



Hope, una joven hembra de calderón tuvo que ser eutanasiada porque una hélice de barco le seccionó el pedúnculo caudal en el suroeste de Tenerife; se convirtió así en un símbolo de la vulnerabilidad de la especie a las colisiones y de esperanza para que se apliquen medidas que las eviten © Francis Pérez

CARACTERIZACIÓN DE LOS RIESGOS
DE LA NAVEGACIÓN SOBRE LOS CETÁCEOS

Medidas de protección para minimizar las colisiones con barcos

José Francisco Sánchez González
Marta Susana Jiménez Saavedra
Elvira Minaya García-Bellido Capdevila
José María Grassa Garrido

Centro de Estudios de Puertos y Costas, CEDEX. Ministerio de
Transportes, Movilidad y Agenda Urbana

Jorge Alonso Rodríguez

Subdirección General de Biodiversidad
Marina y Terrestre. Ministerio
para la Transición Ecológica y el Reto
Demográfico

Los cetáceos tienen un papel crucial en la salud y el equilibrio de los océanos por la influencia directa que sus distintas especies tienen tanto en los ecosistemas marinos como en distintos sectores de la economía azul. Por un lado, representan una parte importante de la biodiversidad marina y desempeñan un papel único en los ecosistemas oceánicos. Proteger y conservar estas especies contribuye a mantener la diversidad biológica y asegura que los ecosistemas marinos sigan siendo funcionales y resilientes. Dada su posición clave en las cadenas alimentarias y en los ciclos de nutrientes, la alteración de su número podría tener efectos cascada en todo el ecosistema, modificando las poblaciones de presas y depredadores y perturbando la estructura y función de los hábitats marinos. Este aspecto es esencial también para la sostenibilidad de las pesquerías, uno de los principales sectores de la economía azul.

Captura de carbono y servicios ecosistémicos

Además, por su tamaño, los cetáceos desempeñan un papel en la captura y almacenamiento de carbono en los océanos, de ahí el interés de su protección como método para limitar los gases de efecto invernadero y el calentamiento global. Continuando con la importancia de los cetáceos para la economía azul, su conservación puede impulsar actividades humanas muy diversas. Destaca por ejemplo la investigación científica y el beneficio que supone el conocimiento sobre estas especies no solo para ellas en particular, sino porque también puede conducir a una mejor comprensión de los procesos oceánicos y ayudar a tomar decisiones informadas para la gestión sostenible de los recursos marinos. También se podrían destacar actividades educativas o turísticas como la observación de ce-



Además del tráfico comercial a gran escala en Canarias, se trabaja también para minimizar el riesgo de impactos contra embarcaciones recreativas de observación. Actividad de avistamiento de delfines en Los Gigantes (Tenerife)

**Proteger y conservar a los
cetáceos contribuye a mantener
la diversidad biológica y a que
los ecosistemas marinos sean
funcionales y resilientes**

táceos, sector del que dependen muchas comunidades, si bien para que la actividad sea sostenible es imprescindible que sea también responsable, minimizando el impacto negativo en los animales y sus hábitats.

Por tanto, es fundamental establecer medidas de protección y conservación de los cetáceos frente a sus principales amenazas, entre las cuales se encuentran la navegación, destacando en este caso los riesgos de colisión y los efectos del ruido asociado. Otras amenazas para estas especies son las actividades recreativas de observación de cetáceos (AROC), cuando se realizan fuera de control, y la pesca, dado el potencial conflicto que podría surgir con los cetáceos por la ocupación de las zonas de alimentación. Para ello, la Subdirección General de Biodiversidad Marina y Terrestre (SGBMT) y el Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX colaboran desde hace tiempo en el estudio de los riesgos de la navegación, enfocándose de manera particular en los riesgos de colisión entre barcos y cetáceos, al objeto de establecer medidas de gestión para reducirlo.

Estudios en Canarias y el Mediterráneo

Dentro de esta línea de trabajo, el CEDEX está realizando estudios de estas colisiones en emplazamientos concretos para el análisis de medidas de reducción de accidentes. Un primer estudio del tráfico marítimo interinsular en las Canarias en relación con las especies de cetáceos de hábitats profundos (cachalotes, zifios y calderones), fue reportado en Grassa *et al.* (2019). Posteriormente se ha trabajado también en el área mediterránea, concretamente en el entorno del corredor de migración de cetáceos del Mediterráneo (en adelante CMCM), en relación con cachalotes y rorcuales, así como en el contexto de una propuesta de declaración de Zona Marina Especialmente Sensible (ZMES) conjunta de Italia, Mónaco, Francia y España. Otros estudios actualmente en ejecución incluyen los riesgos del tráfico marítimo en las Islas Baleares y las Islas Canarias. Todos estos estudios están conduciendo a la propuesta de métodos de trabajo para el mapeado espacial del riesgo de colisión debido al tráfico marítimo como base racional de medidas de reducción del riesgo.

Esta serie de estudios se ha realizado por el CEDEX a partir de los mensajes AIS (*Automatic Information System*) que emiten los barcos en ruta. El sistema permite identificar en tiempo real la posición de aquellos barcos que lo tienen instalado y se aplica principalmente para la vigilancia y la seguridad de la navegación (Figura 1). No obstante, los mensajes que emiten los barcos pueden aprovecharse para otras aplicaciones diferentes, entre las que se destaca

la caracterización de las actividades asociadas a los riesgos de la navegación, trabajos que se presentan seguidamente. También es posible caracterizar y analizar las presiones que inducen estas actividades en el medio marino, como el ruido submarino y las emisiones a la atmósfera, trabajos que también realiza el CEDEX en colaboración con distintos centros directivos del MITMA y del MITECO. Para ello se emplean los mensajes AIS de tipo 1, 2 y 3 (dinámicos) que facilitan para cada buque, en intervalos de 2 segundos a 3 minutos en función de su velocidad, información de su posición, velocidad, rumbo, etc. y los mensajes de tipo 5 (estáticos), emitidos a intervalos de 6 minutos, con datos de viaje que incluyen el tipo y dimensiones del barco, su carga, etc. Habida cuenta de su interés como fuente de datos, el CEDEX ha compilado una base de datos histórica que contiene actualmente unos 50 000 millones de registros de posiciones y datos de buques navegando en aguas jurisdiccionales españolas desde 2012 hasta la actualidad.

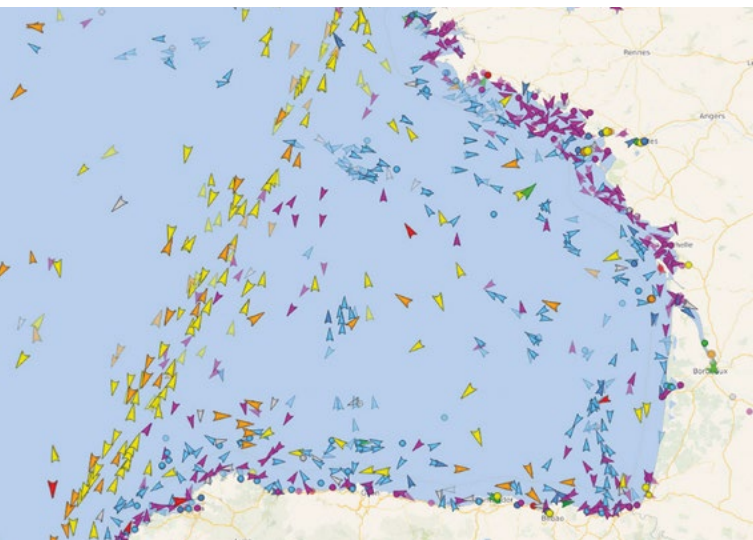


Figura 1. Imagen de barcos en ruta en el Golfo de Vizcaya (fuente: <https://www.vesselfinder.com/es>, a partir de datos AIS)



Esquema del funcionamiento vía satélite del sistema AIS para comunicaciones barco-barco, barco-costa y tierra-barco
© Spire - International Maritime Organization

Metodología para el análisis de riesgo

— Tráfico y peligrosidad

La descripción del tráfico en los términos señalados se obtiene seleccionando los mensajes emitidos por los buques en cada zona durante el periodo de interés. Estos mensajes se componen para cada barco en trazas realizadas en el área de interés, que se descompone en trayectos entre puertos de la zona o desde/hacia el exterior de la región o en trayectos de tránsito (sin parada en la zona de estudio). El resultado de este proceso es una tabla conteniendo para cada tipo de buque y/o buque concreto, la relación de los viajes realizados y los detalles de su trayectoria. Estos resultados se emplean para generar mapas de densidad del tráfico (Figura 2).

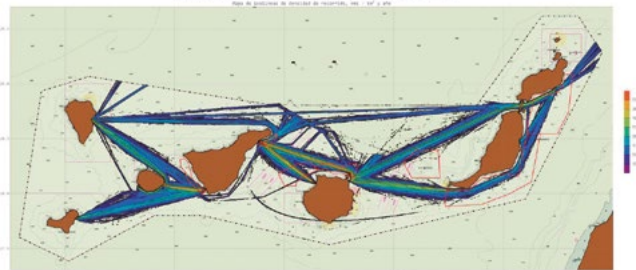


Figura 2. Densidad de tráfico interinsular en las Islas Canarias (mayo 2018 – abril 2019)

Con estos datos de tráfico, el mapa de peligrosidad se obtiene teniendo en cuenta además la distancia realizada por cada buque y la probabilidad de letalidad, que de acuerdo con la formulación de Vanderlaan y Taggart, (2007) está asociada a la velocidad del buque, y a sus dimensiones —manga y calado del barco— (Figura 3).



Figura 3. Representación gráfica del índice de peligrosidad en el CMCM (octubre 2018-septiembre 2019)



Cachalote con graves heridas en la aleta dorsal, ya cicatrizadas, y en el lomo (muy cerca de la columna vertebral) provocadas por colisión con embarcación © TURSIOPS

— Vulnerabilidad y Exposición

Para la consideración de la vulnerabilidad y la exposición de los cetáceos se debe contar con información sobre su distribución espacial, zonas de cría, alimentación y migración y pautas estacionales de empleo de esos hábitats (véase Conn y Silber, 2013). En el caso de estudio en las Canarias, por ejemplo, se ha contado con un elevado número de observaciones de cetáceos de hábitos profundos (Figura 4). Dada la homogeneidad de tamaños y comportamientos de las especies estudiadas los datos de avistamientos se han empleado como indicativos de exposición y vulnerabilidad. En los casos de nuevos estudios en Baleares y Canarias, la DGBBD está actualmente desarrollando estudios que se espera tener finalizados en 2024.

— Riesgo

Finalmente, multiplicando nodo a nodo las mallas de peligrosidad y de exposición y vulnerabilidad se obtiene un

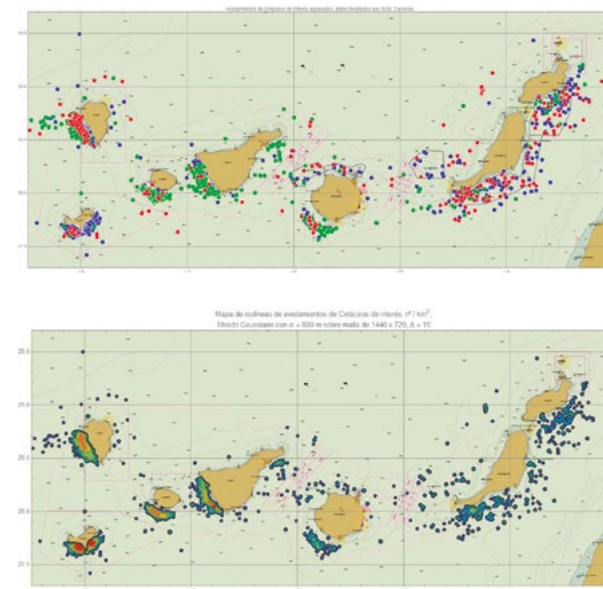


Figura 4. Arriba: avistamientos de especies de hábitos profundos y polígonos de zonas de riesgo (Fuente: Gobierno de Canarias). Abajo: Interpolación mediante isonúcleas de avistamientos, en n°/km2

CEDEX realiza los estudios a partir de los mensajes ‘Automatic Information System’ que emiten los barcos en ruta

mapa de riesgo (Figura 5). El mapa se normaliza mediante su integración y ajuste con un número estimado de colisiones letales en el periodo de estudio considerado, como guía de evaluación cuantitativa de medidas.

Cabe señalar que, si bien la descripción del tráfico interinsular quedó establecida con un nivel de detalle suficiente, también cabe la posibilidad de ampliar el análisis a todo el tráfico marítimo que se produce en las Islas Canarias. Este es un aspecto que está desarrollando actualmente el CEDEX por encargo de la DGBDD.

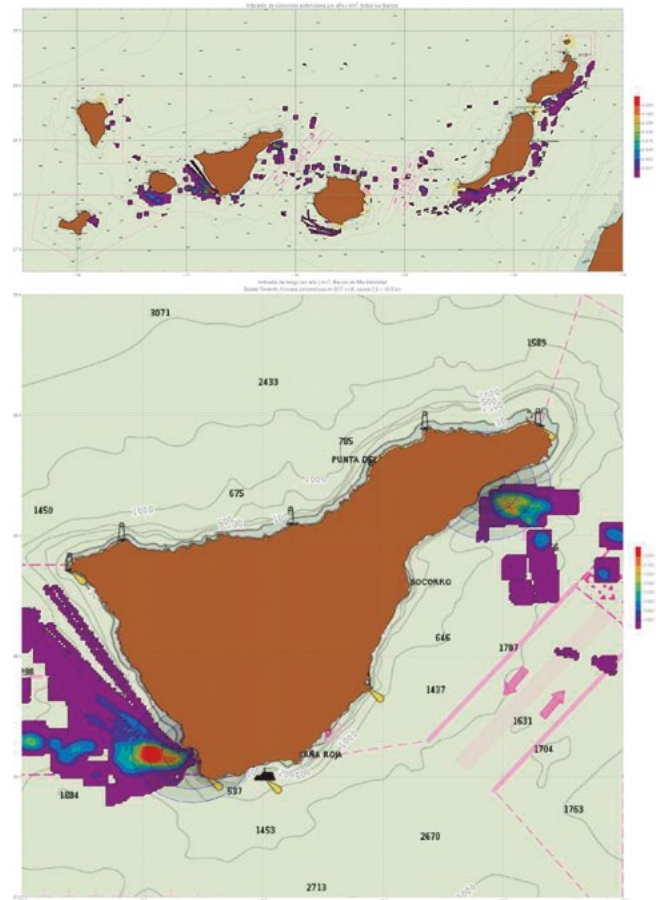


Figura 5. Arriba: distribución del riesgo de colisión asociado al tráfico interinsular en las Islas Canarias. Abajo: detalle en la isla de Tenerife

La ZMES del Mediterráneo Noroccidental

A lo largo de 2022 Francia, Italia, Mónaco y España trabajaron conjuntamente en una propuesta de designación de una Zona Marina Especialmente Sensible (ZMES) en el Mar Mediterráneo Noroccidental para minimizar el riesgo de colisiones con cetáceos y proteger de manera efectiva la biodiversidad frente a las amenazas del transporte marítimo. Como resultado de estos trabajos y la defensa de

Francia, Italia, Mónaco y España han logrado conjuntamente la designación de la Zona Marina Especialmente Sensible del Mediterráneo Noroccidental

la propuesta ante la Organización Marítima Internacional (OMI), el pasado mes de julio el Comité de Protección del Medio Marino designó el Mar Mediterráneo noroccidental como ZMES. La ZMES propuesta (Figura 6) incluye el CMCM y todo el Santuario de Pelagos, declaradas anteriormente como Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo (ZEPIM) para la conservación de cetáceos.

En España, este proceso lo han estado llevando a cabo conjuntamente la Dirección General de la Marina Mercante

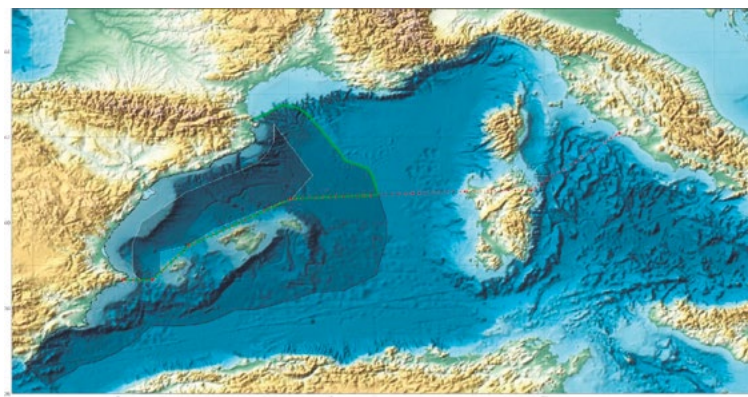


Figura 6. Demarcación levantino-balear (LEBA), Corredor de Migración de Cetáceos (línea blanca), propuesta de ZMES del Mediterráneo NW (N de la línea roja) y perímetro de la parte española de la ZMES (línea verde)

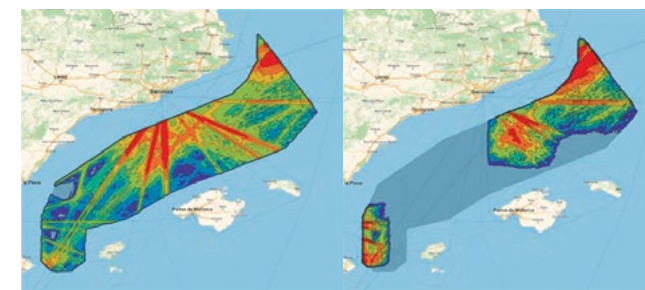
(MITMA), cubriendo las cuestiones relativas a la navegación y seguridad en el tráfico marítimo, y la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación, a través de su SGBMT, para las cuestiones relativas a la protección de la biodiversidad. La propuesta se ha realizado con el apoyo del CEDEX e incluye un estudio detallado de las características físicas, ecológicas y socioeconómicas de la región basado en las investigaciones más recientes, así como el análisis de la vulnerabilidad de los cetáceos frente a los riesgos asociados al tráfico marítimo, con especial énfasis en las colisiones entre buques y cetáceos.

La propuesta española incluye un resumen del estudio realizado por el CEDEX en 2021 sobre el tráfico marítimo en el CMCM, donde se ha confirmado la presencia de rorcuales comunes y cachalotes. En dicho estudio, se utilizó un indicador cualitativo espacial de “riesgo potencial de colisión” considerando, por un lado, los datos relacionados con el tráfico marítimo y, por otro, la información disponible relacionada con los avistamientos de las especies estudiadas. El análisis realizado para el período de octubre de

2018-septiembre de 2019 mostró que hasta 4 552 buques (incluyendo naves de alta velocidad, buques de pasajeros, cargas y petroleros) transitaron esta área marina protegida, acumulando 5,81 millones de km recorridos con una ruta promedio por barco de 132 km. Dentro del CMCM, para el tráfico total analizado, estas áreas se identificaron con el extremo noroeste del corredor y el área afectada por las rutas que parten del puerto de Barcelona, como se muestra en la Figura 7.

Notificar avistamientos

Esta designación del Mediterráneo noroccidental como ZMES implica la adopción de medidas de protección que deben ser objeto de revisión y coordinación entre los países. Entre ellas, destacan la recomendación de reducción de velocidad de los buques en la proximidad de cetáceos y obligación de notificar los avistamientos o el establecimiento de una base de datos de avistamientos. Todo ello, con el objeto de reducir el riesgo de colisión y, en caso de colisión, el de resultar letal para el cetáceo.



Rorqual común
'Balaenoptera physalus'

Cachalote
'Physeter macrocephalus'

Figura 7. Índice de riesgo potencial de colisión asociado a la presencia de los cetáceos y al tráfico marítimo en el CMCM, en el periodo octubre de 2018 a septiembre de 2019 (CEDEX, 2021)

Tráfico marítimo en Baleares y Canarias

Como continuación a los trabajos mencionados en la sección anterior, actualmente se está analizando el tráfico marítimo y la peligrosidad asociada al mismo en el ámbito de las Islas Baleares y de las Islas Canarias. Los resultados del trabajo se incorporarán al proyecto INTEMARES, concretamente dentro de la acción 'Proyectos demostrativos para evitar colisiones de cetáceos con el tráfico marítimo', responsabilidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. El análisis incluye todo

El método propuesto permite detectar las zonas de mayor riesgo de colisión

tipo de tráfico y distingue entre diversas categorías de buques, orígenes y destinos, evolución temporal, etc. Es decir, se analiza multitud de factores al objeto de determinar posibles medidas de gestión en aras de proteger más eficazmente a los cetáceos frente a los riesgos de colisión

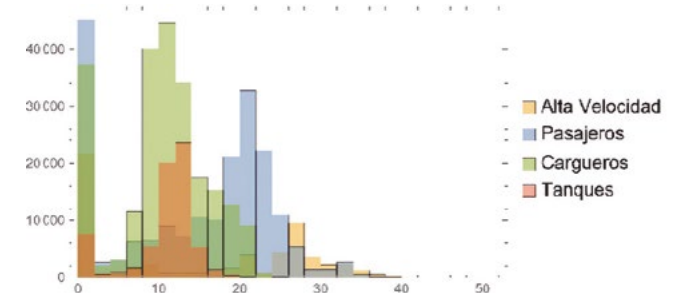


Figura 8. Histograma de velocidades de distintos tipos de buque (nudos) en el canal de Mallorca

con barcos en ruta. Para cada región analizada se analizan, entre aspectos, los tráficos con origen o destino en los distintos puertos de la región, los viajes más frecuentes, las velocidades de los barcos en ruta y la estacionalidad de los distintos tipos de tráfico (distinguiendo entre cargueros, tanques, pasajeros, buques de alta velocidad y grandes yates recreativos).

En cuanto a las regiones analizadas, el proyecto INTEMARES especifica que deben analizarse particularmente el

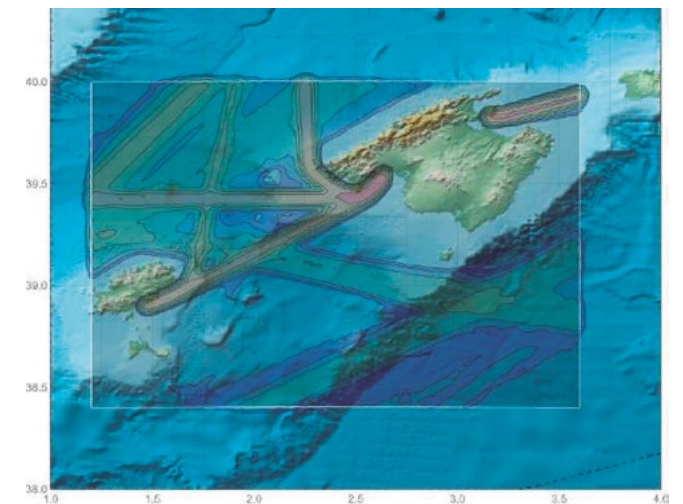


Figura 9. Mapa de densidad de viajes más frecuentes en el Canal de Mallorca, año 2021

canal de Ibiza y el canal de Mallorca, en las Islas Baleares, mientras que en las Islas Canarias se considerará como zonas de trabajo preferente los canales existentes entre Tenerife y Gran Canaria y entre Gran Canaria y Fuerteventura, así como el veril de sotavento de Fuerteventura y Lanzarote y entorno de Amanay, por su condición de áreas con presencia de concentradores de tráfico.



Las colisiones con las embarcaciones provocan grandes cortes y profundas heridas

Conclusiones

La aproximación al riesgo descrita en este artículo permite detectar zonas de mayor riesgo en la actualidad, donde podría resultar de mayor interés plantear medidas de gestión actuando sobre sus distintos componentes: peligrosidad de la navegación, vulnerabilidad y/o exposición de los cetáceos. De igual forma, el método permite valorar la modificación del nivel riesgo resultante de la adopción de unas u otras medidas de protección, midiendo su efectividad y orientando hacia la selección de las más apropiadas.

Por otro lado, al considerar de forma independiente los distintos factores del riesgo, el método permite mejorar los resultados para obtener una mayor representatividad, especialmente en lo relativo a la exposición, aspecto en el

Las nuevas tecnologías aplicadas permiten incrementar la seguridad en la navegación y evitar daños a la fauna marina

que puede aumentarse la calidad de la información, incorporando nuevas técnicas de estudio, como por ejemplo la teledetección basada en sensores en satélites y/o fotografías aéreas (Guirado *et al.*, 2019) para evaluar tanto avistamientos como varadas, mejorar el conocimiento de su estacionalidad, etc. Este es el caso de nuevos estudios que la DGBBD está realizando en Baleares y Canarias, y que se espera tener finalizados en 2024

Referencias

1.

Fais A, Lewis TP, Zitterbart DP, Álvarez O, Tejedor A, Aguilar Soto N., (2016). “Abundance and Distribution of Sperm Whales in the Canary Islands: Can Sperm Whales in the Archipelago Sustain the Current Level of Ship-Strike Mortalities?” PLoS ONE11(3): e0150660. doi:10.1371/journal.pone.0150660

2.

Conn, P.B. y Silber, G.K., 2013. Vessel speed restrictions reduce risk of collision-related mortality for North Atlantic right whales. Ecosphere. Vol. 4(4), art.43.

3.

Grassa, J.M., Lloret, A., Jimenez, M., Moreno I. (2019). “Estudio del tráfico Marítimo Interinsular en relación con las colisiones entre buques y cetáceos en las Islas Canarias”. Ingeniería Civil, 194: 5-19

4.

Grassa, J.M., Sánchez, J.F., Jimenez, M. (2022). Riesgo de colisión entre buques y cetáceos. Análisis y casos prácticos XXX CONGRESO LATINOAMERICANO DE HIDRÁULICA, 7-11 noviembre 2022

5.

Guirado, E., Tabik, S., Rivas, M.L. et al. (2019). “Whale counting in satellite and aerial images with deep learning”. Sci Rep 9, 14259. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50795-9>

6.

Laist, D.W., Knowlton, A.R., Mead, J.G., Collet, A.S., Podesta, M. (2001). “Collisions between Ships and Whales”. Marine Mammal Science, 17(1):35-75

7.

Vanderlaan, A.S.M. y Taggart, C.T. (2007). “Vessel collisions with whales: the probability of lethal injury based on vessel speed”. Marine Mammal Science, 23(1): 144-156

8.

Vaes, T. y Druon, J-N. (2013). “Mapping of potential risk of shipstrike with fin whales in the Western Mediterranean Sea”. Report EUR 25847EN, JRC.