consumo de combustible debido al mayor efecto de las pérdidas de fricción.

3.2.3 Motores de encendido por compresión instalados a bordo

Las dos nuevas tecnologías que podrían reducir aún más las emisiones de escape de los motores de encendido por compresión son la recirculación de gases de escape (RGE) y la reducción catalítica selectiva (RCS). Ambas tecnologías implican el postratamiento catalítico de los gases de escape de los motores de encendido por compresión. La aplicación de estas tecnologías reduce los contaminantes de NO_x y HC. La experiencia del sector de las máquinas móviles no de carretera muestra que pueden lograrse reducciones de NO_x del 50 % (tecnología RGE) y del 85 % (tecnología RCS), respectivamente; el alcance de la reducción depende de la potencia del motor. Del mismo modo, las emisiones de partículas podrían reducirse aún más utilizando las tecnologías de catalizadores de oxidación diésel o de filtro de partículas diésel.

La tecnología RGE requeriría un uso generalizado de gasolina con bajo contenido en azufre (máximo 500 ppm de azufre) para las embarcaciones de recreo, a fin de evitar el riesgo de

[9] La presión efectiva media de freno es proporcional a la relación del par motor y el volumen de desplazamiento total del motor.

corrosión y la incrustación de partes metálicas del motor al enfriar los gases de escape recirculantes. Actualmente, en el sector se utiliza predominantemente gas con alto contenido en azufre (hasta 1 000 ppm de azufre). La tecnología RGE provocaría una reducción del 50 % de NO_x y un ligero aumento (del 2 al 3 %) del consumo de combustible.

La tecnología RCS también es sensible a las sales de sulfato, cuya deposición puede incluso bloquear la función del catalizador. Para evitar estos problemas, debe utilizarse gasóleo con contenido mínimo en azufre (menos de 15 ppm). Si no se utilizara este tipo de gasóleo, sería necesario un aumento considerable (hasta un 50 %) del volumen y el peso del catalizador. Para aplicar la tecnología RCS, el líquido reactivo (mezcla de urea y agua) debe almacenarse a bordo en un depósito específico.

3.2.4 Motores eléctricos

Los motores eléctricos de propulsión no producen emisiones de escape, excepto en relación con la producción de electricidad cargada a partir de la red eléctrica. La gran mayoría de los motores eléctricos actuales para embarcaciones de recreo son pequeños motores fueraborda con una potencia de hasta 5 kW. Sin embargo, algunos fabricantes están empezando a ofrecer motores más potentes.

El mayor ritmo de adopción de motores eléctricos en el sector marítimo se ve obstaculizado principalmente por la capacidad, el tamaño, el peso y el precio de las baterías que propulsan el motor eléctrico. Las embarcaciones de recreo necesitan un almacenamiento suficiente de electricidad para poder operar durante varias horas, por ejemplo cuando navegan por el mar. La necesidad de una mayor autonomía de las embarcaciones[10] exige que se instalen baterías de ion-litio más grandes y más pesadas. Estas baterías de mayor tamaño limitan el espacio de almacenamiento en las embarcaciones y afectan a su estabilidad y flotabilidad. Por lo tanto, el hecho de que los motores eléctricos puedan funcionar durante un período de tiempo más corto y cuenten con una autonomía inferior en comparación con los de combustión interna en la misma clase de potencia del motor supone una clara limitación de la tecnología actual de baterías.

3.2.5 Motores híbridos

Las aplicaciones de los motores híbridos combinan un motor de combustión, un motor eléctrico y un conjunto de baterías. Esta combinación permite recuperar la energía cinética de una embarcación y almacenarla en una batería para su uso posterior. Esta práctica puede permitir que el motor funcione (ya sea en modo eléctrico o de combustión) en condiciones que permitan el menor consumo posible de combustible.

4. VIABILIDAD TÉCNICA DE LA INTRODUCCIÓN DE REQUISITOS SOBRE EMISIONES DE EVAPORACIÓN

Las emisiones de evaporación se refieren a la suma de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles relacionados con los combustibles que no se derivan de la combustión de combustible. En concreto, estas emisiones de evaporación proceden de la gasolina. Las

[10] Más horas de funcionamiento sin necesidad de recarga.

emisiones de evaporación del gasóleo son insignificantes debido a la presencia de hidrocarburos más pesados y a la baja presión de vapor de los carburantes diésel.

4.1 Tipos de emisiones de evaporación

Las **emisiones diurnas** se emiten de acuerdo con las variaciones de temperatura a lo largo del día. Un aumento de la temperatura ambiente da lugar a una dilatación térmica del combustible y del vapor en el depósito de combustible.

Las **emisiones por permeación a través de los conductos de combustible** se refieren a los conductos de combustible, y su mecanismo de formación es similar al mecanismo de permeación a través de los depósitos de combustible. El fenómeno de la permeación a través de los conductos de combustible es más considerable en el caso de los conductos de caucho.

La **permeación a través de los depósitos de combustible** se produce debido a una fuga de combustible a través de las paredes permeables de un depósito de combustible. Las superficies exteriores de los depósitos están expuestas al aire ambiente, por lo que las moléculas de gasolina las penetran y se emiten directamente al aire. La permeación es más frecuente a través de los depósitos de combustible de plástico.

4.2 Tecnologías existentes que pueden utilizarse para reducir las emisiones de evaporación de los sistemas de combustible

a) Control de las emisiones diurnas

Las emisiones de evaporación diurnas se producen cuando el combustible se calienta y pasa a través de un respiradero a la atmósfera. Cuando este se cierra, las emisiones de evaporación no pueden salir. Aunque la presión aumenta con el vapor generado, disminuye una vez que el combustible se enfría. Una forma eficaz de controlar estas emisiones es integrar una **válvula de descarga** para sellar el depósito de combustible.

Otra forma de reducir las emisiones diurnas es instalar un **filtro de carbón activo** para absorber el vapor generado en el depósito de combustible. Los filtros de carbón activo funcionan activando el carbono que, a continuación, recoge y almacena los hidrocarburos. . El filtro de carbón activo también puede conectarse al motor a través de una válvula de purga, que permite que el aire ambiente fluya por el filtro cuando el motor está en funcionamiento. De esta manera, los vapores de combustible purgados se conducen a través del motor, donde se queman junto con la mezcla de combustible.

b) Control de la permeación a través de los conductos de combustible

La permeación a través de los conductos de combustible se puede controlar mediante el uso de **materiales barrera** que disminuyen el índice de permeación. Los materiales barrera forman una capa interna fijada al interior del respiradero, al cuello del depósito y a las mangueras de alimentación o de retorno.

Entre las soluciones típicas figuran:

- barreras termoplásticas para pequeños motores fueraborda y motos acuáticas;
- barreras de nailon para embarcaciones con tanques de combustible instalados;
- elastómero fluorado utilizado en aplicaciones del conducto de combustible.

c) Control de la permeación a través de los depósitos de combustible

Al igual que las tecnologías de control de la permeación a través de los conductos de combustible, se utilizan materiales barrera para depósitos de combustible a fin de reducir los índices de permeación de los depósitos. Entre los métodos habituales figuran:

- la creación de una capa barrera mediante los métodos de sulfonado o fluoración;
- la creación de plaquetas de barrera no continuas mezclando una resina de baja permeación;
- la inserción de una capa termoplástica entre dos capas de caucho;
- la utilización de depósitos de combustible de fibra de vidrio con nanocompuestos de arcilla como material barrera;
- la inserción de una capa de revestimiento de barrera epoxi.

5. EVALUACIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE DISEÑO DE LAS EMBARCACIONES Y SU REPERCUSIÓN SOBRE LA INFORMACIÓN A LOS CONSUMIDORES Y LOS FABRICANTES

5.1 Repercusión de las categorías de diseño de las embarcaciones sobre los fabricantes

Los fabricantes utilizan las categorías de diseño de las embarcaciones para calcular la estabilidad y la estructura de estas. Las categorías de diseño se dividen en función de las condiciones de navegación, a saber, la fuerza del viento (expresada en número o «nivel» en la escala de Beaufort) y la altura significativa de ola[11].

Una embarcación de una categoría de diseño específica deberá ser capaz de resistir grietas, daños y entradas masivas de agua provocados por las olas. La integración de los dos criterios anteriores en cada categoría de diseño garantiza que la embarcación esté diseñada y

[11] Valor de un tercio de la altura de ola más elevada. El valor estadístico que aproxima la altura de ola visualmente observada.

construida para resistir los efectos combinados de cualquier condición meteorológica, independientemente de cuál de los dos criterios sea dominante.

La metodología normalizada de la OTAN[12] para medir el estado del mar también utiliza combinaciones de altura representativa de ola y velocidad sostenida del viento. La Organización Meteorológica Mundial (OMM)[13] utiliza una metodología idéntica.

Una comparación entre la metodología de la Directiva y de la OMM revela que, para la altura significativa de ola $H_s \leq 4$ m (establecida para la categoría de diseño B), la Directiva limita la fuerza del viento (medida en la escala de Beaufort) al nivel 8, mientras que la metodología de la OMM señala que el nivel 7 de esa misma escala sería más preciso. La metodología de la OMM también establece niveles de Beaufort inferiores a los de la Directiva para otros límites significativos de altura de ola. En otras palabras, los pasos o incrementos entre las categorías de diseño de la Directiva son mayores y más dispares de lo que serían si se hubiera aplicado la metodología de la OMM. Sin embargo, se considera que la actual división de las categorías de diseño de las embarcaciones y la elección de los criterios se ajustan a los conocimientos más recientes de la OMM y su metodología sobre los estados del mar.

La Agencia Europea de Seguridad Marítima (AESM) no ha informado de ningún accidente en el que las condiciones meteorológicas o ambientales sean los factores causales cuando una embarcación navegaba dentro de los límites de su categoría de diseño asignada.

Obsérvese que la categoría de diseño A, tal como se establece en la Directiva, no establece límites máximos para la fuerza del viento ni la altura significativa de ola. En cambio, se limita a afirmar que se excluyen condiciones anormales como tormentas, huracanes y tornados, lo que limita implícitamente la categoría de diseño A para excluir la fuerza del viento de nivel 10 en la escala de Beaufort y las alturas significativas de ola de 8 m. Sin embargo, las normas armonizadas para las categorías de diseño establecen explícitamente límites máximos para la categoría de diseño A.

5.2 Repercusión de las categorías de diseño de las embarcaciones sobre los usuarios finales o consumidores

Las categorías de diseño de las embarcaciones, tal como se establecen en la Directiva, no informan a los usuarios finales (consumidores) sobre el estado real del mar. El estado real del mar se indica en las previsiones de los estados del mar de la OMM (calmo, ondulado, ligeramente agitado, agitado, grueso, muy grueso, etc.). Es responsabilidad de los usuarios conocer el estado real del mar antes de su salida. Las previsiones de la OMM contienen información sobre la dirección predominante del viento y las olas, la fuerza del viento en términos de la escala de Beaufort, las ráfagas de viento, la altura significativa de las olas, la altura máxima de las olas y el período de las olas.

[12] Norma STANAG 4194 NAV de la OTAN: *Standardised wave and wind environments and shipboard of sea conditions* [«Normas para definir los estados de mar y viento mediante informes obtenidos en los buques», documento disponible únicamente en inglés] (OTAN, 1983).

[13] Estados del mar según el documento n.º 306, volumen I.1, Anexo II, página A-429 de la OMM (OMM, 2019).

Algunos usuarios pueden confundir la fuerza del viento en términos de la escala de Beaufort (que es un valor medio) con la velocidad de la ráfaga de viento (que indica el viento máximo posible). La ráfaga de viento puede ser hasta un 40 % superior a la velocidad del viento indicada.

Además, los usuarios deben comprender correctamente el concepto de altura significativa de las olas; de lo contrario, podrían subestimar el riesgo de seguridad causado por las condiciones físicas reales que se producirán. Por ejemplo, la altura máxima de las olas puede hasta duplicar la altura significativa de las olas (un valor que implica una serie de posibles alturas de ola en lugar de un valor único).

En resumen, los usuarios finales pueden confundir la **capacidad de construcción de la embarcación** (indicada por la categoría de diseño) para resistir determinadas condiciones meteorológicas, con las **condiciones meteorológicas y del mar reales** comunicadas por las previsiones marinas.

6. RESULTADOS CLAVE DE LA EVALUACIÓN

6.1. Emisiones de escape: opciones y repercusión de la reducción de emisiones

El estudio de revisión mencionaba anteriormente que las emisiones de escape producidas por las embarcaciones de recreo y sus motores pueden reducirse por dos medios diferentes. El primero consiste en que las autoridades nacionales limiten el uso y la velocidad de las embarcaciones de recreo motorizadas en determinados lugares y momentos. Esta restricción permite a las autoridades nacionales reducir de forma eficaz los riesgos para la salud y el medio ambiente en condiciones meteorológicas adversas o en zonas sensibles a una elevada acumulación de emisiones de escape en determinados momentos de máxima actividad. El método permite satisfacer eficazmente una necesidad inmediata y a corto plazo de reducir los contaminantes atmosféricos.

El segundo medio consiste en establecer límites más estrictos a las cantidades de contaminantes atmosféricos que pueden emitir los motores de las embarcaciones de recreo. Sin embargo, estos límites solo se aplicarán a los nuevos productos introducidos en el mercado y no afectarán a los antiguos motores (más contaminantes) que ya están en servicio. Más del 80 % de los motores de las embarcaciones de recreo actualmente en servicio se introdujeron en el mercado antes de que entraran en vigor los actuales límites de emisiones de escape establecidos en la Directiva 2013/53/UE.

El estudio proponía varias opciones para imponer límites de emisiones de escape más estrictos a los nuevos motores de combustión introducidos en el mercado. Estas opciones difieren en cuanto al rigor de las reducciones de los límites de las emisiones y a los efectos económicos y medioambientales asociados.

La primera posibilidad considerada en el estudio es la optimización de los motores de baja potencia[14], lo que permitiría reducir en un 30 % los límites de NO_x, HC y CO. De hecho, un gran número de motores de esta categoría ya alcanzan este nivel. Por lo tanto, se supone que la reducción de las emisiones de escape en condiciones reales sería inferior a la disminución de los valores límite. Los beneficios medioambientales monetizados compensarían los costes de inversión y fabricación en nueve años.

La segunda posibilidad consistiría en imponer límites más estrictos a todas las gamas de potencia del motor. Esto requeriría la aplicación de nuevas tecnologías[15] que restrinjan los límites de NO_x y HC en un 70 % para los motores fueraborda de encendido por chispa, así como en un 40 % (tecnología RGE) y en un 64 % (tecnología RCS) para los motores de encendido por compresión instalados a bordo.

A pesar de las mayores ventajas medioambientales, estas dos opciones exigirían elevados costes de inversión y fabricación, que se amortizarían en dieciséis años (tecnología RGE) y en veinte años (tecnología RCS). Además, la segunda opción exigiría también la amplia disponibilidad de gasóleo con contenido mínimo en azufre para las embarcaciones de recreo, así como una modificación de los procedimientos de ensayo para aplicar la metodología de ensayo de «zona máxima»[16].

La magnitud de la reducción de las emisiones de escape de los nuevos motores dependerá también del alcance de la electrificación e hibridación de los motores en el sector.

En la actualidad, los motores eléctricos solo son competitivos en las gamas de pequeña potencia. Los motores con una capacidad de las baterías limitada no proporcionan la autonomía eléctrica suficiente para satisfacer la necesidad de las embarcaciones en el mar. La insuficiencia de la infraestructura de recarga de baterías en los puertos deportivos y el elevado coste de inversión de los motores eléctricos son dos factores que impiden actualmente una penetración efectiva en el mercado. Un mayor uso de las aplicaciones de motores eléctricos en el sector de las embarcaciones de recreo no es posible sin un mayor desarrollo tecnológico en la densidad energética[17] de las actuales tecnologías de baterías. Además, es necesaria una red adecuada de estaciones de recarga en los puertos deportivos. La adopción de la electrificación en el sector podría acelerarse mediante la introducción de zonas «libres de emisiones», desgravaciones fiscales para las aplicaciones eléctricas y un aumento de los impuestos sobre los motores de combustión o los combustibles fósiles.

Las aplicaciones de motores híbridos[18], cuando se utilizan piezas de combustión en determinadas condiciones[19], pueden contribuir a reducir el consumo de combustible en un

---

[14] En el caso de los motores de encendido por chispa: aquellos con P < 75 kW; en el caso de los motores de encendido por compresión, aquellos con P < 37 kW.

[15] En concreto, la aplicación de un sistema de postratamiento catalítico de tres vías para los motores fueraborda de encendido por chispa y la aplicación de tecnologías de RGE o RCS para los motores de encendido por compresión instalados a bordo.

[16] Control de las emisiones en toda la gama de combinaciones de velocidad y carga que a menudo se experimentan en el uso.

[17] kWh por kg de batería.

[18] Cuando la aplicación híbrida consta de un motor eléctrico y un motor de encendido por chispa catalizado.

[19] Se utiliza un motor de propulsión eléctrico a bajas velocidades (por ejemplo, al alejarse del puerto deportivo) que es sustituido por la propulsión de combustión cuando el motor utiliza entre el 25 % y el 80 % de su potencia nominal.

10 % en comparación con los motores de combustión tradicionales (con reducciones similares de CO y CO_2, así como una reducción del 37 % en HC+NO_x).

Sin embargo, los ciclos de ensayo actuales, que se han desarrollado exclusivamente para probar motores de encendido por compresión, no son adecuados para probar las emisiones de aplicaciones híbridas[20].

La hibridación de los motores afecta al volumen y al peso de toda la aplicación. Por lo tanto, es probable que las soluciones híbridas solo se utilicen ampliamente para los motores fueraborda si los avances tecnológicos logran que el electromotor y las baterías sean lo suficientemente pequeños en el futuro.

En el caso de los motores instalados a bordo, el estudio indica que la hibridación podría representar hasta el 10 % del mercado. El principal obstáculo para una mayor adopción de soluciones híbridas es que se espera que su coste sea más elevado que el de los motores de combustión. Sin embargo, el informe se limita al estado actual de las tecnologías disponibles, sin tener en cuenta los futuros avances normativos y tecnológicos.

6.2. Emisiones de evaporación: opciones y repercusión de la introducción de límites

6.2.1. Opciones para introducir requisitos en materia de emisiones de evaporación en la Directiva

El estudio de revisión indica que las emisiones de los depósitos de combustible, los conductos de combustible y las emisiones diurnas son responsables del 98 % de las emisiones de evaporación totales. También estima que los límites de emisiones de evaporación a través de los depósitos de combustible, los conductos de combustible y las emisiones diurnas pueden reducir las emisiones de evaporación anuales producidas por las embarcaciones de recreo hasta en un 30 %. Esto supondría una reducción de 16 000 toneladas de emisiones de HC al año[21]. Un menor nivel de emisiones de evaporación también reduciría la pérdida de combustible y, por lo tanto, disminuiría su consumo general.

El estudio concluyó que la opción más adecuada para reducir las emisiones de evaporación sería introducir los límites utilizados en los Estados Unidos para las embarcaciones de recreo[22]. Ya se han desarrollado las tecnologías para reducir las emisiones de evaporación en el sector de la navegación recreativa y una década de experiencia con estos límites ha demostrado que son viables y realistas. Las partes interesadas apoyan la armonización de los límites de emisiones de evaporación entre la UE y los Estados Unidos.

Otra alternativa sería reducir las emisiones de evaporación en consonancia con los límites utilizados en el sector automovilístico de la UE. Sin embargo, cabe preguntarse en qué medida los límites fijados para este sector serían adecuados para las características específicas del sector de la navegación (como los distintos tiempos de actividad del motor durante el uso o el funcionamiento en condiciones húmedas y saladas).

---

20 Cuando la aplicación híbrida consta de un motor eléctrico y un motor de encendido por compresión.

21 Representa aproximadamente el 0,15 % de las emisiones de HC producidas por todos los sectores de la UE.

22 Control de las emisiones por permeación a través de los depósitos y conductos de combustible, control de las emisiones diurnas, control de las emisiones por parada en caliente y control de las pérdidas en funcionamiento durante el repostaje.

Dado que ya se han desarrollado tecnologías para entornos de navegación, el control de las emisiones de evaporación requiere un menor gasto en investigación y desarrollo. No obstante, los fabricantes de la UE tendrían que tener en cuenta los gastos fijos adicionales de utillaje y certificación, así como los mayores costes variables de fabricación debido a la necesidad de aplicar capas de protección adicionales en los depósitos y los conductos de combustible.

Según el estudio, los beneficios de reducir las emisiones de HC y el consumo de combustible compensarían los costes de la adopción de las tecnologías al cabo de veintidós años[23].

También sería posible un período de amortización más corto, de diecisiete años, si la tecnología adoptada incluyera únicamente el control de la permeación a través de los conductos de combustible. Esta solución implicaría menores costes de aplicación, pero la reducción de las emisiones anuales de evaporación también sería inferior (reducción del 11 % en comparación con una reducción del 30 % si se aplicaran todas las medidas de control de las emisiones).

6.3. Categorías de diseño de las embarcaciones: principales conclusiones, opciones para modificar las categorías de diseño y repercusión de las posibles modificaciones

6.3.1. Principales conclusiones para los fabricantes

La consulta pública muestra que los fabricantes de embarcaciones comprenden bien la elección de los criterios[24] y las categorías de diseño de las embarcaciones.

Los límites máximos de la fuerza del viento y la altura de ola para la categoría de diseño A se establecen implícitamente (excluyendo el clima tormentoso) en lugar de explícitamente como en la norma armonizada pertinente. El establecimiento de límites máximos explícitos para la categoría de diseño A puede mejorar la claridad de la información facilitada a los fabricantes.

6.3.2. Principales conclusiones para los usuarios finales o consumidores

La consulta pública muestra que los usuarios finales o consumidores comprenden bien la elección de los criterios y las categorías de diseño de las embarcaciones. Las cuestiones que parecen requerir una explicación técnica más detallada son las siguientes: definición de altura significativa de ola, velocidades medias máximas del viento, velocidades de las ráfagas de aire y altura máxima de las olas. Si estos términos se explican en el manual del usuario y en la Directiva, los usuarios finales comprenderían mejor la relación entre la capacidad máxima de construcción de su embarcación y las previsiones marinas.

6.3.3. Opciones para modificar las categorías de diseño

[23] Medido en función del nivel actual de conocimientos tecnológicos y gastos corrientes.

[24] Combinación de la fuerza del viento y la altura de ola.

La primera opción consiste en dividir en dos las categorías de diseño C y D. Las nuevas subcategorías C1/C2 y D1/D2 introducirían modificaciones en los límites de fuerza máxima del viento y altura significativa de ola. Según la metodología del estado del mar de la OMM, esto podría corresponderse mejor con las condiciones meteorológicas encontradas en aguas protegidas (principalmente embarcaciones de la categoría D) y en algunas zonas de aguas no protegidas (principalmente embarcaciones de la categoría C). Sin embargo, los partes de accidentes disponibles no aportan pruebas de que la categoría de diseño asignada para determinadas condiciones meteorológicas sea un factor que contribuya a los accidentes. Según el estudio de revisión, esta opción no parece aportar beneficios tangibles en materia de seguridad y generaría costes por valor de varios millones de euros.

La segunda opción es una subdivisión de la categoría C y la especificación de nuevas gamas en todas las categorías con el fin de mejorar la validez científica y técnica. Así se aproximaría la categorización del diseño de la Directiva a la metodología del estado del mar utilizada por la OMM. Según el estudio, aunque esta opción podría aportar algunas mejoras, como información más clara para los usuarios finales, los beneficios no compensarían los costes.

Una nueva división de las categorías de diseño de las embarcaciones implicaría costes tanto para los fabricantes como para los organismos de normalización. Los fabricantes tendrían que rediseñar determinados modelos de embarcaciones que anteriormente estaban asignados a una categoría diferente, volver a certificar dichas embarcaciones y comunicar los cambios a sus clientes. El estudio también señala que el coste de revisar veintitrés normas armonizadas, que contienen referencias a la actual categorización del diseño de las embarcaciones, podría ascender a varios cientos de miles de euros.

La tercera opción no implica modificar las categorías de diseño. En su lugar, ofrece la posibilidad de aumentar la claridad jurídica en la Directiva añadiendo la definición explícita de los valores límite máximos para la categoría de diseño A, tal como se define en la norma armonizada pertinente. Esta opción parece ser la más ventajosa desde el punto de vista económico, ya que no genera costes de fabricación ni de certificación debido a la modificación de las categorías de diseño. En su lugar, la declaración explícita, junto con explicaciones de los términos «fuerza del viento», «fuerza de las ráfagas de aire» y «altura significativa de ola», puede mejorar la claridad de la información facilitada a los fabricantes y a los usuarios finales.

7. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

7.1 Emisiones de escape

Conclusiones

Como se explica en el capítulo 6.1, aproximadamente el 80 % de las embarcaciones de recreo actualmente en servicio no están cubiertas por los límites de emisiones de escape introducidos por la Directiva (aplicables desde 2016).

Por lo tanto, las emisiones de escape reales de las embarcaciones de recreo disminuirán a medida que la flota se vaya sustituyendo y equipando paulatinamente con motores modernos y limpios, incluida una proporción cada vez mayor de tecnologías con cero emisiones.

Una mayor reducción de las emisiones de escape de los motores de las embarcaciones de recreo es técnicamente viable mediante la instalación de tecnologías de catalizadores avanzadas. Las tecnologías de catalizadores no pueden simplemente transferirse del sector del transporte por carretera, sino que deben adaptarse al medio marino salado. Por lo tanto, los fabricantes de motores solo pueden aprovechar las economías de escala hasta cierto punto. El uso de tecnologías de catalizadores en motores fueraborda de encendido por chispa y motores de encendido por compresión de las embarcaciones de recreo requiere una inversión elevada y a largo plazo (el período de amortización es de dieciséis a veinte años). También exige la disponibilidad de carburantes diésel específicos con bajo contenido en azufre para las embarcaciones de recreo.

Las emisiones de escape podrían reducirse asimismo mediante el uso de motores eléctricos e híbridos. Aunque esto es tecnológicamente posible, seguiría planteando un reto debido a las limitaciones de almacenamiento de las baterías, al coste de las aplicaciones eléctricas e híbridas y a la falta de infraestructura de recarga. En la actualidad, estas aplicaciones solo son competitivas para las embarcaciones con motor de baja potencia y algunos barcos de vela, pero su adopción aumentará cuando se aborden las limitaciones mencionadas.

Una mayor reducción de los límites de emisiones de escape de los motores de embarcaciones de recreo en la legislación futura no resolverá la necesidad inmediata de mejorar el aire ambiente en algunas zonas muy contaminadas (como determinados puertos). La reducción inmediata de contaminantes en zonas sensibles ya es posible con el marco jurídico actual, ya que los Estados miembros son libres de adoptar normas específicas de navegación de conformidad con el artículo 5 de la Directiva (por ejemplo, limitación del uso en determinadas horas, limitación de velocidad, modo de navegación).

Perspectivas de futuro

La Comisión seguirá llevando a cabo un estrecho seguimiento de la evolución tecnológica y del mercado, así como de las principales iniciativas del mercado dirigidas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y de escape procedentes de las embarcaciones de recreo, y presentará, cuando proceda, propuestas legislativas para establecer normas más ambiciosas en materia de emisiones, incluido el apoyo a las tecnologías de propulsión de bajas emisiones (como la electrificación) utilizadas en las embarcaciones de recreo y las motos acuáticas.

7.2. Emisiones de evaporación

Conclusiones

Actualmente, las emisiones de evaporación de las embarcaciones de recreo no están reguladas por la Directiva. Se trata principalmente de emisiones de HC y representan una proporción muy pequeña de las emisiones de HC del sector del transporte. Sin embargo, pueden

acumularse en puertos y espacios de almacenamiento de embarcaciones cuando estas se dejan en ralentí.

La introducción de límites de emisiones de evaporación sería factible, ya que las tecnologías para controlarlas en las embarcaciones de recreo existen y ya se utilizan en los Estados Unidos. Sin embargo, requeriría una importante inversión financiera por parte de los proveedores europeos de depósitos y conductos de combustible a fin de adoptar las tecnologías de control de las emisiones de evaporación (como se indica en el capítulo 4.2). En el supuesto de que los costes se disparen y aumenten los precios de los componentes de los sistemas de combustibles, el período de amortización de la aplicación de las medidas de control de las emisiones de evaporación en las embarcaciones de recreo sería de aproximadamente veinte años para los fabricantes de la UE. Las emisiones de evaporación disminuirán de forma natural junto con la electrificación progresiva de los motores de las embarcaciones de recreo.

Perspectivas de futuro

La Comisión llevará a cabo un seguimiento del proceso de electrificación de los motores de las embarcaciones de recreo y su repercusión sobre las emisiones de escape y de evaporación de dichas embarcaciones. La Comisión estudiará asimismo la posibilidad de introducir límites de emisiones de evaporación en el marco de una futura revisión de la Directiva. A este respecto, tendrá en cuenta las normas estadounidenses vigentes, así como las demás iniciativas importantes del mercado.

7.3 Categorías de diseño de las embarcaciones

Conclusiones

Como se explica en los capítulos 5 y 6.3, la actual división de las categorías de diseño de las embarcaciones basada en criterios meteorológicos (combinación de fuerza del viento y altura de ola) es adecuada y está respaldada por los fabricantes, así como por los usuarios finales y los consumidores.

La modificación de estas categorías tendría una repercusión económica significativa para los fabricantes, los usuarios finales y consumidores y los organismos de normalización, y no mejoraría la seguridad de las embarcaciones de recreo.

Perspectivas de futuro

Dentro del marco jurídico actual, la Comisión seguirá supervisando la aplicación de las categorías de diseño de las embarcaciones.

En una revisión futura de la Directiva, la Comisión podrá considerar la posibilidad de establecer explícitamente límites máximos para la categoría de diseño A e incluir explicaciones de los términos «fuerza del viento», «fuerza de las ráfagas de aire» y «altura significativa de ola» en las notas explicativas del anexo I.A.