

# ADAPTACIÓN DE LAS DIRECTIVAS SOBRE REDUCCIÓN DE EMISIONES ACÚSTICAS EN LA PESCA Y TRANSPORTE MARÍTIMO SU IMPACTO EN LA ECONOMÍA

**PUBLIO BELTRÁN PALOMO**

Director fundador  
TSI-Técnicas y Servicios de Ingeniería

Son sobradamente conocidos por los profesionales del sector industrial, en general, y del marítimo en particular, los cada día más exigentes y restrictivos requerimientos medioambientales que se están exigiendo, en algunos casos y por determinados miembros de la Unión Europea, por ley, en lo referente al «impacto ambiental» de cualquier tipo de componente industrial. Estos

nuevos requerimientos hacen referencia no sólo a «emisiones y/o contaminación», el aspecto más conocido, sino incluso a «ruidos y vibraciones» inducidos por estos componentes.

Todo este nuevo «marco regulatorio» obedece al creciente interés de la sociedad, como legado a las nuevas generaciones, por la importancia del *control, vigilancia y mejora* del medio ambiente. La Unión Europea (UE), sensibilizada con esta creciente demanda social, ha iniciado la denominada *Green Policy* que tiene como objetivo básico el establecimiento de Directivas y/o Requerimientos dirigidos a la mejora y mantenimiento del medioambiente en general. Directivas y Requerimientos que, una vez aprobadas, por el Parlamento Europeo son remitidas a los diferentes Estados Miembros para su conversión en leyes de obligado cumplimiento por todos ellos.

Este «marco regulatorio globalizado» tiene directas consecuencias técnico-económicas en el sector marítimo, dada su «movilidad» y globalización. En efecto, la posible «laxa aplicación» de estas Regulaciones en determinados Estados para los buques de bandera nacional, no les exime de su estricto cumplimiento cuan-

do los mismos buques atracan en los puertos de otros Estados Miembros, más exigentes y restrictivos con estos cumplimientos. Las «penalizaciones económicas» y las consecuencias operativas, por posibles paralizaciones, están a la orden del día.

Es importante y conviene asimismo destacar que, tanto las regulaciones/directivas más recientes así como las de aplicación inmediata, conminan y obligan por ley a armadores y a los directivos de las empresas explotadoras del buque, como responsables directos en la adopción de todas aquellas medidas que permitan garantizar la salud de los trabajadores, en lo referente a los aspectos antes mencionados de vibraciones y ruidos, de acuerdo a las nuevas reglamentaciones de seguridad y salud en el trabajo al respecto.

Este nuevo Marco Regulatorio Medioambiental, como es de suponer, tiene y tendrá una incidencia directa en el diseño de los buques y, consecuentemente, en sus costes de producción. Es evidente que a la construcción naval española y al sector marítimo Español, de forma general, se le plantea la disyuntiva de «mirar para otro lado» o de «responder eficazmente» a este nuevo reto, convirtiendo lo que algunos consideran «un

problema» en una «oportunidad de negocio», siempre y cuando, sepamos «ponerla en valor».

Es evidente que en un mercado constreñido, cada día más competitivo y donde el precio del buque es uno, por no decir el más importante, de los factores determinantes, asumimos que el reto de los nuevos y estrictos requerimientos es doble: Por una parte demostrar que somos capaces de responder técnicamente y eficazmente a los mismos, y segundo, y quizás más importante, que sepamos venderlo. Para ello, y en este apartado se tiene mucho ganado, demostrando a los armadores que somos capaces de garantizarles el cumplimiento con los estrictos requerimientos que sus respectivos Estados miembros les van a exigir por ley. En segundo término vendiéndoles, o sabiéndoles vender que la tecnología aplicada les permite, en primer lugar, evitar penalizaciones y, en segundo término, que dicha tecnología les asegurara, asimismo, alargar la vida útil de sus inversiones. Es evidente que, como consecuencia de esta mejora o valor añadido en sus costes de explotación, la tecnología aplicada deberá ser más cara.

Asumimos, y más en los momentos actuales de crisis generalizada, que esta tarea no es sencilla. Se requiere, en primer lugar, el pleno conocimiento y sensibilización con este Nuevo Marco Regulatorio relativo al impacto acústico-ambiental de los buques (bastante desconocido, pero complementario al relativo a emisiones) por parte de todas las Instituciones y actores del sector marítimo español. Ello permitirá, sobre la unidad de acción de todos estos actores, tener capacidad para dar una respuesta técnico-económica viable y consistente que permita lograr la competitividad de un sector estratégico como única vía de supervivencia. Técnicamente y basándose en los treinta y seis años de experiencia y dedicación del autor en este tipo de actividades, y durante los cuales ha actuado cual pregonero en el desierto, puede afirmarse que los milagros en vibraciones y ruidos, queriendo o teniendo que dar mucho más por menos, no existen.

No obstante, y como contrapunto que se puede constatar en diferentes publicaciones del autor [1,2,3,4,5,6], la construcción naval y la industria auxiliar españolas están suficientemente capacitadas para responder satisfactoriamente a este reto medioambiental que propone la UE. En los últimos años se vienen entregando buques, y por lo tanto se dispone de referencias específicas, en estricto cumplimiento con todos los Requerimientos y Directivas actuales y las de inmediata aparición. Es importante destacar que algunos de estos buques españoles, como son los nuevos barcos oceanográficos de la Secretaría General del Mar, del CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas) y del IEO –Instituto Español de Oceanografía–; han sido seleccionados como «referentes tecnológicos de buques silenciosos» en los Proyectos de Investigación BESST; SILENV y AQUO del 7º Programa Marco de la UE.

Resulta frustrante que estas capacidades y su valor como diferencial frente a la competencia, actual-

mente demandadas por los armadores, fundamentalmente extranjeros, no puedan ponerse en valor por «desconocimiento» de las mismas por parte de las instituciones implicadas, así como consecuencia de la grave crisis en la que se encuentra sumido el sector de la construcción naval y marítimo en general. Crisis a la que, además de los factores exógenos como subida de los combustibles, caída de los fletes, etc; han contribuido, porque no decirlo, la mala gestión-corrupción de algunos astilleros, la rancia «inflexibilidad sindical», sector financiero ineficaz y corrupto, e inoperatividad de una Administración que ha sido incapaz, durante más de dos años, y a pesar de tener un español como interlocutor europeo, de resolver o proponer, como tienen nuestros competidores europeos, un mecanismo alternativo al *tax-lease*.

Situación crítica que, yugulando lo que queda de la construcción naval española, requiere de una respuesta inmediata. En definitiva, ausencia de una política marítima e industrial solvente que permita lograr una construcción e industria auxiliar competitiva y un sector marítimo, flotas mercante y pesquera incluidas, competitivo, sostenible y respetuoso con el medio ambiente; como le corresponde a un país como España rodeada por el mar y con todo el potencial de recursos naturales y económicos que ello suponen.

El autor, en calidad de representante de una Pyme española especializada (especie en vías de extinción), fundada en los años 80 (también tiempos de crisis), considera que las épocas de crisis son también tiempos de oportunidades si se saben tomar decisiones valientes y arriesgadas, como las que le pueden hacer falta adoptar al sector marítimo. Por ello en el presente artículo se proponen, entre otros, los siguientes objetivos:

**Divulgación:** Informando al sector de los nuevos Requerimiento/Directivas relativas a ruidos/vibraciones, (y fundamentalmente sobre los novedosos aspectos de ruido radiado al puerto y del ruido radiado al agua por los buques), que le aplican y las de inmediata aparición.

**Evaluación:** La destacada participación de TSI en el Proyecto SILENV como líder de WP2, a través de la Evaluación de Flota Europea (171 buques) ha permitido saber y conocer «cómo se encuentra la flota europea, y por extrapolación las flotas españolas, tanto pesquera como mercante, con respecto a las Regulaciones Estándar y las nuevas Directivas que, de forma inmediata, serán obligatorias», y «cuáles son las razones técnicas de estas desviaciones». Ambos aspectos constituyen un punto de partida esencial para la definición de acciones de adaptación así como su viabilidad técnica y económica.

**Alternativas/soluciones:** En base a la información disponible, y capacidades ya demostradas por la construcción e industria auxiliar española, se está en condiciones de proponer alternativas/soluciones que permitan adaptar, de la forma más viable y menos traumática posible, nuestro sector marítimo al nuevo Marco Regulatorio.

## EL NUEVO MARCO REGULATORIO: REQUERIMIENTOS Y DIRECTIVAS COMUNITARIAS ACTUALES Y FUTURAS

El presente apartado, tras un repaso cronológico de su tendencia y evolución, tiene como objetivo presentarle al lector, de forma resumida, el marco regulatorio actual relativo a ruidos y vibraciones en los buques. Se pretende, modestamente, que el sector marítimo español amplíe su campo de miras, actualmente focalizado, únicamente y exclusivamente, en el aparatado de emisiones de gases contaminantes (así se puede constatar en las memorias de algunas organizaciones del sector [7], sólo preocupadas por las emisiones de CO<sub>2</sub>). Esta actividad de información es esencial para la correcta toma de decisiones. Sólo midiendo la dimensión real del reto regulatorio: Emisiones de gases y ruidos por los buques, podremos estar en condiciones de responder integralmente al mismo. Se entiende la prioridad por su incidencia económica; pero debemos ser conscientes que las soluciones parciales (emisión de gases), sólo retrasarán y encarecerán la solución integral que se precisa. Para una ampliación detallada de este marco regulatorio, se remite al lector a la referencia [5].

### Justificación de los requerimientos de vibraciones y ruidos

Como se ha apuntado previamente, la creciente preocupación de la Unión Europea (UE) y de los Estados miembros por la conservación medioambiental y por garantizar la protección de la calidad de vida y la salud de los trabajadores del mar, ha llevado aparejado que, a lo largo de los últimos treinta (30) años, se hayan desarrollado toda una serie de políticas de mejora medioambiental, definidas a través de los diferentes Programas Comunitarios de Política y Actuación en Materia de Medio Ambiente.

Así, en el año 1996, dentro del Quinto Programa Comunitario en materia de Medio Ambiente «Hacia un desarrollo sostenible» la Unión Europea propuso, a través del Libro Verde de la Futura Política de Ruido (*Green Paper on Future Noise Policy*) [8], que la estrategia comunitaria respecto a la contaminación acústica, que hasta ahora había consistido en la adopción de niveles procedentes de determinados motores (ciclomotores, pequeños motores domésticos, o más recientemente aviones y materiales utilizados fuera de los edificios), se ampliase reduciendo las emisiones en origen, desarrollando los intercambios de información y reforzando los programas de lucha contra el ruido.

A raíz de ello, el 22 de Junio de 2002, la Directiva 2002/49/CE [9] sobre Evaluación y Gestión de Ruido Ambiental fue aprobada. Directiva que tiene por objeto definir un enfoque común para los países de la Unión Europea con el fin de evitar, prevenir y reducir los efectos nocivos de la exposición al ruido ambiental.

La promulgación, a lo largo del tiempo, de Reglamentos, Normativas y Directivas, su adaptación y actualización en base a experiencias y conocimiento del

«estado del arte» y su entrada en vigor como leyes, han propiciado una evolución muy significativa y cada vez más restrictiva en los requisitos de los apartados de vibraciones y ruidos dentro del Marco de las Especificaciones Contractuales de los Buques. En este sentido, es de esperar que las próximas Directivas «que vienen», algunas ya en vigor como las relativas al «impacto de los buques en los puertos y vías navegables», y aquellas que se refieren a la reducción del impacto de los buques en el medio marino –ruido radiado al agua– (algunas sociedades de clasificación ya han adelantado una notación de clase en este sentido y recientemente ha sido elevada a consulta pública la nueva Directiva al respecto), terminarán afectando de forma inmediata al marco contractual de las Especificaciones de los buques.

Al objeto de que el lector pueda conocer, de antemano, las implicaciones técnicas y económicas de estos apartados de vibraciones y ruidos en el diseño y precio del buque, sobre todo, aquellos implicados en la firma de especificaciones de este tipo; en los siguientes apartados se describen someramente las regulaciones, normativas y directivas vigentes y las que empiezan a «vislumbrarse», aunque sólo sea como notaciones voluntarias de clase.

### Normativas para el control del ruido y las vibraciones en los buques

De forma cronológica, las referencias de regulaciones relativas a la salud de los trabajadores en los aspectos relativos a vibraciones y ruidos son las siguientes:

**1974 - SOLAS «Internacional Convention for the Safety of Life at Sea» [10].** El Convenio SOLAS –Convenio para la protección de la vida humana en el mar– publicado por la Organización Marítima Internacional (IMO), en sus formas sucesivas es considerado como el tratado más importante sobre seguridad en buques mercantes. Las disposiciones en materia de control de ruido están contenidas en el Capítulo II-1, Parte C, Reg 36, cuyo título Protección contra el Ruido recoge lo siguiente: Deberán adoptarse medidas para reducir el ruido de las máquinas en los espacios de maquinaria a un nivel aceptable según lo determinado por la Administración. Si este ruido no puede ser suficientemente reducido, la fuente de ruido excesivo estará adecuadamente aislada o se facilitará un espacio aislado del ruido si requiere ser tripulada. Si es necesario, para entrar en dichos espacios, se proporcionarán protectores auditivos al personal.

**1975 - Resolución IMO A.343 (XII) – «Recomendaciones sobre métodos para medir niveles de ruido en los puestos de escucha de los buques» [11].** Esta recomendación proporciona instrucciones sobre estrategias de medida e instrumentación y sugiere niveles de ruido de fondo que no deben excederse, por término medio, en los puestos de escucha del buque.

**1981 - Resolución IMO A.468 (XII) – «Código sobre niveles de ruido a bordo de buques» [12].** Su propó-

sito fue, originalmente, orientar a las Administraciones en cuanto a los niveles máximos de ruido y a los límites de exposición al ruido como un intento de establecer uniformidad en el plano internacional. En él se formularon recomendaciones encaminadas a: 1) Proteger a la tripulación contra el riesgo de disminución de la facultad auditiva a causa del ruido. 2) Medir los niveles de ruido y la exposición a éste, y 3) Establecer fronteras en cuanto a los límites máximos aceptables para todos los espacios a los que normalmente tiene acceso la tripulación.

Con respecto al ámbito de aplicación, se dejaron fuera a los buques pesqueros con todas las consecuencias, documentadas, que se han derivado sobre la salud de los tripulantes de este tipo de buques (más del 87% e la flota europea).

**1984 - ISO 6954:1984 – «Vibraciones mecánicas y choques – Directrices para la evaluación global de vibraciones en los buques mercantes» [13].** La vibración a bordo es considerada inaceptable cuando se traduce en tensiones excesivas en los componentes estructurales o mecánicos, afecta adversamente a la fiabilidad y mantenimiento de la maquinaria o equipos instalados a bordo, interfiere en las funciones de la tripulación o reduce su confort. Esta norma internacional proporciona los valores de severidad de vibración para ser usados como referencia para la evaluación de: 1) Niveles de vibración del casco y la superestructura en espacios normalmente ocupados, y 2) datos de vibración a bordo, útiles para el desarrollo y la mejora de las amplitudes de vibración del casco.

**Años 90 – Comfort Class.** Las Sociedades de Clasificación introducen las denominadas *Comfort Class* como Notación de Clase. El propósito de esta notación adicional, basada en los estándares y guías existentes (IMO A.468 (XII) e ISO 6954:1984), es valorar y evaluar, con una certificación independiente y mediante la exigencia de concretos y estrictos límites de vibraciones y ruidos, diferentes según el rango 1, 2 y 3, el grado de confort de la tripulación y los pasajeros, a bordo de todo tipo de buques pero especialmente de los buques de pasaje.

**2000 – ISO 6954:2000 – «Vibraciones mecánicas – Guía para la medida, informe y evaluación de vibraciones con respecto a la habitabilidad en barcos mercantes y de pasajeros» [14].** Esta segunda edición, que deroga y remplace a la primera edición ISO 6954:1984, contiene las guías para la evaluación de la vibración con respecto a la habitabilidad en barcos mercantes y de pasajeros, así como los requisitos para la instrumentación y el método de medida en espacios normalmente ocupados.

**2002 – Directiva 2002/44/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (vibraciones). (Decimo-**

**sexta Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE) [15].** Esta Directiva, en el artículo 1, Objeto y ámbito de aplicación, establece los siguientes requerimientos: 1) «Disposiciones mínimas en materia de protección de los trabajadores contra los riesgos para su seguridad y su salud originados o que puedan originarse por la exposición a vibraciones mecánicas». 2) «Las disposiciones de la presente Directiva se aplicarán a las actividades en las que los trabajadores estén o puedan estar expuestos a riesgos derivados de vibraciones mecánicas como consecuencia de su trabajo. En su artículo 3 se definen los valores límites de exposición y valores de exposición que dan lugar a una acción».

**2003 - Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de Febrero de 2003, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido). (Decimo-séptima Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE) [16].** Esta Directiva en el artículo 1, Objeto y ámbito de aplicación, establece los siguientes requerimientos: 1) Establece las disposiciones mínimas en materia de protección de los trabajadores contra los riesgos para su seguridad y su salud originados o que puedan originarse por la exposición al ruido, en particular, los riesgos para el oído. 2) Las disposiciones de la presente Directiva se aplicarán a las actividades en las que los trabajadores estén o puedan estar expuestos a riesgos derivados del ruido como consecuencia de su trabajo.

**2006 – Directiva 2006/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, por la que se establecen las prescripciones técnicas de las embarcaciones de la navegación interior y se deroga la Directiva 82/714/CEE del Consejo [17].** Establece las condiciones y las prescripciones técnicas para la expedición de los Certificados de Navegación Interior, para la totalidad de la red navegable comunitaria interior, con arreglo al artículo 22 del Convenio revisado de la navegación y sus correspondientes modificaciones.

**2006 – ILO MLC *Maritime Labour Convention* [18].** Esta Regulación establece que: «Los límites de los niveles de ruido para los espacios de trabajo y habitación, deben estar en conformidad con las directrices sobre niveles de exposición de la Organización Internacional del Trabajo incluidos en el código ILO, titulado, «factores ambientales en espacios de trabajo [19] (2001) y, donde aplique, las recomendaciones específicas de protección de la Organización Internacional Marítima, y las correspondientes correcciones e instrumentos adicionales para la aceptación de los niveles de ruido a bordo».

**2007 – ILO *Convention No.188 – Convention Concerning Work in the Fishing Sector* [20].** La autoridad competente deberá tomar medidas para limitar el ruido y las vibraciones excesivas en los espacios de

alojamiento y, en la medida de lo posible, de conformidad con la norma internacional correspondiente.

Para buques de eslora igual o superior a 24 metros, la Autoridad competente adoptará normas relativas al ruido y las vibraciones en los espacios de alojamiento, que aseguren una protección adecuada de los pescadores de los efectos del ruido y las vibraciones, incluidos los efectos de fatiga inducidos por el ruido y las vibraciones.

**2007 – ILO Recommendation No.199 – Recommendation Concerning Work in the Fishing Sector [21].** Los niveles de ruido en espacios de trabajo y habitación, establecidos por la autoridad competente, estarán en conformidad con las directrices de la Organización Internacional del Trabajo, sobre exposición a factores ambientales en el espacio de trabajo y, donde aplique, la protección específica recomendada por la Organización Internacional Marítima, junto con las correcciones posteriores y los instrumentos adicionales para obtener niveles aceptables de ruido a bordo de los buques.

La Autoridad competente, en conjunción con los cuerpos competentes internacionales, y con los representantes de las Organizaciones de propietarios de barcos pesqueros y pescadores y teniendo en cuenta, la normativa internacional, revisarán el problema de vibración a bordo de barcos pesqueros con el objeto de mejorar la protección de los pescadores, en la medida de lo posible, de los efectos adversos de la vibración.

**2009 – Reglamento IMO a revisión.** El Comité de Seguridad Marítima está sometiendo a debate la actualización de la Reglamentación IMO a través del Sub-Comité sobre el diseño y equipamiento en buques (documentos: MSC 83/25/13 [22] (3 de julio de 2007) y de 53/10 [23] (18 de diciembre de 2009) (IMO 2.009)). En la propuesta actualmente en debate, formulada con la colaboración de todos los países europeos más la Comisión Europea, la actualización afecta principalmente a una reformulación del Convenio SOLAS Cap. II-1 Reg. 36, dirigida a hacer que los límites de ruido «sean de obligado cumplimiento a través de una referencia más explícita en el Código así como una disminución de niveles límites».

#### Normativas específicas para el control del ruido radiado por los buques al puerto y a las áreas habitadas en las vías marítimas interiores

**2001 - EN ISO 2922:2000 «Medición del ruido aéreo emitido por embarcaciones en vías navegables interiores y puertos» [24].** Esta normativa internacional especifica las condiciones para obtener mediciones reproducibles y comparables entre sí, del ruido aéreo emitido por embarcaciones en todo tipo de vías navegables interiores, así como en bahías y puertos, a excepción de embarcaciones de recreo a motor, que viene especificado en la Norma ISO 14509 [25-26]. Esta norma internacional se aplica a pequeñas embarcaciones de alta mar, embarcaciones portua-

rias, dragas y todos aquellos vehículos acuáticos, incluidos aquellos que se encuentren atracados, utilizados como medio de transporte acuático o con capacidad para serlo.

**2002 - Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de Junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental [9].** Esta Directiva en el artículo 1, Objeto, establece los siguientes requerimientos: 1) Establecer un enfoque común destinado a evitar, prevenir o reducir con carácter prioritario los efectos nocivos, incluyendo las molestias, de la exposición al ruido ambiental. 2) Asimismo, tiene por objeto sentar unas bases que permitan elaborar medidas comunitarias para reducir los ruidos emitidos por las principales fuentes, en particular vehículos e infraestructuras de ferrocarril y carreteras, aeronaves, equipamiento industrial y de uso al aire libre y máquinas móviles.

**2006 - Directiva 2006/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, por la que establecen las prescripciones técnicas de las embarcaciones de la navegación interior y se deroga la Directiva 82/714/CEE del Consejo [27].** Establece las condiciones y las prescripciones técnicas para la expedición de los Certificados de Navegación Interior, para la totalidad de la red navegable comunitaria interior con arreglo al artículo 22 del Convenio revisado de la navegación y sus correspondientes modificaciones.

En concreto son de mención especial en esta Directiva los límites para el buque en marcha que no podrá exceder de 75 dB(A) a una distancia lateral de 25 m del costado y el ruido producido por un buque atracado o fondeado que no podrá exceder de 65 dB(A) a una distancia lateral de 25 m del costado, excluidas las operaciones de transbordo.

**2007 - EN ISO 14509-2:2007 «Pequeñas embarcaciones – Ruido aéreo emitido por embarcaciones de recreo a motor – Parte 2: Evaluación del ruido mediante embarcaciones de referencia» [25].** Esta norma parte de la correspondiente ISO 14509 y especifica los procedimientos para evaluar el máximo ruido emitido por embarcaciones mono-casco de recreo a motor hasta 24 m de longitud. Este apartado de la Norma ISO 14509 no es aplicable, por el tipo de test, a motores fueraborda y mixtos con sistemas de exhaustación integral.

**2009 - EN ISO 14509-1:2009 «Pequeñas embarcaciones – Ruido aéreo emitido por embarcaciones de recreo monitorizadas – Parte 3: Evaluación del ruido utilizando procedimientos de cálculo y medición» [26].** Esta parte de la Norma ISO 14509 especifica las condiciones para obtener resultados de mediciones reproducibles y comparables del nivel de presión sonora máxima del nivel de ruido aéreo, generado durante el paso de embarcaciones de recreo a motor hasta 24 metros de eslora, incluso dentro del casco, los buques mixtos, las embarcaciones individuales y aquellas embarcaciones con motores fuera borda.

## Reglamentaciones y normativas relativas al ruido radiado al agua por los buques ↓

La ausencia de requerimientos medioambientales de ruido radiado al agua por los buques ha sido, hasta ahora, una práctica generalizada en casi todas las especificaciones contractuales, con la sola excepción de los más modernos buques de investigación oceanográfica y pesquera.

A lo largo de estos años, la aparición de asociaciones a nivel internacional, nacional y regional sobre protección de los mamíferos marinos ha dado lugar al desarrollo de toda una serie de reglamentos o tratados que abordan el ruido radiado al agua y su efecto potencialmente adverso sobre la vida marina. Entre tales asociaciones caben destacar la International Union for the Conservation of Nature –IUCN– cuya resolución RESWCC3-.068 fue la primera en abordar a nivel mundial el problema de ruido radiado o la International Council for the Exploration of the Sea –ICES– cuyo Requerimiento ICES-Nº 209 [28], que «limita» por debajo de un determinado valor, el nivel de ruido radiado al agua por el buque a 1 m del costado del mismo, y que ha aparecido en las especificaciones de los más modernos buques de investigación pesquera.

La reciente Directiva marco 2008/56/CE [29] sobre la estrategia de reducción del impacto en el medio marino, que representa el primer instrumento jurídico internacional que incluye explícitamente, el ruido submarino de origen humano en la definición de contaminación, junto con la reciente publicación, por la Acoustical Society of America-ASA-URN- [30], de un Procedimiento de Medición de ruido radiado al agua, son los primeros pilares de reglamentación y normativos que fijarán los pasos preliminares: cambios tecnológicos y en diseño, que permitan la reducción o control del impacto ambiental de los buques en el medio y fauna marinos.

Como prueba de la carrera en este sentido por parte de las sociedades de clasificación, merece especial mención la publicación en enero de 2010 de la *Silent Class Notation* [31] del DNV dirigida a todo tipo de buques, incluidos los Buques de Investigación Oceanográfica, cuyos límites, por cierto, son los mismos que los establecidos por ICES Nº209, pero con el establecimiento de «diferentes límites» para cada tipo de buque. Dicha Notación de Clase adelanta, asimismo, un procedimiento de medida de este parámetro de ruido radiado al agua.

El autor considera, modestamente, que en este «nuevo campo» del ruido radiado al agua hay mucho por hacer y aprender y que se debería, en lugar de con prisas comerciales, avanzar de forma muy sólida, técnicamente consistente y con criterios uniformes.

Por último y como indicador de la tendencia actual en este sentido, la participación del autor, como se ha señalado previamente, en dos (2) proyectos I+D Europeos dentro del 7º Programa Marco de la UE, nos

permite adelantar que en este momento ambos proyectos están trabajando en la línea de definir los cambios tecnológicos que se requerirán para que los nuevos buques puedan cumplir y/o aproximarse a lo que sería una futura *Green Label* que contemplará límites para los diferentes aspectos de la firma acústica completa de cada buque: ruido y vibraciones a bordo, ruido radiado al puerto y ruido radiado al agua.

## ¿Cómo afecta este nuevo marco regulatorio a los diseños de los buques? ↓

En primer lugar, el sector marítimo español y todos sus agentes deben ser conscientes de la firme voluntad de la UE de implantar y hacer cumplir estas Directivas y Requerimientos dirigidos a reducir el impacto ambiental de los buques. Ante este Nuevo Marco Regulatorio, y como se ha señalado en el apartado de Introducción, existen las dos alternativas señaladas: «mirar hacia otro lado» y limitarnos a un mercado sub-estándar o responder eficazmente convirtiéndolo, lo que aparece como un problema en una oportunidad de negocio. Esta última alternativa nos permitiría posicionarnos favorablemente en un caladero o segmento de mercado más selecto en el que estos aspectos de minimización del impacto ambiental de los buques que construyamos sean, o se conviertan, en un indicador diferencial con respecto a nuestra competencia más barata. Esto, en lo referente a la construcción naval española.

Con respecto al transporte marítimo, permítaseme lanzar al aire las siguientes preguntas: ¿Alguien se ha preguntado ¿por qué los armadores nórdicos tienen la manía de requerir el cumplimiento con la notación de clase confort y además los requerimientos de bandera, a la práctica totalidad de sus buques?; y ¿cuál es la razón por la que se viene apreciando una tendencia de exigir el cumplimiento con la Notación voluntaria de Clase tipo *SILENT* de Ruido Radiado al Agua?. Y yo me pregunto: ¿acaso no se estarán preparando para tener una posición competitiva más favorable (limitada para los otros competidores) y reconocida por la UE el día en que las Directivas entren en vigor?. Dicen los manuales que hay que observar cómo se mueve tu competencia para no quedarte fuera del mercado.

En segundo término, las recientes experiencias de los buques oceanográficos españoles [2, 3, 4, 6] que se han entregado cumpliendo, prácticamente, con todos los requerimientos actuales más exigentes, y que se han basado, como ya se ha señalado, en la «confianza» en industria nacional por parte de instituciones como la SGM y el IEO (aspecto muy importante en estos tiempos de crisis y que algunos deberían aprender), deben permitirnos mirar el futuro inmediato con confianza y optimismo, no retórico sino basado en experiencia reales. El sector marítimo español dispone de astilleros, suministradores, ingenierías y expertos, para responder satisfactoriamente a estos nuevos retos que se nos plantean. El *Caso Práctico del «Ramón Margalef* [6], presentado por el autor en el marco de la ECUA –European Conference on Underwater Acoustic–, pretende ser un grito (internacional) más de este pre-

gonero en el desierto que tiene como finalidad hacer ruido sobre la capacidad del sector marítimo español para responder satisfactoriamente al reto medioambiental que se nos plantea.

De cómo este nuevo marco regulatorio afecta o afectará a los diseños actuales y futuro de los buques, las limitaciones de este artículo no obligan a dirigir al lector a las referencias [5, 32]. En las mismas se encontrará un examen, apartado por apartado, de lo que hemos dado en llamar «N&V Full Signature» o «Firma Acústica Completa» de nuestro buque: ruido y vibraciones a bordo, ruido radiado al puerto y ruido radiado al agua, así como unas guías prácticas para cada uno de los aspectos.

De forma general la gestión integral de vibraciones y ruidos, herramienta diseñada por el autor que se describe detalladamente en otras publicaciones [2,3,4,6], y cuya eficacia ha quedado validada por el cumplimiento de los más exigentes requerimientos de los buques oceanográficos en los que se ha aplicado; se ha revelado como una metodología aplicable y de solvencia probada en el cumplimiento de los nuevos requerimientos que establecen tanto las regulaciones/directivas actuales como las de próxima aparición.

### EL VALOR ESTRATÉGICO Y POTENCIAL DE NUESTROS MARES †

Como hechos y cifras significativas que soportan la política marítima de la UE, se destacan, entre otros, los siguientes: 1) Casi la mitad de la población de la UE vive a menos de 50 Km del mar. 2) Más del 60% de la población elige la costa como destino turístico. 3) El 90% del comercio exterior europeo y el 40% de su comercio interior se desarrolla por mar. 4) Por los 1.200 puertos de la UE transitan 3.500 millones de toneladas de carga y más de 350 millones de pasajeros al año. 5) Las actividades marítimas generan entre un 3-5% del PIB de la UE.

Por otro lado, y si bien los riesgos y amenazas del mar, como ocurre, entre otros, con el cambio climático, la seguridad y piratería, la contaminación, la conservación de recursos, y las actividades ilegales y riesgos costeros; son altos; son muchas más las oportunidades: construcción naval, puertos, acuicultura, telecomunicaciones, energías renovables, biotecnología azul, e I+D+i que se nos ofrece en una situación de recesión económica como la actual, en la que todas las vías posibles deberán explorarse y desarrollarse. Así en el cuadro 1 se resumen las previsiones de crecimiento para el periodo 2005-2010, por encima del 10%, para una serie de sectores, según el Irish Maritime Institute (cuadro 1).

### EL SECTOR MARÍTIMO EUROPEO/ESPAÑOL: FLOTAS EUROPEA Y ESPAÑOLA †

En este apartado se ha considerado oportuno resumir y destacar los aspectos más significativos de la flota europea, y por ende la española, que tienen relación

**CUADRO 1  
CRECIMIENTO EN EL SECTOR MARÍTIMO  
2005-2010**

Energías renovables	987%
Telecomunicaciones submarinas	97%
Industria de cruceros	24%
Biotecnología marina	24%
Puertos	18%
Acuicultura marina	17%
Turismo náutico	14%
Educación y entretenimiento	14%
Algas y derivados farmacológicos	13%
Offshore petróleo y gas	12%
Minerales y agregados	11%
Investigación oceanográfica	11%

FUENTE: Irish Maritime Institut.

**CUADRO 2  
FLOTA EUROPEA DE TRANSPORTE DE MERCACÍAS  
Y PASAJEROS**

Buques de o más de 1.000 GT	Número
Petroleros	2.914
Bulk-Carriers	2.152
Carga general	3.390
asaje y pasaje y carga	735
<b>Sub-total</b>	<b>11.621</b>
Carga/pasaje y Ro-Ro's	842
Pasaje	405
<b>Sub-total</b>	<b>1.247</b>
Cruceros	97
<b>Total</b>	<b>12.965</b>

FUENTE: ISF/Binco/Ecsa.

directa, e incluso condicionan, el proceso de adaptación al Nuevo Marco Regulatorio Medioambiental que pretende la UE.

Al 1 de enero de 2009, el número total de buques de carga y de pasaje de la flota europea se ha resumido en la cuadro 2. La edad media de la flota ha sido estimada en alrededor de 22 años. Otras fuentes estiman que el 38% de la flota supera los 25 años, el 24% supera los 30 años y el 12% está por encima de los 35 años. Asimismo, y de acuerdo a diferentes fuentes (ISF/BINCO/ECSEA, etc), el total de empleos en estos buques ha sido estimado en 254.119 personas.

A este número de buques hay que añadir los correspondientes a la flota pesquera europea así como a los buques de la flota europea de investigación ocea-

nográfica. En 2008, la flota pesquera de la UE-27 estaba integrada por un total de 86.587 buques con una edad media de 22,8 años. El 82% de estos buques tienen una eslora menos de 12 metros. El número total de marineros empleados ascendía a 141.110. La flota europea de investigación oceanográfica está integrada por 46 buques, incluyendo 11 de clase global, 15 de clase oceanográfica y 20 de clase regional. La edad media de esta flota, actualmente creciente y en renovación, se estima en 16 años (*Paper 10. Ocean Research Working Group*). En resumen, y a los efectos de los análisis posteriores de los siguientes párrafos, las cifras de la flota europea son las siguientes:

✓ Totaliza, aproximadamente, 99.598 buques; y viene a representar un 21,3% de las GT mundiales.

✓ La edad media estimada es del orden de 20 años.

✓ El total de personal empleado, y por lo tanto la muestra de población potencialmente afecta por los efectos de los ruidos y la vibraciones, asciende a 395.229 personas.

Las cifras de la flota española, mercante y de pesca podrían resumirse en los siguientes puntos:

✓ Integrada por un total de 10.992 buques de los cuales el 1,32% (145) corresponden a mercantes y pasaje, con una edad media de 12,8 años [7]; y el 98,68% (10.847) restante son pesqueros con una edad media estimada de 27,1 años.

✓ El total de personal embarcado, y por lo tanto sujeto a los efectos de las vibraciones y ruidos a bordo se estima en 48.339 persona, lo que viene a representar, aproximadamente, un 12,23% del personal embarcado de toda la Flota de la UE-27. Su distribución por segmento de flota es el siguiente: 9.251 (19,14%) trabajadores embarcados en la flota mercante y 39.088 personas (80,86%) enroladas en la flota pesquera.

✓ Por las responsabilidades que se les atribuyen en las nuevas directivas a los armadores y explotadores de los buques, se ha considerado oportuno detallar la estructura empresarial de nuestra flota. Así la flota mercante está integrada por, aproximadamente, 50 empresas que utilizan la figura jurídica de sociedad anónima; en tanto que la flota pesquera la integran, aproximadamente, 9.000 Pymes integradas en las distintas figuras jurídicas tales como sociedades limitadas, comunidades de bienes, autónomos y, en menor medida, sociedades anónimas.

Lamentamos resaltarlo, pero otra característica del sector marítimo español ha sido que ha estado «totalmente ciego», y porque no decirlo, hasta jocosos y despreocupado, con relación a la importancia de los ruidos y vibraciones en los buques. Prueba de esta «ceguera» la podemos encontrar en el hecho de que en todas las fuentes consultadas y referenciadas por el autor, desde informes de Green Peace, pasando por los de ministerios, fundación tripartita, universidades, ANAVE,

ISM, etc; a si bien se hace una ligera mención a la Directiva de Emisiones de CO<sub>2</sub>, no existe ni la más mínima referencia a las directivas relativas a ruidos y vibraciones a bordo, ruido radiado al puerto y ruidos radiados al agua, y su posible impacto en el sector.

Y terminemos por complicar aún más el escenario: El documento CO80 P3 2/09 «Code of Practice for Controlling Risks due to Noise on Ships» [33], del MCA –Maritime and Coastguard Agency– es la transcripción con el nombre de *2007 Noise Regulation*, por parte del Reino Unido de la Directiva 2003/10/EC. Su entrada en vigor fue el 6 de abril de 2011 y su ámbito de aplicación abarca a todos los tripulantes, cualquiera que sea su nacionalidad, de los buques de bandera británica y «a todos aquellos buques y embarcaciones de pabellón no inglés que toquen aguas territoriales inglesas». En el apartado de *Responsability – Person on whom duties are imposed*, se detallan las responsabilidades y obligaciones del armador y toda la jerarquía de los tripulantes. En este documento se detalla, asimismo, que la pérdida auditiva por exposición al ruido se ha convertido, según la ABI –Association British Insurers– en la causa principal de reclamaciones por compensación.

En resumen el sector marítimo español, para los propósitos del presente trabajo, puede quedar reflejado de la siguiente forma:

■ Sector en recesión, por reducción de flotas, y sacudido por la reducción del precio de los fletes, subida del precio del combustible y sin capacidad crediticia por la crisis financiera. A este panorama hay que añadirle la «incertidumbre» que genera la entrada en vigor de Directivas Comunitarias Medioambientales, no sólo relativas a emisiones (las más conocidas) sino las relativas a ruidos y vibraciones, sobre las que ha existido y existe total desconocimiento e incredulidad.

■ Si bien la flota mercante tiene una edad media de 12,8 años, lo cual la hace compatible con la aplicación a la misma de los Requerimientos Estándar IMO (relativos a ruidos a bordo) e ISO-6954 (1984) (relativos a vibraciones a bordo); no ocurre lo mismo con la flota pesquera, integrada por 10.847 buques con una edad media de 27,1 años y a bordo de los cuales «no ha existido», hasta ahora, ningún tipo de control en lo relativo a ruidos y vibraciones a bordo, por «expresa exención» de ambas regulaciones estándar: IMO e ISO.

■ En lo referente al ruido radiado por los buques a los puertos y el ruido radiado al agua, tanto la flota española como la flota europea actuales, de forma general y con la excepción de, contados armadores, que por experiencias negativas o reclamaciones a algunos de sus buques con respecto al primer aspecto (ruido radiado al puerto), y los modernos buques de investigación oceanográfica que incorporan requerimientos de ruido radiado al agua; ninguna medida preventiva o de control ha sido llevada a cabo.

■ El Sector Marítimo Español ocupa, estimativamente, 1.843.030 personas. Volumen de empleos que Espa-

**FIGURA 1**  
**INTEGRANTES DE LA FAMILIA DE BUQUES**



FUENTE: SILENV-N&V Database

ña, en estos momentos y, sirviéndose de todos los mecanismos que haga falta, debe mantener.

■ Por último, y dentro del sector marítimo español, la construcción naval y la industria auxiliar han demostrado ya, y sobradamente, su completa capacitación para construir buques silenciosos en cumplimiento con todos y cada uno de los requerimientos y Directivas de la UE. Algunos de estos buques han sido identificados y valorados, dentro del proyecto SILENV, como referentes tecnológicos de buques silenciosos. Teniendo en cuenta que muchos de ellos pertenecen a diferentes organismos de la Administración española, constituyen la guía práctica idónea para obtener nuevos buques en cumplimiento con el Marco Regulatorio. La divulgación de estas capacidades, cosa que los unos (políticos) no han hecho y que se espera que los otros (políticos) tampoco la hagan, está siendo realizada unilateralmente por el autor [6, 32,34].

Esta fotografía del sector, que si bien presenta puntos negros, ofrece por el contrario una serie de posibilidades/opportunidades que deberían considerarse. La tesis del autor es que donde el sector ve un reto: adecuación de nuestra flota a las nuevas directivas, realmente puede encontrarse la oportunidad de renovación y modernización de la misma. Datos técnicos que refuerzan esta posible alternativa, se exponen en los párrafos siguientes.

#### SITUACIÓN DE LA FLOTA EUROPEA/ESPAÑOLA DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LOS NUEVOS REQUERIMIENTOS MEDIOAMBIENTALES

En los siguientes párrafos se resumen los resultados y conclusiones más relevantes de la evaluación de la flota que nos permitirá conocer, por extrapolación, la foto fija correspondiente al estado de la flota europea y, por ende, la española, con respecto no sólo a los Requerimientos Estándar (IMO e ISO) de ruidos y vibraciones, cuya entrada en vigor se remonta a mediados de los 80's (1.984), sino con respecto al ruido exterior

radiado por los buques a los puertos y al agua y cuyo control se pretende con las nuevas Directivas. Para una ampliación de esta información se remite al lector a la referencia [34].

#### Silenv-N&V Database

Dentro del proyecto SILENV, y con el objetivo de conocer la situación actual de la flota europea desde el punto de vista de vibraciones y ruidos, se decidió proceder a recopilar todos los datos experimentales disponibles. Esta colección de datos debería ser representativa de la flota europea y, por consiguiente, debería incluir datos experimentales correspondientes a todo tipo de buques. Esta colección de datos correspondientes a 151 buques, denominada *Silenv-N&V Existing Database*, está integrada por 54 buques mercantes, 48 buques Ro-pax y de pasaje, 6 buques de investigación oceanográfica, 5 ferris, 6 pesqueros, 12 remolcadores y otros 20 buques de diferentes tipos agrupados en el bloque denominado otros. Para cada tipo o familia de buques se ha procurado recopilar datos de buques viejos y nuevos», de más o menos de 15 años, respectivamente.

Como era previsible, de este total de buques (151) «no ha sido posible encontrar ni uno solo» para el que estuviesen disponibles todos los datos experimentales que configuran lo que se ha denominado *N&V- Full Signature* (Firma Acústica Completa del buque, integrada por los niveles de ruidos y vibraciones a bordo (N&V), los niveles de ruido exterior radiados al puerto (NRH) y los niveles de ruido radiado al agua (URN), que permiten la evaluación del impacto del buque no sólo en las personas embarcadas en el mismo sino en el medioambiente. Para poder rellenar esta deficiencia de datos experimentales, previa definición de un procedimiento de medida que unificase los criterios a seguir por los diferentes socios implicados, se desarrolló una exhaustiva campaña de medidas experimentales, con el objetivo de obtener la N&V-FS en, al menos, un buque representativo de cada familia. Este programa de

medidas se extendió a un total de 20 buques: 5 mercantes, 8 ro-pax y pasaje, 4 de investigación oceanográfica, 2 pesqueros y 1 LNG. Más de 2.000 nuevos datos experimentales fueron recopilados lo que permitió generar la denominada «SILENV- N&V On-site Measurements Database». En la figura 1 adjunta se recoge una representación de las diferentes familias de buques que integran la «SILENV-N&V Database».

### La evaluación (Assessment) de la flota ↓

Para poder responder a la aproximación holística comprometida por el proyecto Silenv, la evaluación de la *Silenv-N&V Database* se ha desarrollado conforme al siguiente esquema: En una primera fase, se procedió a la definición de unos límites objetivo, no sólo relativos a ruidos y vibraciones a bordo (N&V) sino también con respecto a los niveles de ruido radiado al exterior: puerto (NRH) y al agua (URN), por los buques. De ahora en adelante nos referiremos a estos límites como *Preliminary Silenv Limits (PSL)*.

En una segunda etapa, y una vez que los límites objetivo se han definido estamos en condiciones de proceder a desarrollar la evaluación (*assessment*), o comparación entre los datos experimentales de cada buque, individualmente o agrupados por familias o tipos, con los límites predefinidos. En base al diseño de la herramienta desarrollada (*Assessment matrix*) para este cometido, uno de los principales objetivos, y por lo tanto novedades, de esta evaluación es que permite no sólo obtener una foto fija y actual de cómo se encuentra la flota europea/española con respecto a los Requerimientos Estándar sobre vibraciones y ruidos, y con respecto a las nuevas Directivas, en vigor o de inminente aparición; sino que nos permite la identificación de las ausencias formales y deficiencias técnicas que motivan las desviaciones o incumplimientos. Finalmente, y por medio del correspondiente análisis de sensibilidad, se han presentado las acciones y recomendaciones necesarias para mejorar la situación actual.

### PRINCIPALES RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ↓

De todo lo expuesto junto con los datos aportados por la investigación realizada en el contexto del proyecto Silenv, se destacan las siguientes observaciones:

✓ Los resultados obtenidos relativos a la distribución estadística de los niveles de ruidos y vibraciones en los diferentes espacios de los buques, junto con los porcentajes de desviación con respecto a los Requerimientos Estándar; permite afirmar que el cumplimiento estricto (para todos los espacios y sin ningún margen de desviación) con respecto a los Requerimientos IMO (ruidos) e ISO (vibraciones), de los buques que integran la flota actual (independientemente del cumplimiento de algunos buques en particular) no es alcanzable.

✓ Asimismo, los intentos de aplicación a la flota existente de cualesquiera otros límites objetivos, más es-

trictos que los estándares actuales (nuevo IMO), llevará aparejada mayores porcentajes de desviación y, por lo tanto, de incumplimientos.

✓ De los resultados de la investigación realizada y para los diferentes buques representativos de la Flota Europea/Española, se ha podido concluir que cualesquiera que sean los límites establecidos para los requerimientos medioambientales, desde el punto de vista de vibraciones y ruidos, su estricto cumplimiento requiere, como condición indispensable, la adecuada aplicación de un conjunto de acciones preventivas (esfuerzos técnicos) dirigidas al cumplimiento de estos límites objetivos y que deberán aplicarse eficientemente y en el momento adecuado: en las primeras etapas del diseño y del proyecto y durante su construcción.

✓ En consecuencia, la aplicación de Directivas Medioambientales, ya sean relativas a reducción de emisiones o reducción de ruidos, en general, a los buques actuales de la flota cuando en ellos no se especificó nada y, en consecuencia, nada se hizo; confirmará, con contadas excepciones, el incumplimiento generalizado de la flota con respecto a este nuevo marco regulatorio medioambiental. Esta situación obligará, dentro de un esquema de coherencia, a la definición de políticas activas de corrección.

✓ Como contrapunto, y para aquellos buques en los que los esfuerzos técnicos se aplicaron con el propósito de responder a los requerimientos medioambientales definidos contractualmente en sus especificaciones, el cumplimiento con los mismos se ha alcanzado. Estos buques, entre los cuales se encuentran los modernos oceanográficos españoles, son los referentes tecnológicos que podrán emplearse como guías prácticas para la construcción de los futuros buques silenciosos (o de reducido impacto medioambiental).

✓ Se confirma, así, la solvente capacidad técnica de la construcción naval para responder a la Política Medioambiental que pretende la UE. Sólo queda establecer los plazos y mecanismos para su aplicación.

Por consiguiente, en base a todo lo expuesto, y desde el punto de vista del autor, las posibles líneas estratégicas para mejorar la situación actual podrían resumirse en los siguientes tres puntos:

**1**] Definición, promoción y lanzamiento, en el sector marítimo y la comunidad técnica, de una intensa política de difusión acerca de las actividades específicas dirigidas a disminuir el impacto medioambiental de los buques. Es necesario *convencer* al sector de la necesidad del cambio, más que *forzarle* a él. Y más, dada la crítica situación actual del mismo.

**2**] Con relación a la situación actual de la flota, su edad media y teniendo en cuenta que las modificaciones necesarias para mejorar su impacto en el medioambiente no son, ni técnica ni económicamente, viables; sólo existen dos alternativas ó posibilidades:

- Debe abrirse, de una vez por todas, el debate en torno a la renovación de la flota, estableciendo los mecanismos financieros (al igual que se hizo en su día para el sector de automóviles), y los criterios técnicos y medioambientales que permitan su materialización. Dicen que tiempos difíciles requieren de decisiones valientes. La UE debe ser consciente que reduciendo flota únicamente no se resolverá el problema: Otros buques sin control ocuparán el espacio libre dejado, y además el impacto en la salud de las personas que queden embarcadas, tampoco se solucionará.

- Aplicar una «política de gestión/control del ruido», que previo conocimiento de la firma acústica de los buques (caracterización de los mismos), permita su correcta localización con respecto las zonas sensibles o protegidas [34].

**3** Finalmente, y desde el punto de vista del autor, es conveniente insistir en la conveniencia de encontrar una solución integral al problema: eficiencia energética, emisiones de gases y emisiones de ruidos. En ese sentido, los proyectos promocionados por la EC y dirigidos al primero de los aspectos, deberán engranarse y/o realimentarse con los que se ocupan del tercer aspecto. Ambos deberán ser compatibles.

## BIBLIOGRAFÍA

[1] BELTRÁN, P.: «La Predicción de Vibraciones en Buques: Herramienta básica de ingeniería para el cumplimiento con los requerimientos actuales de confort y calidad». Ingeniería Naval, Octubre 2001.

[2] BELTRÁN, P. y OTROS: «Buques Pesqueros Silenciosos. Un hito de los pequeños y mediano astilleros españoles. Lecciones aprendidas». Separata Ingeniería Naval, Febrero 2006.

[3] BELTRÁN, P.: «Buque Oceanográfico Miguel Oliver». Ingeniería Naval No. 848, Mayo 2007.

[4] BELTRÁN, P.: «Buque Oceanográfico Miguel Oliver: La Excelencia en Ruido y Vibraciones a bordo cumpliendo ICES-Nº 209». Primer Premio del 47 Congreso de Ingeniería Naval e Industria Marítima, Octubre 2008.

[5] BELTRÁN, P.: «La Construcción Naval Española preparada para responder a los nuevos y exigentes requerimientos medioambientales. Nuevos retos y oportunidades de negocio». Segundo Premio del 49º Congreso de Ingeniería Naval e Industria Marítima». Ingeniería Naval, Diciembre 2010.

[6] BELTRÁN P, DÍAZ, J.I, SALINAS, R.: «Achievement of the New Underwater Radiated Noise Requirements by the Spanish Shipbuilding Industry». Proceeding of the 11<sup>th</sup> European Conference on Underwater Acoustic.

[7] ANAVE. «Marina Mercante y Transporte Marítimo 2011-2012».

[8] EUROPEAN COMMISSION Green Paper on Future Noise Policy (COM (96) 54 540). 1996.

[9] DIRECTIVE 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise.

[10] SOLAS International Convention for the Safety of Life at Sea. 1974.

[11] IMO Resolution A.343 (IX): Recommendation on Methods of Measuring Noise Levels at Listening Post. IMO 1975.

[12] IMO Resolution A.468 (XII): Code on Noise Levels on Board Ships. IMO 1975.

[13] ISO 6954:1984: Mechanical vibration and shock – Guidelines for the overall evaluation of vibration in merchant ships. ISO 1984.

[14] ISO 6954:2000: Mechanical vibration – Guidelines for the measurement, reporting and evaluation of vibration with regard to habitability on passenger and merchant ship.

[15] DIRECTIVE 2002/44/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (vibration). (Sixteenth individual Directive within the meaning of Article 16 (1) of Directive 89/391/ECC).

[16] DIRECTIVE 2003/10/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (noise). (Seventeenth individual Directive within the meaning of Article 16 (1) of Directive 89/391/ECC).

[17] DIRECTIVA 2006/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de diciembre de 2006 por la que se establecen las prescripciones técnicas de las embarcaciones de la navegación interior y se deroga la Directiva 82/714/CEE del Consejo.

[18] ILO MLC Maritime Labour Convention. ILO 2006.

[19] ILO Code of practice Ambient factors in the work place. ILO 2001.

[20] ILO Convention No. 188 concerning work in the fishing sector. ILO 2007.

[21] ILO Recommendation No. 199 concerning work in the fishing sector. ILO 2007.

[22] IMO Document MSC 83/25/13 Proposal for protection against noise on board ships. IMO 2007

[23] IMO Document DE 53/10 Proposals for the development of amendments to SOLAS regulation II-1/36 and a revision of the Code on noise levels on board ships. IMO 2009.

[24] EN ISO 2922:2000 Medición del ruido aéreo emitido por embarcaciones en vías navegables interiores y puertos.

[25] EN ISO 14509-2:2007 Pequeñas embarcaciones – Ruido aéreo emitido por embarcaciones de recreo a motor – Parte 2: Evaluación del ruido mediante embarcaciones de referencia.

[26] EN ISO 14509-1:2009 Pequeñas embarcaciones. Ruido aéreo emitido por embarcaciones de recreo motorizadas. Parte 3: Evaluación del ruido utilizando procedimientos de cálculo y medición.

[27] Directiva 2006/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de diciembre de 2006 por la que se establecen las prescripciones técnicas de las embarcaciones de la navegación interior y se deroga la Directiva 82/714/CEE del Consejo.

[28] ICES Cooperative Research Report Nº 209. Underwater noise of research vessels, review and recommendations. ISSN 1017-6195, May 1995.

[29] DIRECTIVE 2008/56/EC. «Establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive). 17<sup>th</sup> of June 2008.

[30] ANS/ASA S12.64-2009/Part 1: Quantities and Procedures for Description and Measurement of Underwater Sound from Ship-Part 1: General Requirements.

[31] DNV RULES FOR CLASSIFICATION OF SHIP. Newbuildings, Special Equipment and Systems Additional Class: Part 6, Chapter 24 Silent Class Notation, January 2010.

[32] BELTRÁN, P.: «Shipbuilding and new requirements to reduce the environmental impact of ships: New technological challenges and business opportunities». *Ship Science and Technology*, vol. 5, nº 10. January 2012. (www.shipjournal.co).

[33] CODE OF PRACTICE FOR CONTROLLING RISKS due to Noise on Ships». MCA-Maritime and Coastguard Agency.

[34] Beltrán, P y SALINAS, R.: «The most recent Noise & Vibration Assessment of the European Fleet, within the framework of «SILENV Project». MARNV-2012- International Conference on Advances and Challenges in Marine Noise and Vibration. Glasgow 2012.