

Recopilación Información técnica y diseño de campañas. Minimización Colisiones Cetáceos Baleares.

Febrero 2022

LIFE IP INTEMARES

Gestión integrada, innovadora participativa de la Red Natura 2000 en el medio marino español

LIFE15 IP ES012 – INTEMARES

C1.3. Proyectos demostrativos para evitar colisiones de cetáceos con el tráfico marítimo.

ÍNDICE

1. Resumen EJECUTIVO.....	3
2. Resumen de actuaciones.....	4
2.1. Antecedentes y objetivos.....	4
2.2. Actividades previstas.	4
2.2.1. Recopilación información técnica.	4
2.2.2. Riesgo de colisión en la zona de estudio.	14
2.2.3. Zona de estudio.	15
2.2.4. Diseño de las campañas.....	16
2.2.5. Fotoidentificación.	19
2.2.6. Biopsias.....	23
2.2.7. Marcaje satelital.	23
2.2.8. Elaboración de cartografía.	25
2.2.9. Seguimiento acústico-pasivo.....	26
2.2.10. Seguimiento de cachalote desde Ferri.	28
2.2.11. Cronograma actualizado.	30
3. BIBLIOGRAFÍA.....	33



Autoría:

Asociación TURSIOPS.

Dr. José M^a Brotons, Margalida Cerdà, Yaiza Vitoria, Guillaume Pellentigeas.



Coordinación y revisión:

Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Edita:

El proyecto LIFE INTEMARES avanza hacia el objetivo de lograr una gestión eficaz de los espacios marinos de la Red Natura 2000, con la participación activa de los sectores implicados y con la investigación como herramientas básicas.

La Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico coordina el proyecto. Participan como socios el propio ministerio, a través de la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación; la Junta de Andalucía, a través de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, así como de la Agencia de Medio Ambiente y Agua; el Instituto Español de Oceanografía; AZTI; la Universidad de Alicante; la Universidad Politécnica de Valencia; la Confederación Española de Pesca, SEO/BirdLife y WWF-España. Cuenta con la contribución del Programa LIFE de la Unión Europea.



Coordina



Socios



Fecha de edición

28/02/2022

1. RESUMEN EJECUTIVO.

En el presente documento se recoge la información técnica, recopilada y estudiada, para el diseño de las actuaciones de análisis de la distribución y modelo del uso del hábitat de los cachalotes, con el fin de elaborar un programa de medidas para minimizar las colisiones de cetáceos con el tráfico marino, en las Demarcaciones Marinas Levantino-Balear y Canaria.

Entre dichas actuaciones, se incluyen campañas de detección con hidrófonos para fotoidentificación de cachalotes, la toma de muestras de tejido para análisis genéticos y colocación de marcas satelitales, el seguimiento acústico-pasivo de la especie y los embarques desde ferris para el análisis de las posibles interacciones. Todo ello circunscrito a los Canales de Mallorca e Ibiza.

Hasta la fecha, y durante los tres primeros meses de trabajo se han establecido los criterios que ordenan el proyecto en su fase de muestreo. En primer lugar, se ha realizado una extensa búsqueda bibliográfica y técnica sobre el cachalote, para identificar áreas de interés, estado poblacional y características ecológicas con influencia en el establecimiento del programa de muestreo. Se han valorado las innovaciones en hidrófonos para identificar y adquirir las 3 unidades que serán desplegadas, así como se han definido las localizaciones idóneas para su implementación. Se han limitado las zonas de estudio, diseñado los transectos lineales de muestreo y las campañas de búsqueda, localización y seguimiento. También se han estandarizado las tomas de muestras, visuales a través de dron, biopsias y el marcado satelital. Para el seguimiento de la población de cachalotes desde ferris se ha firmado un convenio de colaboración con Balearia, se han desarrollado 5 cursos de formación para los voluntarios, se ha elaborado el protocolo de registro de datos y se han iniciado los embarques.

1. EXECUTIVE SUMMARY

This document gathers the technical information for the design of actions to analyse the distribution and habitat use pattern of sperm whales, in order to draw up a programme of measures to minimise the collisions of cetaceans with marine traffic in the Levantino-Balearic and Canary Islands Marine Districts.

These actions include detection campaigns through hydrophones for photo-identification of sperm whales, taking tissue samples for genetic analysis, placing satellite tags, acoustic-passive monitoring of the species and shipments from ferries to analyse possible interactions. All of this is limited to the Canals of Mallorca and Ibiza.

To date, and during the first three months of work, the criteria for executing the project have been established. Firstly, an extensive bibliographic and technical search on the

sperm whale has been carried out to identify areas of interest, population status and ecological characteristics with an influence on the establishment of the sampling programme. Innovations in hydrophones have been evaluated to identify and acquire the 3 units to be deployed, as well as defining the ideal locations for their implementation. The study areas have been limited, the sampling line transects and the search, location and monitoring campaigns have been designed. Sampling, visual sampling by drone, biopsies and satellite tagging have also been standardized. For the monitoring of the sperm whale population from ferries, a collaboration agreement has been signed with Balearia, 5 training courses have been developed for volunteers, the data recording protocol has been drawn up and embarkations have begun.

2. RESUMEN DE ACTUACIONES.

2.1. Antecedentes y objetivos.

En el Marco del Proyecto LIFEIP INTEMARES (LIFE 15 IPE ES 012) Gestión integrada, innovadora y participativa de la Red Natura 2000 en el medio marino español, y con el objetivo general de elaborar un programa de medidas que minimicen las colisiones de cetáceos con el tráfico marítimo, tanto en la demarcación Levantino-Balear como Canaria, se han planteado el diseño y realización de campañas científicas que permitan conocer la distribución y uso del hábitat de cetáceos, y especialmente los cachalotes, en la demarcación marina Levantino-Balear, con el fin de crear y testar un programa de medidas que disminuya los riesgos de colisión, según el calendario derivado de la fecha de su aprobación.

En este primer entregable se incluyen, la revisión detallada sobre distribución, abundancia y estado poblacional del cachalote, y demás especies de cetáceos susceptibles de importancia en el área. Así mismo se detallará la planificación y descripción de las campañas de localización de individuos de cachalotes mediante hidrófono, así como el despliegue del seguimiento por acústica pasiva. Por último, se especificará el desarrollo de los embarques desde ferri.

Se incluye también el cronograma contiene los ajustes necesarios para adaptarse al calendario de ejecución de las actuaciones y que refleja el avance en la ejecución de las mismas.

2.2. Actividades previstas.

2.2.1. Recopilación información técnica.

Identidad poblacional.

Actualmente, el cachalote figura en el anexo del Real Decreto 139/2011 de 4 de Febrero para el desarrollo del listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas, como *Vulnerable* y sin especificar población concreta. Sin embargo, dicha clasificación no es acorde a los conocimientos adquiridos en las últimas décadas sobre la especie.

Los datos genéticos indican que la subpoblación de cachalotes del Mediterráneo se encuentra separada de la del Atlántico Norte conectado. A partir de comparaciones de muestras obtenidas en individuos orientales del Atlántico Norte con muestras de animales del Mar Mediterráneo, se encontraron diferencias significativas en el ADN mitocondrial, diversidad y frecuencia de haplotipos (1-3). En dichos estudios, únicamente se aisló un haplotipo de ADNmt para todas las muestras mediterráneas, lo que sugiere una única línea materna colonizadora. Un estudio en el que se genotipificaron los *loci* de 16 microsatélites de ADN nuclear (2), demostró que la población mediterránea estaba significativamente diferenciada de su contigua en el Atlántico. Dando una visión general, en el Mediterráneo existe una menor diversidad de microsatélites y su diferenciación con el Atlántico es más marcada a nivel de ADNmt, lo que hace intuir la existencia de una población filopátrica de grupos sociales matrifocales de los cuales, los machos, ocasionalmente pueden dispersarse (2).

Esta diferenciación basada en observaciones genéticas concuerda con datos derivados de fotoidentificación, análisis de vocalizaciones y mediciones anatómicas de animales varados. Así, las recapturas entre catálogos fotográficos, han identificado movimientos a lo largo de las diferentes áreas de estudio en el Mediterráneo occidental, pero no con el Atlántico Norte Oriental (4). Además, se pueden encontrar animales pertenecientes a cualquier clase de edad, incluso neonatos (5-9), lo que confirma que el parto tiene lugar en este mar. Además, por otro lado, los cachalotes emplean para su comunicación patrones estereotipados de clicks, codas, cuyas diferencias entre poblaciones, se interpretan como indicativas de diferencias culturales (10). Si bien en el Mediterráneo se han registrado más de 25 tipos de codas (11), la más abundante es la coda “3+1”, tanto en machos solitarios como, aunque en menor medida, en el seno de grupos sociales (8, 12-14). Este patrón no es común en las aguas del Atlántico Norte Oriental adyacente (15) mientras que más del 50% de las codas producidas por machos solitarios en el Mediterráneo son “3+1” (13). Esta variación en los patrones acústicos apoya también al aislamiento de la población. Finalmente, a nivel morfológico, en el Mediterráneo no se han obtenido medidas superiores a los 14-15 metros en cachalotes machos, ni en animales varados (6, 16) ni por datos acústicos (1, 13, 14, 17, 18). Estas medidas contrastan con las observadas en otras regiones, donde los machos alcanzan con regularidad, longitudes superiores a los 17 metros (10).

En conjunto, la suma de toda la información, tanto genética como de otra índole, es consistente con la naturaleza aislada de la subpoblación mediterránea de cachalote.

Distribución.

El cachalote en el Mediterráneo presenta una amplia distribución, desde el Estrecho de Gibraltar hasta el mar Levantino en la cuenca oriental. En la cuenca occidental, puede hallarse en el Estrecho de Gibraltar, alrededor de las Islas Baleares, en la cuenca Liguro-Provenzal y el mar Tirreno. Su avistamiento es raro en el estrecho de Sicilia.

Está, por lo tanto, presente en todo el litoral Mediterráneo Español. Sin embargo, su distribución no es homogénea, alternando zonas de muy baja densidad con otras de alta presencia, [Figura 1](#).

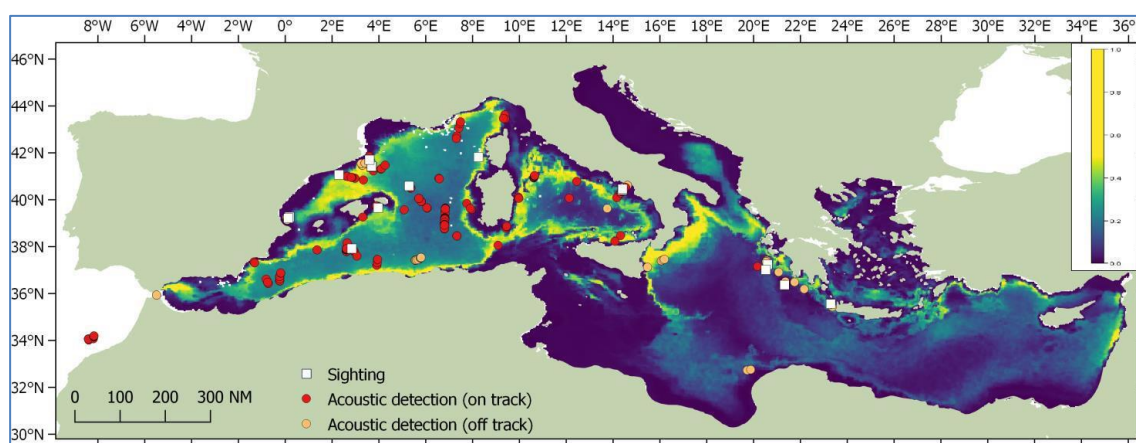


Figura 1. Avistamientos y detecciones de cachalotes durante la campaña ASI (19) sobre mapa de densidad prevista (20).

Además, tanto la distribución como la dinámica poblacional parecen ser muy fluidas. Por ejemplo, los grupos sociales con crías tienen una distribución restringida en la cuenca occidental, siendo comunes en las Islas Baleares (9) y el mar Tirreno (21). Sin embargo, se han encontrado cada vez más en el Mar de Liguria (7, 22, 23) aunque hasta 2017 no se han avistado en el Mar de Alborán y Estrecho de Gibraltar (CIRCE/Turmares/Alnilam, datos inéditos) mientras que históricamente solían ser comunes en el estrecho de Messina (24). A una escala más fina, se han encontrado cambios de distribución importantes alrededor de las Islas Baleares (25), siendo actualmente más abundantes en el Canal de Mallorca que antes.

En 2011 se publicó un primer modelo de presencia de la especie en el archipiélago balear (9) revisado recientemente (25) y que combinado con estudios sobre dieta a partir de isótopos estables, han demostrado que machos y hembras de cachalotes funcionan como especies simpátricas en el Mediterráneo (45).

En dichos modelos, Figura 2 y Figura 3, se aprecia claramente un cambio de distribución de los animales alrededor de las Islas Baleares. Cambio en el que destaca el aumento de presencia en el Canal de Mallorca, entre dicha isla e Ibiza. Canal también señalado importante para la especie en el IMMA (Important Marine Mammal Area) “Balearic Islands Shelf and Slope”, Figura 4, creada por parte de la “Marine Mammal Protected Areas Task Force” (MMPATF), creada por el “International Committee on Marine Mammal Protected Areas” (ICMMPA), la “International Union for Conservation of Nature’s” (IUCN), la “World Commission on Protected Areas” (WCPA), el “Marine Vice Chair”, y miembros de la “IUCN Species Survival Commission (SSC)”.

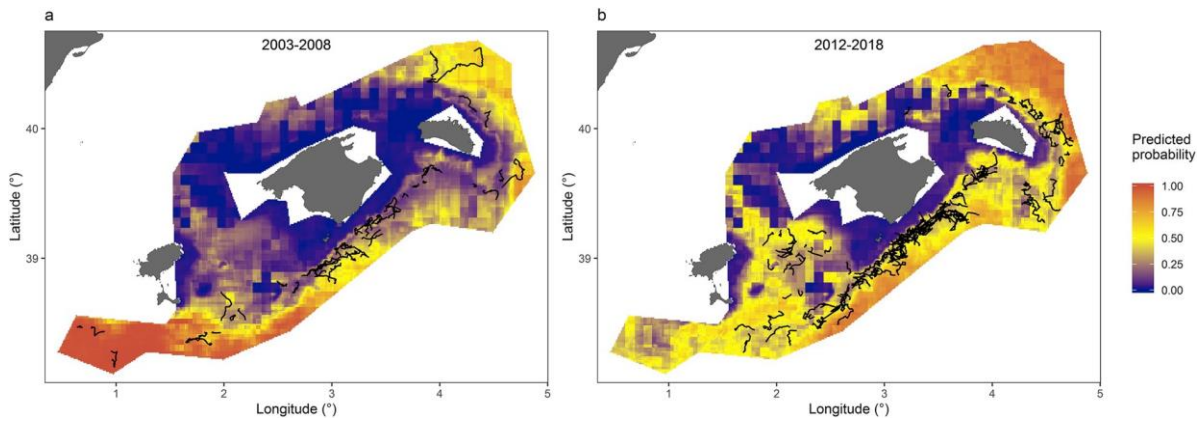


Figura 2. Modelo de uso del hábitat, en Pirotta et al., 2020.

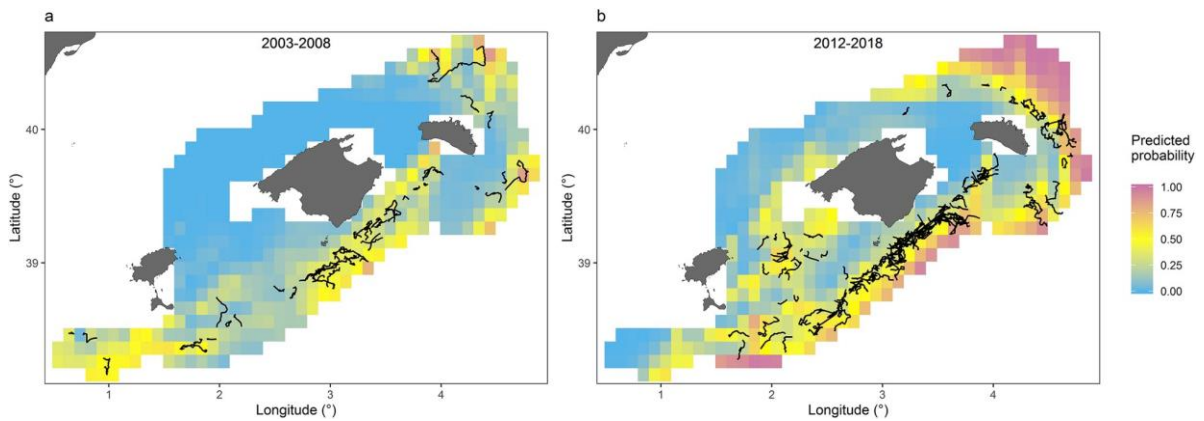
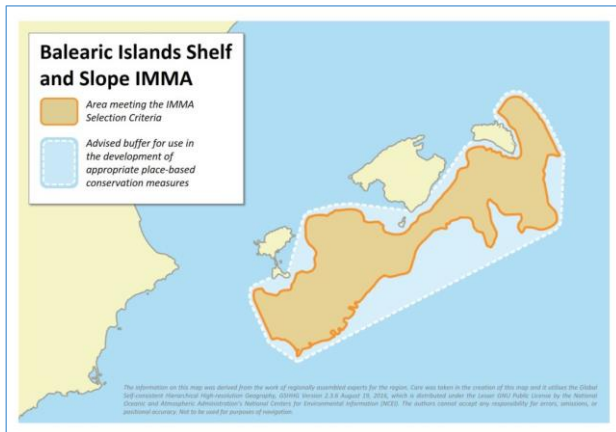


Figura 3. Modelo de distribución geográfica, en Pirotta et al., 2020.

El hábitat preferido de los cachalotes en el Mediterráneo son, principalmente, las aguas profundas del talud continental donde la topografía y la circulación oceánica facilitan la disponibilidad y abundancia de la presa preferida por la especie, los cefalópodos mesopelágicos (9, 14, 25-37). También parecen asociarse con sistemas frontales y otros factores oceánicos a mesoescala (28, 36, 38), apareciendo sobre llanuras abisales (19, 39).

A nivel oceánico, el cachalote se segrega por sexos, machos solitarios por un lado y las unidades de hembras e inmaduros por otro. Los primeros viven en altas latitudes de las que sólo se desplazan hacia el sur para unirse a los grupos sociales, que permanecen todo el año en bajas latitudes. Estos machos se asocian a un grupo únicamente durante unas horas para la reproducción (10). Esta estructura parece conservarse en el Mediterráneo



occidental y central, con los machos presentes en aguas del Golfo de León y el Mar de Liguria, principalmente en verano y alimentándose (40, 41) mientras que las unidades sociales permanecen al sur del paralelo 41 (8). Sin embargo, también se han observado grupos en el norte (7, 22, 23) y los machos se observan regularmente alimentándose alrededor de Baleares (9, 25, 42, 43) y en el mar Tirreno, frente a Ischia (14, 21, 31, 33, 44). Alrededor del archipiélago balear,

machos y grupos sociales se segregan a microescala (9, 25, 45).

La población es móvil a gran escala, pero no parece presentar movimientos migratorios. Se han observado desplazamientos entre el Mediterráneo noroccidental, Baleares y estrecho de Gibraltar (4, 42, 46). Aunque se desconoce la frecuencia, se ha demostrado el movimiento de especímenes entre cuencas (47).

Figura 4. IMMA “Balearic Islands Shelf and Slope”.

Dieta.

Aunque escasos, los datos sobre la alimentación del cachalote en el Mediterráneo no parecen diferir de sus congéneres oceánicos, con los calamares mesopelágicos como componente principal, dominados, al menos en la cuenca oriental, por los géneros *Histioteuthis* y *Octopoteuthis* (48, 49), si bien, parecen existir pequeñas diferencias entre sexos (45).

Tamaño poblacional y evolución.

Es extraordinariamente complejo precisar el tamaño de la población de cachalote Mediterráneo o de la cuenca occidental. Existen varias estimaciones locales a partir de identificación individual por fotografía. En el Estrecho de Gibraltar se identificaron 47 individuos entre 1999 y 2011 (4). En la zona comprendida entre las Islas Baleares y el mar de Liguria se estimó una población de alrededor de 400 animales, con datos recogidos entre 1993 y 2008 (42). De 2003 a 2012 se identificaron 60 individuos en el mar Tirreno (21) a las que se añadieron 20 más entre 2013 y 2015 (14). En Liguria se estimó un tamaño de población de 43-56 animales a partir de avistamientos realizados entre 1990 y 2014 (50).

Han existido esfuerzos de muestreo a gran escala basados en la metodología de “line-transect”, tanto visuales, con avioneta y barco y acústicos desde barco. Así, en el santuario Pelagos se estimó una abundancia de 369 (I.C. 95%: 84-1,691) y 565 (I.C. 95%: 123-3,653) en verano e invierno, respectivamente (51). Estima poco precisa y basada en un número bajo

de avistamientos. En 2003, 2004, 2007 y 2013 se desarrollaron campañas visuales y acústicas desde barco sobre un 75% del hábitat potencial de la especie en la cuenca oriental y de un 35% en la occidental (39, 52, 53). Combinando los datos se estimó una abundancia total para el Mediterráneo de 1,842 animales (39). La abundancia general extrapolada para la cuenca occidental fue de 1,678 individuos (39).

En verano 2018 se realizó el muestreo de mayor envergadura, hasta la fecha, para la estima de las poblaciones de cetáceos en el Mediterráneo, y que estimó en un total de 4,599 individuos (I.C. 95%: 3,217-6,763) (19) la población de cachalote. Sin embargo estos resultados son incompatibles con las estimaciones locales descritas en áreas estudiadas regularmente, además de presentar amplios intervalos de confianza en lugares como Baleares o Golfo de León, por lo que dicha estima debe tomarse con mucha precaución. Los datos derivados del muestreo aéreo simultáneo arrojó una estima de 1,478 animales (19), si bien ésta se basó en pocos avistamientos. Hay que considerar que para las estimas de especies de buceo profundo se considera inapropiado el uso de avionetas por la baja disponibilidad de avistamiento (54).

Así pues, parece plausible, a tenor de las diferentes estimas obtenidas y su consistencia, que la subpoblación de cachalote Mediterráneo se mueva en números cercanos a los 2,000 ejemplares, de los que alrededor de 1,500 se encuentran en la cuenca occidental.

Considerando una generación como la edad media de las hembras reproductoras (55), existen varios cálculos para la especie, oscilando los valores entre los 31.9 (56) y los 27.3 (57) años. En este último caso, tomando como referencia los parámetros poblacionales de la IWC de 1982 (57), aunque el mismo autor, también propone 27.5 a partir de cálculos demográficos obtenidos de la caza ballenera (58). Así, 3 generaciones comprenderían entre 81.9 y 95.7 años. Estos calculos parten de datos obtenidos fuera del Mediterráneo, por lo que, contemplando que el grado de amenazas en éste es mayor (Tabla 1) (59), y siendo conservadores, puede tomarse un periodo de 96 años (redondeando al alza a partir del cálculo de 31.9 (56)) para ponderar el decrecimiento poblacional. Considerado a partir de 2021, el inicio de dicho periodo se sitúa en 1925.

A nivel mundial se considera que la población de cachalote pre-caza ballenera había sufrido un descenso del 29% hacia 1880 y del 67% en 1990 (60). A partir de una estimación basada en modelos probabilísticos, recalculados hasta 1,000 veces usando parámetros seleccionados al azar dentro de rangos razonables, el 54% de las ocasiones la población en 2003 suponía entre el 30 y el 50% de la existente en 1922 y únicamente un 6% arrojaba valores inferiores al 30% (60) para su catalogación como *En Peligro*. Sin embargo, dicho modelo, consideraba únicamente una agresión (la caza), situación muy alejada de la presión que sufre la población mediterránea (59) (Tabla 1).

Puede argumentarse que el descenso poblacional provocado por la caza ballenera a nivel mundial no afectó al Mediterráneo, ya que dicha industria tuvo un bajo desarrollo en la cuenca (59). Sin embargo, en el caso del cachalote, pudiera no haber sido así. La explotación ballenera en el Mediterráneo es muy antigua, ya que recientes investigaciones han sugerido que una factoría ballenera romana en el Estrecho de Gibraltar podría haber provocado la extinción de la ballena gris y franca en estas aguas (61). En el siglo XIX la caza ballenera en Gibraltar se concentró especialmente en la cara atlántica, sin embargo, en una

revisión de 317 libros de derrotas de barcos balleneros que operaron en el área, se encontraron dos campañas sitas en el Mediterráneo entre 1862 y 1899, en las que se capturaron 237 ejemplares de la especie (62). La factoría Ballenera de Getares, sita también en el Estrecho, abierta en 1921 y en activo hasta 1964, presentó una gran actividad durante su existencia (63) y ya en su primer año capturó hasta 47 ejemplares de cachalote (64). Aunque su actividad también se centró en lado atlántico. Teniendo en cuenta únicamente los datos balleneros, no se sustenta que el impacto de dicha industria haya afectado por igual a la población mediterránea que a la mundial. Sin embargo, si incorporamos los nuevos conocimientos sobre la distribución de la especie, la perspectiva cambia. Los cachalotes son regularmente vistos en lado Atlántico del Estrecho (27), allí donde se les cazó. De los 47 animales fotoidentificados en el área entre 1999 y 2011, el 15% fueron encontrados en otras localizaciones en el Mediterráneo (4) y hasta el momento, ninguno, fuera de él. Es decir, que la actividad ballenera en el Estrecho impactó directamente sobre parte de la discreta subpoblación mediterránea, por lo que puede asumirse que, el descenso hasta el 30-50% de la población original en el periodo 1922-2003 derivado de la caza ballenera (60), sí se trasladó a la cuenca. Hay que considerar además, episodios de explotación en otros lugares del Mediterráneo como en el estrecho de Messina, donde después de la segunda guerra mundial se utilizaron explosivos para la captura de la especie (65), aunque se desconoce el número de muertes provocadas (47).

Aunque la moratoria en la caza ballenera no se declarara hasta 1982 (66) y se aplicara en 1986, puede considerarse que la explotación sobre la población mediterránea prácticamente cesó con el cierre de la factoría de Getares en 1964 (63).

No existe conocimiento científico en el Mediterráneo hasta finales del siglo XX, a excepción de los trabajos de Bolognari en los años 50 (47). Cuando se obtuvieron las primeras tasas de encuentro de cachalotes en la cuenca occidental en la década de 1990 (67, 68), estos eran incompatibles con los registros históricos de los tamaños de grupo encontrados en el estrecho de Messina (24, 65, 69, 70) por Bolognari. Es decir que, desde el cese de la actividad ballenera, la población ha mostrado síntomas de seguir disminuyendo. Hay que considerar que los cachalotes mediterráneos se enfrentan, tal y como se ha indicado anteriormente y se recoge en la [Tabla 1](#), a un listado de amenazas antropogénicas mucho más intensas que sus homólogos oceánicos debido a la naturaleza cerrada y antropizada de la cuenca. Estas amenazas podrían estar contribuyendo a un declive continuado (59, 71). La principal de todas ellas, hasta hace poco, el *by-catch* en redes de deriva, causó una mortalidad probablemente insostenible a partir de mediados de los años 1980 (71, 72). Entre 1971 y 2004, entre Italia, Francia y España se contabilizaron un total de 229 individuos de la especie muertos por esta causa, lo que provocó que la mayoría de varamientos en el periodo se debieran a este motivo (73, 74). No existe evidencia alguna de que este número fuera el impacto total, la ecología de la especie, habitualmente lejos de costa (43), hace que muchos cuerpos no lleguen jamás a ella. Este aparejo se prohibió en 2002. En 2006, 4 de los 6 registros de encallamientos de cachalotes en Baleares se debieron a esta causa (datos facilitados por la Conselleria de Medi Ambient i Territori, Govern de les Illes Balears). Actualmente, aunque en menor medida, siguen utilizándose (71), por lo que se mantiene la mortalidad asociada a su uso (75-77). Tanto es así que entre

2018 y 2019 fueron encontrados 6 individuos enredados en redes de deriva en el Mediterráneo central (78).

Si se considera que la especie muestra una tasa de incremento máximo de 1% al año (60), los números asociados a las muertes por redes de deriva, en una población de tamaño tan discreto, es insostenible y puede provocar un descenso extraordinariamente rápido de sus efectivos.

El intenso tráfico marítimo que cruza el hábitat de los cachalotes puede provocar colisiones entre los individuos y los grandes barcos. Más del 6% de los 111 cachalotes varados en Italia entre 1986 y 1999 murieron tras una colisión por barco y, ese mismo porcentaje, fue el de los animales fotografiados con marcas de impacto por buque (79, 80). En la costa francesa, el número de cachalotes varados ha aumentado de 9, entre 1973 y 2004 a 19, entre 2005-2017 y, de los grandes cetáceos encontrados, el 13% mostraba signos de colisión (81).

Aunque el registro del número de animales varados con marcas de colisiones es preocupante, no se trata más que la punta del iceberg de dicho impacto, ya que se estima que únicamente un porcentaje muy bajo de los mismos, 3.4%, llega hasta la costa (82).

La mortalidad asociada a otros impactos conocidos y preocupantes, como contaminantes, ruido, plástico no ha podido ser valorada, pero implica un descenso de efectivos. Probablemente derivado de ello, en el Mediterráneo se ha observado una alta mortalidad en crías y juveniles, con valores del 40 y 27%, respectivamente (17).

Es obvio, a tenor de estos datos, y teniendo en cuenta, tal y como se ha comentado anteriormente, que el cachalote muestra una tasa de incremento máximo de un 1% al año (60), que la población mediterránea de la especie ha sufrido un descenso continuado de efectivos desde 1925 a la actualidad. Considerando el efecto aditivo de los impactos valorados (caza ballenera, *by-catch*, colisiones) y los porcentajes de disminución provocados por cada uno de ellos, es consistente pensar que la población actual de cachalotes esté por debajo del 70% de la originaria en 1925, y que por lo tanto debería clasificarse como *En Peligro* en el CEEA.

Amenazas.

El listado de amenazas antropogénicas que padece la población mediterránea de cachalotes es variado e incluye desde el *by-catch*, colisiones con barcos, efectos nocivos del ruido, contaminación, ingestión de residuos, cambio climático. El listado resumido de las mismas puede encontrarse en la [Tabla 1](#).

Como se ha explicado en el apartado de tamaño de población y evolución, hasta hace poco, la principal amenaza para la supervivencia de la especie era el *by-catch* por redes de deriva, código F02, (71, 72). Actualmente, y pese a la prohibición de su uso, la pesca ilegal con este aparejo sigue provocando muertes por captura accidental (78).

Cerca de 220,000 embarcaciones de desplazamiento mayor a las 100 Tm cruzan el Mediterráneo cada año. Este mar, con una superficie de, sólo, el 0,8% de los océanos del mundo, se estimó hace 15 años soportaba el 30% del transporte marítimo mercante total del mundo y el 20% del transporte marítimo de petróleo. El número total de grandes

cargueros que navegan el mar Mediterráneo en cualquier momento es superior a 9,000. Al margen de transbordadores, embarcaciones militares, pesqueras turísticas y de recreo (59). Este intenso tráfico marítimo que cruza el hábitat de los cachalotes provoca colisiones, código D03 y G01, entre los individuos y los grandes barcos (43, 79-81, 83). Actualmente es una de las más importantes causas de mortalidad no natural para la población.

Esta ingente cantidad de buques no sólo provoca el impacto asociado a las colisiones, además hay que incluir el ruido generado. Ruido que conjuntamente al producido por los sondeos sísmicos para la búsqueda de petróleo y gas, código C02, las operaciones militares con sonar (sin codificar, se asimila al código H06) y la pesca ilegal con dinamita, código F06 (71) pueden provocar cambios fisiológicos y de comportamiento (84, 85). A su vez, estos cambios pueden afectar al balance energético, las tasas demográficas y finalmente, a la dinámica poblacional, código K05 (86).

La basura flotante marina, especialmente los plásticos, ha sido encontrada a menudo en el tracto digestivo de cachalotes varados (87-89), en ocasiones, con resultados fatales (90). Aunque la presencia de plásticos, códigos A11 (plásticos de invernaderos), E03, F02, en el sistema digestivo no es necesariamente letal (88, 89), la contaminación por ellos es una preocupación creciente (91). Por ejemplo, entre 1998 y 2018, el 33% de los cachalotes varados en Italia tenían restos de plásticos (92).

La contaminación por sustancias químicas, derivadas de vertidos agrícolas e industriales, código A07, A08, B04, B05, son también motivo de preocupación por las características de la especie y del mar Mediterráneo. La cuenca de éste, por su baja tasa de renovación del agua y la alta densidad de población de sus costas, presenta altas concentraciones de contaminantes (93). Mientras que el cachalote, como depredador apical, es propenso a la bioacumulación de contaminantes orgánicos persistente (COP) y metales pesados (71, 94-96). La especie parece propensa a la acumulación de arsénico y la población mediterránea presenta uno de los niveles más altos medidos a nivel mundial (97), así como de aluminio (98) y los retardantes de llama bromados (BFR) están alcanzando niveles que pueden afectar la función inmune (99).

Este descenso en la función inmune podría estar relacionada con la presencia de morbillivirus en cachalotes (78) que se pensaba únicamente afectaba al delfín listado (100), código K03.

Tabla 1. Listado de amenazas para la población de cachalote Mediterráneo a partir del Anexo II de la resolución de 6 de marzo de 2017, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 24 de febrero de 2017, por el que se aprueban los criterios orientadores para la inclusión de taxones y poblaciones en el Catálogo Español de Especies Amenazadas.

Código	Descripción	Vigencia	Intensidad
F02	Pesca y recolección de recursos acuáticos.	Vigente	Baja
G01	Deportes al aire libre y actividades de ocio, actividades recreativas organizadas. (Navegación deportiva)	Vigente	Media
D03	Rutas de navegación, puertos, construcciones marinas.	Vigente	Alta
C02	Prospección y extracción de petróleo o gas natural.	Vigente	Alta
H06	Exceso de energía (liberada al medio). Sonar militar.	Vigente	Alta
K05	Reducción de la fecundidad/ disminución de variabilidad genética.	Vigente	Media

F06	Actividades de caza, de pesca o de recolección no referidas anteriormente.	Vigente	Baja
A11	Actividades agrícolas no mencionadas anteriormente	Vigente	Baja
E03	Residuos.	Vigente	Media
A07	Uso de biocidas, hormonas y productos químicos.	Vigente	Baja
A08	Uso de fertilizantes.	Vigente	Baja
B04	Uso de biocidas, hormonas y productos químicos (silvicultura).	Vigente	Baja
B05	Uso de fertilizantes (silvicultura).	Vigente	Baja
H01	Contaminación de aguas superficiales (de agua dulce, marina y salobre).	Vigente	Baja
H03	Contaminación de agua marina.	Vigente	Baja
K03	Relaciones interespecíficas de fauna.	Vigente	Baja

Al margen de su inclusión en los diferentes acuerdos y tratados internacionales, listados en el anexo 2, a nivel Mediterráneo y español se han tomado, aunque insuficientes, algunas medidas de conservación.

A nivel internacional, en 1999 se estableció el santuario internacional de Pelagos, donde se eliminó la pesca de deriva del hábitat clave del cachalote en la zona (101), si bien posteriormente, el aparejo fue prohibido en todo el Mediterráneo.

En 2017, 26 áreas en la región Mediterránea recibieron el estatus de “Important Marine Mammal Area”, *IMMA*, definidas como porciones discretas de hábitat, importantes para las especies de mamíferos marinos, que tienen el potencial de ser delineadas y gestionadas para la conservación (IUCN Marine Mammal Protected Areas Task Force 2017). De entre ellas, 6 se declararon por su reconocida importancia para el cachalote: “*Alborán Corridor and Alborán Deep*”, “*Campanian and Pontino Archipelago*”, “*Hellenic Trench*”, “*Balearic Islands Shelf and Slope*”, “*North West Mediterranean Sea, Slope and Canyon System*”.

En el estrecho de Gibraltar, con el objetivo de reducir el riesgo de colisiones entre buques y cachalotes, se publicó en Enero de 2007 por el Instituto Hidrográfico de la Marina el “Aviso a los navegantes para la protección de los cetáceos del riesgo de colisiones en el Estrecho de Gibraltar” y estableció una zona de seguridad donde se insta a los buques que lo cruzan a disminuir su velocidad a 13 nudos de abril a agosto y a extremar la precaución. Lamentablemente no hay pruebas del cumplimiento de este aviso (102), al margen de que la presencia de los cachalotes se da durante todo el año (103).

España declaró en 2018 una gran Área Marina Protegida (AMP), el “Corredor de Migración de Cetáceos del Mediterráneo”, declarado en 2019 también como Zona especialmente protegida de importancia para el Mediterráneo (ZEPIM), entre Baleares y la Península Ibérica, en la que se prohíben los proyectos de investigación y exploración geológica, así como las actividades de extracción de petróleo y gas.

En 2019 se amplió el Parque Nacional Marítimo Terrestre del Archipiélago de Cabrera incluyendo parte de hábitat preferencial del cachalote, aunque en la actualidad, todavía no se han elaborado medidas de gestión.

Obviamente, estas tímidas medidas no permiten una gestión adecuada de las actividades humanas problemáticas en relación con su impacto con la población de cachalote mediterráneo.

2.2.2. Riesgo de colisión en la zona de estudio.

Desde 2003, el “Balearic Sperm Whale Project” (BSWP), desarrollado en colaboración por TURSIOPS y la Universidad de St Andrews, estudia la población de cachalotes alrededor de las Islas Baleares, revela que las aguas que rodean el archipiélago son un hábitat crítico para la población mediterránea de la especie, considerada “En Peligro” por la IUCN (104, 105) por su tamaño poblacional discreto y su vulnerabilidad a una amplia gama de amenazas antropogénicas que, como ya se ha descrito anteriormente, son particularmente intensas en un fuertemente industrializado y explotado Mediterráneo (59).

Los datos obtenidos han permitido ponderar la importancia del área y el diseño, proposición y finalmente creación en 2017 de la “Important Marine Mammal Area” (IMMA) de “Balearic Islands Shelf and Slope”, [Figura 4](#).

A partir de los últimos estudios publicados parece que se aprecia claramente un cambio de distribución de los animales alrededor de las Islas Baleares. Cambio en el que destaca el aumento de presencia en el Canal de Mallorca, entre dicha isla e Ibiza. Canal también señalado importante para la especie en el IMMA, [Figura 2](#), [Figura 3](#) y [Figura 4](#).

En el Canal de Ibiza, parte sur del Corredor de Cetáceos, los datos son inexistentes, y en la reducida área de este donde se ha podido desarrollar el modelo, la presencia del cachalote parece en regresión, [Figura 2](#), [Figura 3](#).

La falta de datos en el Canal de Ibiza no es exclusiva del BSWP. No existen fuentes robustas para desarrollar modelos de presencia como los obtenidos alrededor de Baleares en [Pirota et al, 2020](#), a excepción de los derivados de las campañas de ASI (19) y el mapa de densidad prevista desarrollado por [Cañadas \(20\)](#), [Figura 1](#). En ambos casos, la especie no parece abundante en al área.

En el proyecto COLCA, Valoración de las evidencias de COLisión en Cachalotes mediante imagen remota, (TURSIOPS-Fundación Biodiversidad 2021), se tuvo en cuenta el modelo de presencia esperada de cachalote obtenido en [Pirota et al., 2020](#) y cruzando este mismo con los datos de presencia de barcos a partir de datos AIS se elaboró un mapa de riesgo de colisión identificando las principales áreas dónde la amenaza sobre la especie es mayor.

Sin embargo, no todos los barcos registrados a través del AIS tienen el mismo impacto sobre los grandes cetáceos. Este dependerá de la velocidad y tamaño de estos. Estudios realizados sobre *Eubalaena glacialis* demostraron que la variación más alta en la probabilidad de infligir daños letales a las ballenas ocurría en la franja que va entre los 8.6 y 15 nudos, incrementado de 0.21 a 0.79 la misma. La probabilidad de ocasionar la muerte era de 0.5 a los 11.8 nudos mientras que a los 15, la asíntota se aproximaba a 1 (106). Sobre la misma especie, en otro trabajo, se concluyó que para barcos mayores de 65 pies (19.5 metros), reducir la velocidad a 10 nudos minimizaba los niveles de mortalidad entre un 80 y 90% (107). Hay que considerar que, en grandes barcos, la reducción de velocidad de 19 a 10 nudos, aumenta el tiempo de reacción ante el avistamiento de un gran cetáceo en 324 segundos (108). La reducción generalizada de la velocidad en un área de alta

presencia de ballena azul y jorobada, 10 nudos en un 95% de la flota, provocaba una mortalidad 2 veces menor en la primera y 3 en la segunda (109).

En referencia a la eslora, una revisión de diferentes descripciones de colisiones entre cetáceos y embarcaciones, concluía que la mayoría de incidentes con heridas letales o severas se producían a partir de los 80 metros de longitud (110).

Por ello, debe centrarse la valoración del riesgo de colisión con aquellos barcos de velocidad mayor a los 10 nudos y para barcos de velocidad mayor a los 10 nudos y más de 80 metros de eslora, Figura 5.

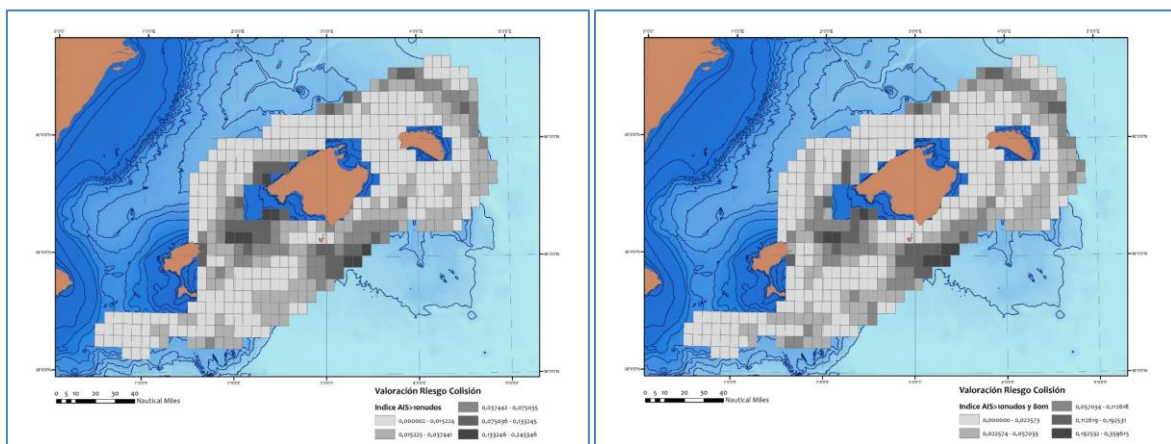


Figura 5. Valoración riesgo colisión periodo 2012-2018 para barcos >10 nudos, izquierda y barcos >10 nudos y >80 metros, derecha.

En ambos casos se identifican claramente dos áreas calientes: el Canal de Mallorca y el escarpe del Emile Baudot al E-SE del Parque Nacional Marítimo Terrestre de Cabrera, Figura 5.

Considerando la tipología de embarcaciones que afectan a una y otra zona, siendo más abundante el tráfico nacional (entre islas o entre el archipiélago y la península), en la zona del canal, parece evidente que el área objetivo para el desarrollo del presente proyecto se centre, precisamente, en el Canal de Mallorca. Debe contemplarse que, en el caso de necesitar la colaboración de las navieras en el proyecto piloto, conseguir su colaboración es más realista en este escenario.

2.2.3. Zona de estudio.

Partiendo del análisis del riesgo de colisión por áreas, se han definido dos zonas de muestreo, Figura 6. La primera, Canal de Mallorca, será la prioritaria en el desarrollo de las campañas de localización, seguimiento y marcado de cachalotes, así como del muestreo por *line-transect*, ya que presenta el mayor índice de riesgo. La segunda área, Canal de Ibiza, se cubrirá en ambas actividades, una vez asegurados los datos necesarios en la primera. Hay que considerar la magnitud de la superficie a cubrir, con 15,991 km² de mar en el Canal de Mallorca y de 5,410 Km² en el Canal de Ibiza.

A la hora de delimitar el área de trabajo principal del Canal de Mallorca se ha considerado incluir el máximo número de *hot-spots* de posibilidad de colisión. Es por ello que, se ha extendido su dimensión tanto al NW como el SE del centro, observando así el efecto embudo de concentración de líneas de navegación en las entradas al estrecho.

La zona del Canal de Ibiza, más modesta, se ha organizado alrededor del barranco profundo con mayor probabilidad de paso de animales entre Pitiusas y Cabo La Nao, donde, además, se instalará uno de los 3 hidrófonos profundos.

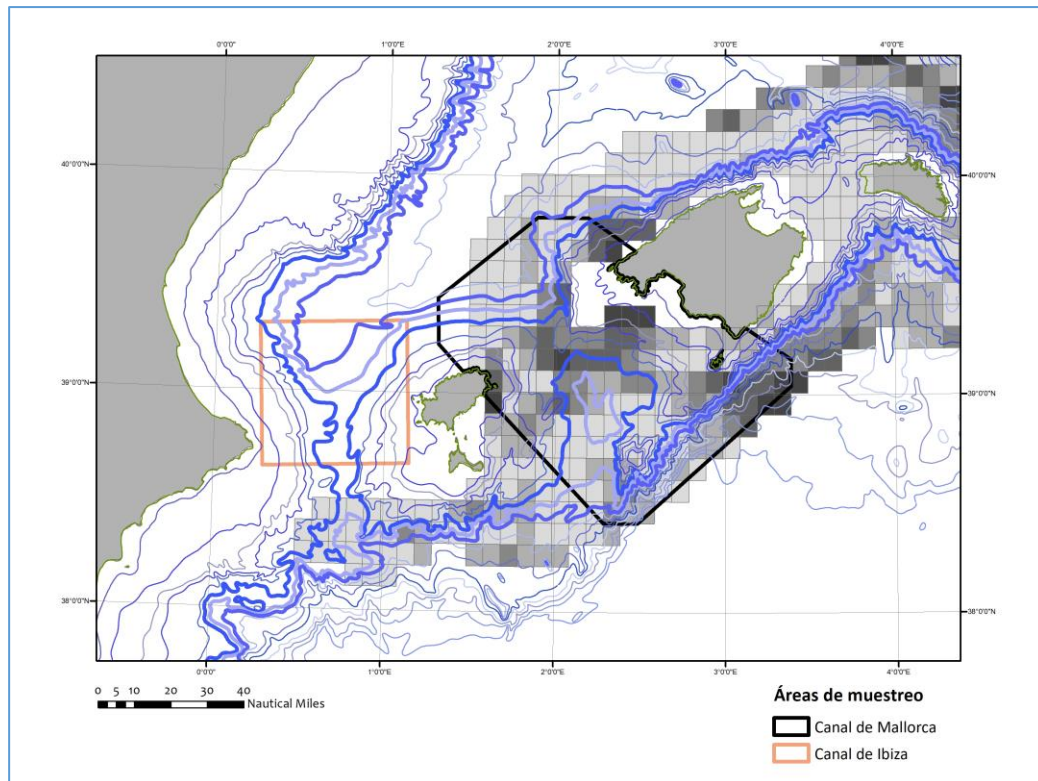


Figura 6. Áreas de estudio del Canal de Mallorca y Canal de Ibiza sobre casillas de riesgo de colisión. Batimetría de 800, 1,000 y 1,200 remarcada.

2.2.4. Diseño de las campañas.

La búsqueda y seguimiento del cachalote precisa de una embarcación de cierta envergadura que posibilite el trabajo en alta mar con autonomía. **TURSIOPS** emplea desde hace 5 años, un velero de 41 pies, Oceanis 411 Clipper, "Irifi", que, al margen de presentar un consumo muy reducido de combustible, es muy silencioso. Característica ésta muy importante para la búsqueda acústica que se hace de los animales. Dotado de potabilizadora y tanque de combustible extra, puede albergar a un equipo de hasta 8 personas durante 15 días sin necesidad de apoyo de tierra. Además, está equipado con el instrumental necesario para el desarrollo de campañas acústicas de seguimiento de cetáceos: plataforma de observación de más de 3 metros, soporte para pértiga de marcaje de animales, pértiga de 14 metros para marcaje, red aislada de 220V, ordenadores, dron, máquinas de toma de muestras fotográficas...

La derrota de la embarcación, al margen de ser recopilada por el GPS Plotter de la embarcación, se registrará mediante software específico, módulo PAMGUARD (111, 112) conectando un ordenador portátil a una unidad de posicionamiento por satélite (GPS12).

Debido a la amplia gama de objetivos que pretende el proyecto, desde la fotoidentificación de animales o marcaje satelital a estudios de distribución, y que necesitan, por lo tanto, diseños de campaña diferentes, se propone un estrategia mixta en la que, 4 campañas

anuales se realizarán siguiendo una navegación “ad libitum”, adecuada para la identificación fotográfica o el despliegue de marcas, en las que se intensifica el esfuerzo de búsqueda en las zonas conocidas de más alta densidad de la especie mientras que la restante, se navegará siguiendo un diseño de muestreo estratificado por “line transect”, de tal forma que pueda identificarse los posibles “hot-spots” de animales y cruzar dichos datos con la presencia de buques. Para ello, se han delimitado dos zonas de estudio, Canal de Mallorca y Canal de Ibiza, [Figura 6](#). Mediante software adecuado, Distance 6.2., se dispondrán de transectos aleatorios e independientes de la distribución de los animales, únicamente para el Canal de Mallorca, dado que la capacidad de muestreo únicamente permite cubrir con garantías una única zona, [Figura 7](#). Se asumirá un muestreo únicamente acústico, al tratarse de animales de buceo profundo. La distancia perpendicular se estimará a partir de la herramienta “Target Motion Analysis” incorporada en el programa PAMGUARD, que permite calcular la distancia a la que se encuentra un animal a partir de un tren de clics lo suficientemente numeroso y estable en un cierto periodo de tiempo.

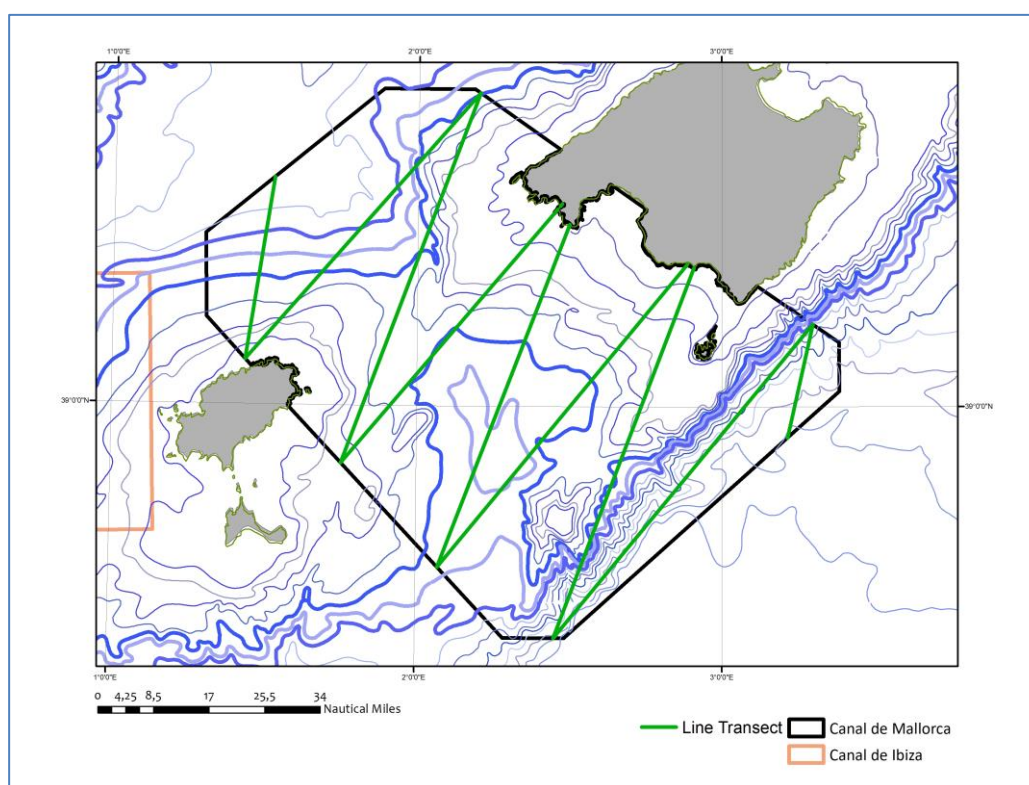


Figura 7. Transectos para el muestreo por “line transect” para el Canal de Mallorca.

Las características del diseño suponen una navegación de alrededor de 1.100 km en 9 transectos que cubrirán, aproximadamente 6.884 km².

Dado el tamaño de las áreas, se priorizará el trabajo en el Canal de Mallorca, y únicamente cuando esté haya sido cubierto, se procederá al muestreo en el Canal de Ibiza. Esta priorización no afecta al calado de hidrófonos de los que el primero, permanecerá en dicho canal y los dos restantes se instalarán en la zona prioritaria del Canal de Mallorca.

Para la localización de cachalotes se desplegará un hidrófono omnidireccional de 2 componentes y 100 metros de largo construido por la empresa italiana Nauta que, con una

sensibilidad de -204 dB re 1 μ Pa, respuesta hasta los 130 kHz y pre-filtro de baja frecuencia dinámico permite la escucha sin necesidad de parar el barco. Estos cetáceos, con periodos muy largos de apnea, son difícilmente detectables mediante la observación directa. Sin embargo, y gracias a su comportamiento ruidoso, es decir, que en su actividad normal emiten sonidos reconocibles, su localización mediante el uso de instrumentos acústicos es más eficaz y eficiente.

Una vez situados en zona de estudio se procederá a una monitorización acústica regular cada 30 minutos, con el objetivo de detectar la presencia de animales mediante la identificación de sus emisiones acústicas. Esta condición se define como “en esfuerzo”. El tiempo que el hidrófono no es operativo o no se realizan escuchas sistemáticas, el estado de la navegación se considera “sin esfuerzo”.

En las horas diurnas se realizará también una exploración visual constante para dar soporte a la búsqueda acústica.

Debido al comportamiento vocal de los cachalotes, estos detectan mayoritariamente mediante hidrófono y se monitorean hasta su contacto visual. Para este seguimiento acústico se utiliza principalmente el programa PAMGUARD (111, 112) de código abierto.

Un encuentro, o estado de seguimiento, se define como el tiempo de permanencia en contacto acústico continuo con un animal o grupo, desde el primer momento de escucha hasta su pérdida o abandono, siempre que el contacto haya superado la hora de duración. Se distinguen los encuentros entre individuos aislados, con un patrón de buceo estereotipado y nunca asociado a otros individuos (*singleton*), individuos solitarios en área de influencia de otros solitarios (*multiple singleton*) o, grupos que muestran signos claros de interacción directa (“codas” de vocalización social o comportamientos en superficie) o movimientos coordinados (*groups*) (10). El seguimiento de un encuentro se prolonga hasta adquirir todos los datos deseados: imágenes para la fotoidentificación del individuo, registros acústicos, biopsias, marcas y grabaciones remotas a menos que se pierda el contacto o que, condiciones externas, como el estado del mar, fueren el abandono. Una vez finalizado el contacto, se procede al retorno de la ruta planificada previamente y al esfuerzo de búsqueda.

Cuando los animales focales se encuentren socializando, se procederá a su grabación a través de un capturadora digital de sonido de dos canales E-MU 0404 y un ordenador portátil. Esta combinación es capaz de grabar archivos digitales en formato *wav dentro de la banda de frecuencia 0-22 kHz empleada por los cachalotes. Mientras se permanezca en la cercanía de los animales, se observarán protocolos desarrollados para minimizar la molestia a los grupos: acercarse a los animales sólo desde atrás y no más de lo necesario para tomar las muestras pertinentes, fotográficas, biopsias, marcado satelital...

Durante la navegación se registran también todos los avistamientos de macrofauna (tortugas y cetáceos) que se realizan de forma espontánea, así como las variables ambientales y de navegación cada hora, día y noche.

Este protocolo ha sido testado ampliamente (4, 9, 25, 42, 45, 113).

2.2.5. Fotoidentificación.

Desde inicios de siglo, la aparición de cámaras réflex con respaldo digital y prestaciones suficientes para su uso en trabajos de foto-identificación a unos precios razonables, ha revolucionado la técnica y su implementación ha sido completa y analizada en publicaciones dedicadas (114, 115).

Para este estudio se empleará una Canon EOS 80D equipada con un objetivo Canon EF 70-300 mm f4-5.6 ISIIIUSM, cuyas características vienen resumidas en la [Tabla 2](#).

En conjunto forman un equipo versátil que permite su utilización tanto en una especie lenta y de grandes dimensiones, cachalote, como en especies móviles y de pequeño/medio tamaño como el calderón gris, por ejemplo. En el barco se dispondrá de dos cámaras idénticas para su uso simultáneo cuando las circunstancias de navegación y de trabajo (personal capacitado no empleado en otra tarea) lo permitan.

Los individuos se identificarán mediante las fotografías de su aleta caudal tomadas cuando el animal inicia un buceo profundo, aprovechando sus marcas y patrones pigmentarios ([Figura 8](#)). Las fotografías se clasifican por su calidad entre 1 y 5, 1 no aprovechable y 5 perfecta, según diferentes variables como foco, luminosidad, distancia focal, definición... Para los cálculos de estima de población y movimientos, sólo aquellas con $Q \geq 3$ pueden emplearse. Las aletas caudales se analizarán a través del programa Europlukes (116), programa que alberga el catálogo existente de Baleares de TURSIOPS-St ANDREWS, para posteriormente ser confirmadas mediante métodos visuales (117).

Tabla 2. Características técnicas cámara y objetivo.

EOS 80D	EF 70-300
Sensor CMOS APS-C de 24 Mpx.	Formato completo y APS-C
Vídeo en Full HD (1080p a 60fps).	Estabilizador de imagen IS
Disparo en ráfaga de 7 fps.	Lente UD (Ultra-Low Dispersion).
Enfoque con 45 puntos.	Enfoque USM (UltraSonic Motor).
Pantalla LCD giratoria y táctil de 3,0".	Revestimiento Súper Spectra.
ISO de 100 a 25600.	Diafragma de 9 hojas.
Procesador de imagen Digic 6.	Peso: 710 gramos.
Peso de 730 gramos.	f/4 a 70 y f/5.6 a 300.
Limpieza antipolvo del sensor.	f/32 a 70 y f/45 a 300.
Conectividad Wifi y NFC.	Botón de bloqueo.
Montura para objetivos EF-S y también EF.	
Modos de enfoque Foto a Foto, AI Focus, AI ServoLibros	

En la actualidad, el catálogo TURSIOPS-St ANDREWS cuenta con un total de 238 elementos, identificados y catalogados a través del software *Europlukes*, que sirven de una robusta base para el inicio de los análisis de presencia, movimiento, distribución y residencia en las zonas de estudio.

Dicha base será empleada desde la primera campaña con el fin de obtener la información más detallada de inicio, por si fuera necesario introducir cambios en la metodología para asumir los objetivos finales del proyecto.

Los cachalotes, como especie de buceo profundo, suponen un reto logístico para su correcta observación en superficie ya que, el tiempo de permanencia, es discreto. Además, habitualmente evitan la proximidad de las embarcaciones, por lo que la toma de imágenes fotográficas desde el barco limita extraordinariamente la capacidad de detectar posibles marcas de colisión. Para mejorar esta observación, se utilizará un dron, que ya ha demostrado su gran utilidad a lo largo del proyecto “COLCA” desarrollado por **TURSIOPS**, con el apoyo de la Fundación Biodiversidad.

El dron a emplear será un *Phantom 4 Pro V2.0* que actualmente, es uno de los drones con mayores capacidades y, a la vez, de uso más sencillo. El dron de *DJI* incluye un sistema de transmisión *OcuSync HD*, que puede funcionar en una frecuencia de banda dual y es hasta un 60% más silencioso que su versión anterior, lo que asegura una menor afectación a los animales en su aproximación. Está equipado con un sensor de 1 pulgada y 20 megapíxeles, capaz de grabar vídeos a 4K a 60 *fps* y fotografiar en modo disparo en ráfaga a 14 *fps*.



Figura 8. Foto tipo para la identificación individual de cachalote.

El uso de drones, tanto para la adquisición de imágenes como de muestras de diferentes tipos, para el desarrollo de proyectos científicos, es una herramienta en pleno desarrollo y que actualmente está asentando los estándares de aproximación a los animales (118, 119).

Sin ningún estudio publicado sobre cachalotes, la determinación de la altura de vuelo sobre los animales será empírica aceptando únicamente un nivel de reacción 1 (120), en la que el animal sigue con su actividad sin cambio alguno por la presencia. Aun así, y según la experiencia del proyecto COLCA se procederá al acercamiento al individuo a una altura de 20 metros, y una vez sobre la vertical del mismo, se descenderá hasta la observación perfecta de los detalles anatómicos a valorar, habitualmente sobre los 5 metros. En caso de superar el nivel de respuesta fijado, instantáneamente se procederá al alejamiento del dron.

Tanto para la toma de muestras gráficas, desde barco y dron, aproximación a los animales, o cualquier otro muestreo descrito en este documento, se dispone de las autorizaciones pertinentes concedidas por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Ya en el uso de avionetas, la toma de fotografías aéreas para identificación, para ballena franca por ejemplo (121) o de estima de longitud, para rorcual azul (122), se aconseja el plano cenital, es decir, perpendicular a la superficie del agua y del animal. Este plano es el que aporta una mayor cantidad de información. Por ello, la primera grabación de los animales será desde esta perspectiva, Figura 9.

Seguidamente, se procederá a la realización de un plano lateral a 5 metros de altura y perpendicular a la derrota seguida por el animal. Tanto por el costado derecho como por el izquierdo, Figura 10.

En cualquier caso, si desde el control del dron se ha observado algún detalle anatómico susceptible de necesitar imágenes más detalladas, se procederá a una mayor aproximación, [Figura 11](#), siempre que la reacción del animal no sea adversa. Esta actuación se realizará especialmente en modo cenital, en el que los animales muestran una menor alteración.



Figura 9. Plano cenital tipo.



Figura 10. Plano lateral tipo, en este caso derecho.

En todos aquellos casos en los que, después de tomar las imágenes para la valoración de marcas susceptibles de asociarse con colisiones con embarcaciones, se tenga tiempo, hay que recordar que el tiempo de permanencia en superficie de los cachalotes es muy limitado (10), se tomará un video a 20 metros de altura en la que aparezca tanto el individuo en seguimiento como el barco de investigación. Dicha toma se empleará para la estima del tamaño del animal, aplicando una medida conocida sobre el barco al individuo.



Figura 11. Plano detalle tipo.

Una de las maniobras más delicadas en el uso del dron desde barco son las relacionadas con el despegue y aterrizaje de la aeronave. Uno de los motivos para la elección del *Phantom 4 pro V2* son las patas inferiores que sirven de soporte sobre el suelo y que, dadas sus dimensiones, permiten su sujeción para estas maniobras. Ello es de vital importancia ya que la superficie de un barco en la mar, al estar en movimiento y cambiar de plano, puede provocar el accidente de la aeronave, tanto en el despegue como en el aterrizaje. Por ello, la técnica más segura es realizar ambas maniobras desde la mano en la *jupette* del barco (Figura 12), zona donde existen menos cabos y cables de la jarcia del velero.

El manejo del dron será responsabilidad del Dr José M^a Brotons, titular de certificado práctico de aeronave multirrotor DJI Phantom 4 y teórico avanzado de piloto de RPAS.



Figura 12. Maniobra de aterrizaje de Dron desde la *jupette*.

2.2.6. Biopsias.

Para la obtención de muestras remotas, biopsias, en un total de 24, se usará una ballesta de 75 libras de potencia (Barnett Ranger II) y dardos de flotación con puntas de 5 mm de diámetro y 25 mm de longitud (Cetadart, Dinamarca), las habitualmente empleadas en estudios de esta especie (45). Las muestras se tomarán del dorso del animal, o bien de la parte ventral o posterior de la aleta caudal del cachalote y a una distancia < 15 metros.

El uso de la ballesta se restringirá al personal capacitado, en este caso, el Dr. José M Brotons titular de la licencia de armas tipo E y de la capacitación para realizar procedimientos, sin limitación de especie, con fines científicos (Orden 566/2015 de bienestar animal).

Se seguirá una estricta observación de las reacciones de los animales (120), que quedarán registradas en los estadillos de biopsias. Los ejemplares muestreados serán inmediatamente identificados a través de la fotografía de su aleta caudal, siguiendo la metodología descrita en el punto anterior.

Tanto la obtención de muestras como su posterior almacenamiento, transporte y análisis seguirá el estandarizado y probado protocolo de otros estudios ya desarrollados por **TURSIOPS** (45).

Para la determinación del sexo de los individuos se extraerá el ADN genómico de cada muestra en etanol, siguiendo protocolo estandarizado (123).

Para isótopos, las muestras, una vez descongeladas, se separarán en submuestras para obtener réplicas, y una vez trituradas con tijera y bisturí se secarán a 60 °C durante 48 horas. Las muestras secas se tratarán con cloroformo, solución de metanol (2:1) para extraer los lípidos (124). Posteriormente las muestras se secan de nuevo a 60 °C durante 48 horas. El contenido de lípidos se determina como la diferencia en peso de la muestra antes y después de la extracción. Aproximadamente 0.3 mg de muestra se queman, posteriormente, a 1,000 °C para un análisis en flujo continuo en un espectrómetro de masas de relación de isótopos (Flash 1112 IRMS Delta C Series EA Thermo Finnigan o similar). Para la relación estandarizada de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ se emplearán la *Vienna Pee Dee Belemnite limestone* (VPDB) y el nitrógeno atmosférico respectivamente, al margen de patrones secundarios internacionales de relaciones isotópicas conocidas de $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ y $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ en relación con el VPDB y el nitrógeno atmosférico.

2.2.7. Marcaje satelital.

Para el marcaje de animales mediante emisores con localización satelital se emplearán 10 unidades *Limpet* de Wildlife Computers. Exactamente del modelo Splash10-333 que con 69 gramos de peso y a través de la red satelital ARGOS, permiten el seguimiento del animal, así como sus perfiles de inmersión y temperatura hasta 120 días desde su implementación.

La implementación se realizará con la misma ballesta usada en las biopsias, 75 libras de potencia (Barnett Ranger II), provista de una flecha adaptada con copa para la marca. Esta se fijará en el animal a través de dardos de anclaje de titanio de 6 pétalos, 68 mm de largo y 24 mm de diámetro.

El despliegue de las marcas, dado su reducido número y para la obtención de datos robustos sobre distribución y dinámica, se concentrará en el segundo año de muestreo.

En términos generales, se puede considerar que el cachalote actúa en el Mediterráneo como en el resto de los océanos, alimentándose de calamares meso-pelágicos. El acceso limitado a este recurso, por parte de la actividad pesquera, ha sido, ciertamente, un factor positivo para la supervivencia de la especie en nuestras aguas, ya que lo ha aislado de la degradación sostenida sufrida en otras biotas, donde un 85% de los stocks de peces evaluados se hallan sobreexplotados (125). Estudios recientes indican que esta dieta es diferente para machos y hembras, ya que los perfiles de isótopos estables obtenidos a partir de muestras de piel y grasa por tomas remotas, difieren entre ambos grupos y sostienen un escenario en el que machos y hembras funcionan como especies simpátricas, es decir, explotando recursos tróficos diferentes (45). Por lo tanto, sus perfiles de inmersión deben diferir, mostrándose diferencialmente vulnerables a las colisiones con embarcaciones.

Con el objetivo de obtener más información sobre los perfiles de inmersión y donde encuentran su alimento los animales, se implementará, a lo largo de las campañas establecidas, entre 1 y 2 marcas CATs (**Customized Animal Tracking Solution**), [Figura 13](#), instrumentos dotados de un hidrófono y diferentes sensores para monitorizar la secuencia de inmersión de los cachalotes durante varios días, y comparar los perfiles de buceo de los diferentes individuos marcados e identificar posibles patrones diferenciales en diferentes circunstancias como base del diseño de medidas de gestión.

Los CATs a emplear han sido customizadas con los siguientes elementos:

- ✓ Acelerómetro. Que reporta datos sobre los cambios de velocidad del animal.
- ✓ Compas. Indica dirección espacial del desplazamiento.
- ✓ Giroscopio. Necesario para monitorizar la situación del individuo en el espacio.
- ✓ Temperatura. Del agua, así podrán determinarse la existencia de posibles termoclinas.
- ✓ Presión. Determina la profundidad y por lo tanto, indispensable para conseguir un perfil del buceo.
- ✓ Sensor lumínico. Dato secundario para evaluar zonas fóticas.
- ✓ Hidrófono HTI-96 add-on. Para la grabación en continuo del comportamiento del individuo en seguimiento, así como el de su entorno acústico: otros animales, ecos de ecolocalización, buques...
- ✓ GPS. Para la localización satelital del movimiento del animal.
- ✓ CATS beacon con GPS, Iridium y VHF, para la recuperación de la instrumentación una vez liberada del animal.

Para la colocación de la instrumentación **CATS** sobre la cabeza del cachalote, es necesario una pértiga de grandes dimensiones que permita alcanzar el área desde el barco. Considerando el tamaño del animal y la experiencia del personal vinculado al proyecto, la pértiga a emplear será telescópica en fibra de carbono, de malla vista, prensada y curada en horno, compuesta por 8 tramos de 2 metros, que alcanza una longitud efectiva de 14.25 metros una vez desplegada. La unión entre los tubos que la componen se realiza mediante abrazaderas de nylon regulables. Su longitud recogida es de 2.260 metros, lo que,

juntamente a sus sólo 4 kg de peso, la hace idónea para el manejo y estiba a bordo. Está construida con carbono 3K 200 gr/m², tejido Sarga 2x2 y resina epoxi con orientación de fibras bidireccional y un grosor de pared de tubo de 1.5 mm.

Juntamente con un soporte inoxidable en el balcón de proa del velero, permite la máxima aproximación al animal.



Figura 13. CATS Wifi Diary Custom.

2.2.8. Elaboración de cartografía.

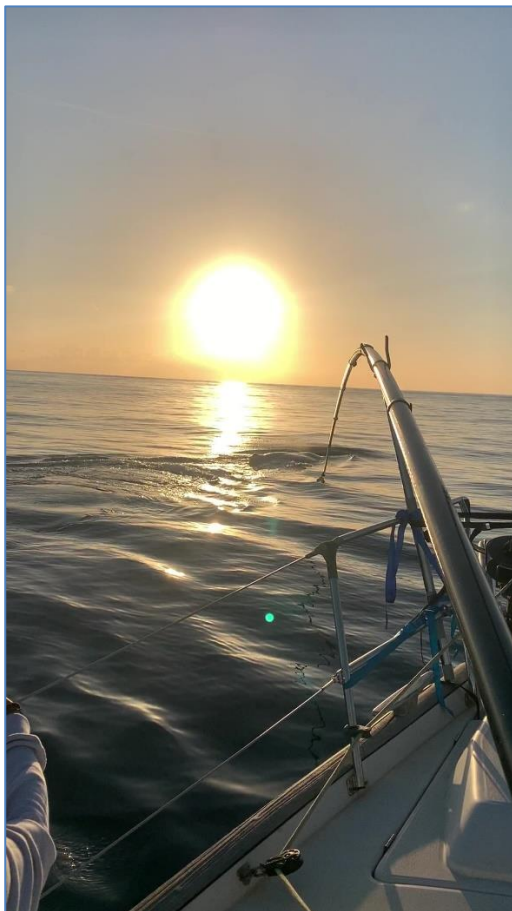


Figura 14. Pértiga y CAT preparado para su implementación.

Para los análisis espaciales y la elaboración de mapas se utilizará ArcMap 10.5, sobre una proyección de Coordenadas Geográficas GCS-WGS-84 y una batimetría base GEBCO Grid 2019 de IHO-IOC. Para la observación de datos de temperatura superficial del mar, éstos se obtendrán a partir del “National Centers for Environmental Information” GHRST Level 4 AVHRR_OI Global Blended Sea Surface Temperature Analysis (GDS version 2) from NCEI. Ver. 2.0. PO.DAAC, CA, USA. Dataset accessed [YYYY-MM-DD] at <https://doi.org/10.5067/GHAAO-4BC02>, (126).

Toda la información geográfica recopilada se integrará a lo largo ya de 2022 en un sistema de información geográfica siguiendo el protocolo GIS generado en el marco del proyecto LIFE IP INTEMARES, el cual integra las disposiciones técnicas del Banco de Datos de la Naturaleza del MITECO a este respecto.

2.2.9. Seguimiento acústico-pasivo.

El Canal de Mallorca y el Canal de Ibiza carecen de límites definidos por organización o administración alguna, y hacen referencia al paso entre las islas de Mallorca e Ibiza, el primero y entre ésta y el levante peninsular, el segundo. La orientación NW del Canal de Mallorca y N del de Ibiza, y la proximidad entre ambos hacen que, situando un hidrófono el NW del primero y al NE del segundo, se solapen las áreas de influencia de estos, perdiendo de esta manera zona de cobertura.

Una vez definidas las áreas de estudio tras una minuciosa revisión de la información existente, ver [Figura 6](#) y [apartado 2.2.3](#), el emplazamiento proyectado de los hidrófonos no sufre cambio alguno.

Los emplazamientos ([Tabla 3](#),

[Figura 15](#)) han sido escogidos de tal forma que se minimicen todo lo posible los riesgos de pérdida del material, ya sea por profundidad, por pendiente pronunciada o por ser zona de pesca y que, además, maximicen la toma de muestras acústicas para describir el uso de los canales por las diferentes especies de cetáceos, especialmente por el cachalote.

Debido a las diferentes profundidades de calado, las características de los equipos a instalar diferirán de una situación a otra, y responderán a lo recogido en la [Tabla 4](#), estando todos ellos a nivel o por encima de la exigencia técnica del pliego.

Tabla 3. Posiciones calado instrumentación acústica pasiva.

Localización	Latitud (grados centesimales)	Longitud (grados centesimales)
Canal de Ibiza	38.826419	0.178746
NW Canal de Mallorca	38.826419	1.930649
Emile Baudot (SE C. Mallorca)	38.737507	2.502897

Se emplearán dos hidrófonos de la marca RTSys para las zonas más profundas, por encima de los 500 metros y una unidad SoundTrap en el calado más superficial, 120 metros. Ambos modelos reúnen las condiciones mínimas para su implementación y su autonomía de grabación permitirá cierta flexibilidad en el calendario de mantenimiento en el caso de que, las condiciones meteorológicas, impidan el acceso a la localización del fondeo en las fechas previstas.

Para el calado se utilizará una línea de fondeo de 2 muertos (Emile Baudot, 120 metros de profundidad) y de 3 muertos (Canal de Ibiza, 680 metros y NW Canal de Mallorca, 800 metros) de 30 kg unidos por 3 metros de cadena formando un conjunto que, se ligará por 4 metros de cabo (para evitar el choque de la instrumentación con el fondo al llegar por gravedad), al liberador acústico. Éste, a su vez, se unirá por 3 metros más de cabo al hidrófono con un flotador en su mitad. Rematará todo el conjunto otro flotador de 8 kg para asegurar su flotabilidad.

El material de sacrificio (aquel que quedará en el fondo una vez recuperada la instrumentación) se escogerá adecuadamente para minimizar su impacto, evitando en la medida de lo posible el uso de plásticos y no percederos.

La operación de calado es sencilla: cuando la embarcación se encuentra en el punto escogido, el lastre y el liberador se descuelgan por la borda hasta quedar sumergidos. Una

vez confirmado que los instrumentos están activos, se libera el cabo de amarre y se deja caer el conjunto por gravedad hasta el fondo. Ya en el fondo, se testea la comunicación entre el liberador acústico y la unidad de superficie mediante un cálculo de distancia.

Para la recuperación de los dispositivos, situados en la posición de calado, la unidad de superficie emite una señal al liberador, que abandona el lastre y permite el ascenso del instrumental a la superficie. Ya en el barco, se procede a la descarga de archivos, la recarga de la batería interna y el cambio de la batería externa, en el caso del SoundTrap, y cambio de batería interna en el caso del Sylence. Finalizado el procedimiento, y si las condiciones meteorológicas lo permiten, se procede de nuevo al calado.

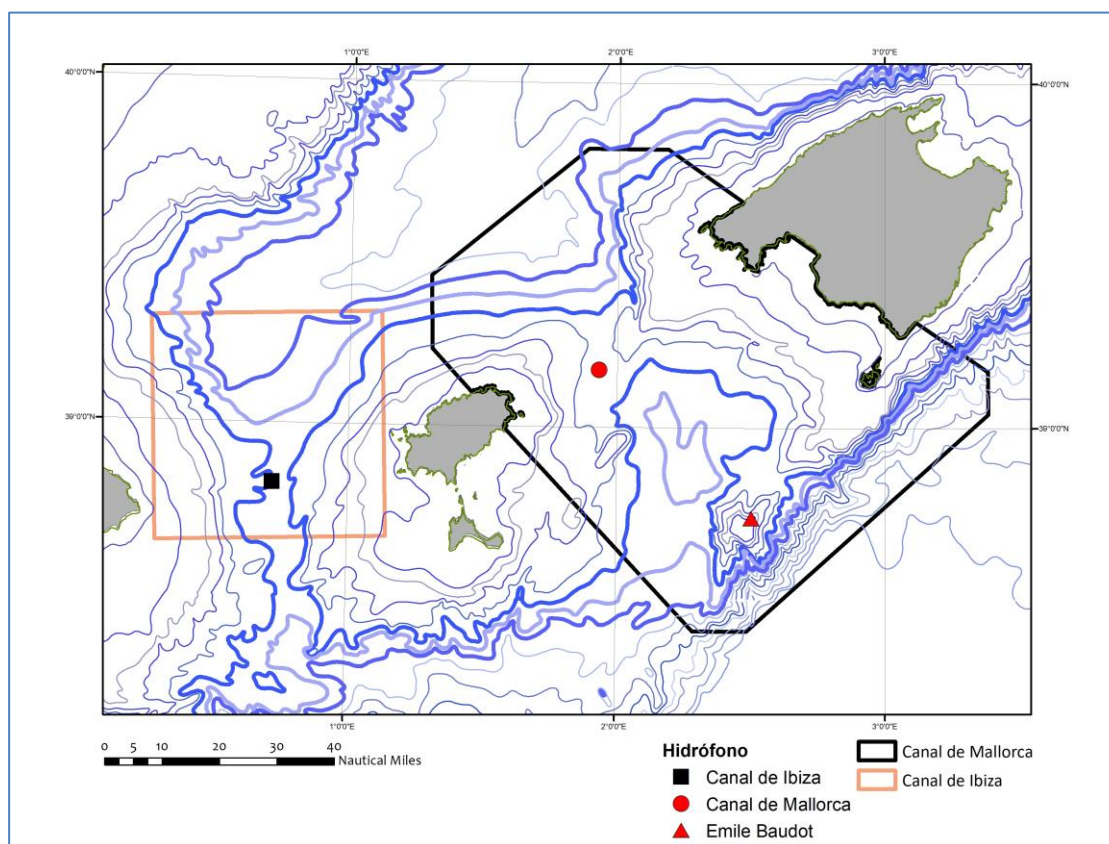


Figura 15. Localizaciones hidrófonos.

Tabla 4. Características hidrófonos y liberadores fondeo.

Localización	Hidrófono	Rango	Mem.	Prof. (m)	Protocolo	Duración	Liberador	Prof.
Canal de Ibiza	HYD-COL-1190 + Grabador SYLENCE-LP-440 (RTsys)	5 Hz-170kHz	2 Tb	1,000	4 min/30 min	+/- 6 meses	Sonardyne RT6-1000k	1000
NW Canal de Mallorca	HYD-COL-1190 + Grabador SYLENCE-LP-440 (RTsys)	5 Hz-170kHz	2 Tb	1,000	4 min/30 min	+/- 6 meses	Sonardyne RT6-1000k	1000
Emile Baudot (SE C. Mallorca)	SoundTrap 300 HF	20 Hz-150 kHz	256 Gb	500	4 min/30 min	+/- 4 meses	Sonardyne 7986 LRT	500

La programación, tanto del SoundTrap como del Sylence ofrece opciones de grabación flexibles en cuanto a la frecuencia de muestreo, control de ganancia, inicio diferido y ciclo de trabajo.

A pesar de que ambos alcanzan tasas de muestreo más altas, se programarán los aparatos a **96 kHz**, con el que se alcanza una banda efectiva de 20 Hz a 48kHz, en la que, a priori, pueden detectarse todas las especies de cetáceos consideradas habituales en el Mediterráneo: *Delphinus delphis*, *Stenella coeruleoalba*, *Tursiops truncatus*, *Grampus griseus*, *Globicephala melaena*, *Ziphius cavirostris*, *Physeter macrocephalus* y *Balaenoptera physalus* (104). El objetivo es evitar el colapso de las baterías o la memoria en caso de retraso en las recuperaciones por causas logísticas como mal tiempo o avería en el barco y reducir el ingente volumen de información.

Se ha reducido la frecuencia de la visita programada a 6 meses considerando que la mejora del equipo da un margen de seguridad tanto de energía como de memoria, y de esta forma, se minimiza el impacto en el fondo de calados más frecuentes. Este hecho se ve reflejado en el nuevo cronograma del proyecto.

Con el objetivo de igualar al máximo el muestreo con los datos obtenidos en los proyectos CALMA y CALMADOS y otras grabaciones realizadas por la Direcció General de Pesca del Govern Balear en aguas del Canal de Mallorca, se programará una frecuencia de muestreo de 4 minutos por cada 30, de forma análoga a las escuchas en navegación.

Dicho protocolo es ampliamente suficiente para alcanzar los objetivos del proyecto.

En las diferentes campañas de cambio de baterías y descarga de datos, se aprovechará para aumentar el conocimiento de la zona, elaborando un listado de los cetáceos observados durante el desplazamiento según el protocolo de recogida de datos elaborado por la SEC para el MAPAMA y el pertinente SIG según el protocolo creado en Intemares.

Los aparatos fueron comprados al inicio de esta licitación y se está a la espera de su entrega, tal y como se describirá con exactitud en el cronograma actualizado.

2.2.10. Seguimiento de cachalote desde Ferri.

Durante 2022 y 2023 se realizarán dos tandas de embarques por mes, con periodicidad quincenal siempre que las condiciones meteorológicas lo permitan, desde ferris de línea de tráfico marino local de la compañía Balearia, con la que se ha firmado un convenio de colaboración.

Se contará con la presencia de entre tres y cuatro personas por trayecto debidamente formadas, a partir de cursos impartidos, [Tabla 5](#), que serán responsables de la toma de datos como identificación de la especie, estima del tamaño del grupo, clase de edad, comportamiento, posición, estima de distancia a la derrota y ángulo del avistamiento.

Se aplicará el protocolo estandarizado y descrito por la red del Mediterráneo de monitoreo desde ferris (127) que permitirá estimar la abundancia relativa del cachalote y su etología en referencia a la presencia de los buques. Dicho protocolo es conforme también al de recogida de datos de la Sociedad Española de Cetáceos (SEC).

Tabla 5. Cursos para embarques ferris realizados.

Fecha	Modalidad	Lugar	Número de Participantes	Tipo de participantes
31/01/2022	Presencial	Nidus Coworking & Office <i>(Carrer de Margalida Caimari,24-26, 07005 Palma, Illes Balears)</i>	24	Voluntarios
01/02/2022	Presencial	Nidus Coworking & Office <i>(Carrer de Margalida Caimari,24-26, 07005 Palma, Illes Balears)</i>	22	Voluntarios
07/02/2022	Virtual	Oficina Asociación Tursiops <i>(Carrer Safareig, 27, 07141 Marratxi, Illes Balears)</i>	30	Voluntarios
11/02/2022	Presencial	Club Nàutic Sa Ràpita <i>(Explanada del Puerto, s/n, 07639 La Ràpita-Campos, Illes Balears)</i>	6	Empleados <i>Tragsatec +AMA</i>
17/03/2022	Virtual	Oficina Asociación Tursiops <i>(Carrer Safareig, 27, 07141 Marratxi, Illes Balears)</i>	5	Voluntarios
Total			87	

Para ello se ha diseñado a través de la plataforma PAMGUARD, un paquete de toma de datos visuales, *Logger form*, y un protocolo para los voluntarios, **ver anexo**.

El inicio de los embarques se realizó en febrero, por lo que actualmente, esta acción ya se desarrolla con normalidad.

Las rutas previstas y los buques asignados se describen detalladamente en [Tabla 6](#).

Tabla 6. Rutas previstas y buques asignados.

Rutas Ida: Salida Palma				
Ruta 1	Palma	Ibiza		Dénia
	Salida	Llegada	Salida	Llegada
	08h00	10h00	11h00	13h00
Nombre ferri	Cecilia Payne		Cecilia Payne	
Ruta 2	Palma	Ibiza		Valencia
	10h00	14h00	14h30	19h30
Nombre ferri	Hypatia de Alejandria		Hypatia de Alejandria	
Ruta 3	Palma	Valencia	<i>Cecilia Payne: Eslora: 86 m; Manga: 24 m; Velocidad: 38 nudos; Aforo Max: 800; Vehículos: 200</i> <i>Hypatia de Alejandria: Eslora: 186 m; Manga: 25 m; Velocidad: 24 nudos; Aforo Max: 880; Vehículos: 608</i>	
	10h45	18h45		
Nombre ferri	Hedy Lamarr			
Ruta 4	Palma	Barcelona		
	11h30	19h30		
Nombre ferri	Abel Matutes			
Rutas Vuelta: Península → Palma				
Ruta 1	Denia	Ibiza		Palma
	Salida	Llegada	Salida	Llegada
	17h00	19h00	20h00	22h00
Nombre ferri	Cecilia Payne		Cecilia Payne	
Ruta 2	Valencia	Ibiza		Palma
	21h45	02h30	03h00	07h00
Nombre ferri	Hypatia de Alejandria		Hypatia de Alejandria	
Ruta 3	Valencia	Palma	<i>Hedy Lamarr: Eslora: 186 m; Manga: 25 m; Velocidad: 24 nudos; Aforo Max: 600; Vehículos: 646</i> <i>Abel Matutes: Eslora: 190 m; Manga: 26 m; Velocidad: 23 nudos; Aforo Max: 900; Vehículos: 625</i>	
	22h00	05h00		
	23h00	06h00		
Nombre ferri	Hedy Lamarr			
Ruta 4	Barcelona	Palma		
	22h15	05h30		
Nombre ferri	Abel Matutes			

2.2.11. Cronograma actualizado.

Las actuaciones seguirán el siguiente cronograma, [Tabla 7](#), a partir del inicio del proyecto. En él se aplica también la bajada de frecuencia en la visita a los hidrófonos fijos que, tal y como se ha desarrollado en el apartado correspondiente, es coherente a la instrumentación adquirida.

Tabla 7. Cronograma previsto.

	2021	2022	2023	2024																																			
	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	2021	2022	2023	2024																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37		
TAREA A: Campañas de detección con hidrófonos para fotoidentificación, toma de muestras y marcaje satelital de cachalotes																																							
Recopilación información técnica																																							
Diseño de campañas																																							
Campañas (fotoid, biopsias, marcas)																																							
Campañas (líne transect)																																							
Análisis de datos																																							
Informe																																							
TAREA B: Campañas de seguimiento acústico-pasivo.																																							
Planificación y gestión instrumentación																																							
Campañas de calado/mantenimiento.																																							
Análisis de datos																																							
Informe																																							
TAREA C: Seguimiento de la población de cachalotes desde ferrí																																							
Contacto navieras/formación equipos																																							
Embarques																																							
Análisis de datos																																							
Informe																																							
TAREA D: Diseño del programa de medidas para minimizar los riesgos de colisión																																							
Obtención modelo de colisión																																							
Programa de medidas																																							
TAREA E: Proyecto piloto para el testado de medidas prioritarias																																							
Diseño proyecto piloto																																							
Ejecución proyecto																																							
Informe																																							
ENTREGABLES																																							
Ea1. Recopilación instrumental																																							
Ea2. Informes Anuales																																							
Eb1. Informes Anuales																																							
Ec1. Planificación Ferris																																							
Ec2. Informes Anuales																																							
EaBC. Informe Final																																							
Ed1. Programa de medidas																																							
EEd1. Proyecto Piloto																																							
EEd2. Informe Proyecto Piloto																																							

En la [Tabla 8](#), se detalla el desarrollo del proyecto en 2021 y 2022. Se han marcado con una "X", las casillas de hitos correctamente alcanzados. Las casillas correspondientes de hitos con demoras o cambios, se han identificado con números para su explicación aquí. Por último, las campañas vienen asociadas a los días planificados.

Así, la *planificación y gestión de instrumentación* (casilla marcada con 1) y las *campañas de calado y mantenimiento* (2), no pueden considerarse como alcanzadas ya que en el momento de escribir este documento, aún no se había recibido el material para el fondeo.

La compra se realizó el día 22/12/21, menos de un mes del inicio del proyecto y en la factura se detallaba que la entrega de los hidrófonos y los liberadores se realizaría el 28 de febrero. Ello implicaba un ligero retraso sobre el calendario inicial, [Tabla 7](#), aunque asumible. A finales de enero, la empresa RTSYS, suministradora del material ya nos informó que la situación global derivada de la pandemia por COVID19, les iba a provocar retrasos por la llegada tardía de componentes electrónicos. Actualmente la llegada de la instrumentación está prevista para la semana del 21 de marzo. Una vez en nuestro poder todo el material, se procederá a su inmediato calado y a planificar las visitas de mantenimiento según el inicio del muestreo. Se han marcado en azul oscuro las previsiones.

En el caso de los *embarques*, desde ferri (3), la firma del convenio con las empresas navieras, el desarrollo de los cursos de formación para los voluntarios y malas condiciones meteorológicas han retrasado su inicio un mes. En estos momentos, dicho muestreo, funciona al 100%, con más de 75 personas asistentes a los cursos y disponibles para el embarque.

Tabla 8. Cronograma detallado 2021/2022.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	2021	2022											
	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
TAREA A: Campañas de detección con hidrófonos para fotoidentificación, toma de muestras y marcaje satelital de cachalotes													
Recopilación información técnica	X	X											
Diseño de campañas	X	X											
Campañas (fotoid, biopsias, marcas)			21-27			30-5		15-21				14-20	
Campañas (line transect)						13-19							
Análisis de datos			X										
Informe													
TAREA B: Campañas de seguimiento acústico-pasivo.													
Planificación y gestión instrumentación	X	1											
Campañas de calado/mantenimiento.			2										
Análisis de datos													
Informe													
TAREA C: Seguimiento de la población de cachalote desde ferri													
Contacto navieras/formación equipos	X	X	X										
Embarques		3	X										
Análisis de datos			X										
Informe													
TAREA D: Diseño del programa de medidas para minimizar los riesgos de colisión													
Obtención modelo de colisión													
Programa de medidas													
TAREA E: Proyecto piloto para el testado de medidas prioritarias													
Diseño proyecto piloto													
Ejecución proyecto													
Informe													
ENTREGABLES													
EA1. Recopilación instrumental			X										
EA2. Informes Anuales													
EB1. Informes Anuales													
EC1. Planificación Ferris			X										
EC2. Informes Anuales													
EABC. Informe Final													
ED1. Programa de medidas													
EE1. Proyecto Piloto													
EE2. Informe Proyecto Piloto													

3. BIBLIOGRAFÍA.

1. V. Drouot, M. Berube, A. Gannier, J. C. Goold, R. J. Reid, P. Palsboll, A note on genetic isolation of Mediterranean sperm whales (*Physeter macrocephalus*) suggested by mitochondrial DNA. *Journal of Cetacean Research and Management* **6**, 29-32 (2004).
2. D. Engelhaupt, A. Rus Hoelzel, C. Nicholson, A. Frantzis, S. Mesnick, S. Gero, H. Whitehead, L. Rendell, P. Miller, R. De Stefanis, Female philopatry in coastal basins and male dispersion across the North Atlantic in a highly mobile marine species, the sperm whale (*Physeter macrocephalus*). *Molecular Ecology* **18**, 4193-4205 (2009).
3. A. Alexander, D. Steel, K. Hoekzema, S. L. Mesnick, D. Engelhaupt, I. Kerr, R. Payne, C. S. Baker, What influences the worldwide genetic structure of sperm whales (*Physeter macrocephalus*)? *Molecular ecology* **25**, 2754-2772 (2016).
4. E. Carpinelli, P. Gauffier, P. Verborgh, S. Airoidi, L. David, N. Di - Méglio, A. Cañadas, A. Frantzis, L. Rendell, T. Lewis, Assessing sperm whale (*Physeter macrocephalus*) movements within the western Mediterranean Sea through photo - identification. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **24**, 23-30 (2014).
5. A. Gannier, V. Drouot, J. C. Goold, Distribution and relative abundance of sperm whales in the Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series* **243**, 281-293 (2002).
6. A. Frantzis, P. Alexiadou, G. Paximadis, E. Politi, A. Gannier, M. Corsini-Foka, Current knowledge of the cetacean fauna of the Greek Seas. *Journal of Cetacean Research and Management* **5**, 219-232 (2003).
7. A. Moulins, M. Würtz, Occurrence of a herd of female sperm whales and their calves (*Physeter catodon*), off Monaco, in the Ligurian Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **85**, 213-214 (2005).
8. V. Drouot, A. Gannier, J. C. Goold, Summer social distribution of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) in the Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the UK* **84**, 675-680 (2004).
9. E. Pirotta, J. Matthiopoulos, M. MacKenzie, L. Scott-Hayward, L. Rendell, Modelling sperm whale habitat preference: a novel approach combining transect and follow data. *Marine Ecology Progress Series* **436**, 257-272 (2011).
10. H. Whitehead, *Sperm whales: social evolution in the ocean*. (University of Chicago press, 2003).
11. V. Drouot, A. Gannier, in *13th Ann. Conf. ECS*. (Valencia, 1999), pp. 30-32.
12. G. Pavan, T. V. Hayward, F. J. Borsani, M. Priano, M. Manghi, C. Fossati, J. Gordon, Time patterns of sperm whale codas recorded in the Mediterranean Sea 1985–1996. *The Journal of the Acoustical Society of America* **107(6)**, 3487-3495 (2000).
13. A. Frantzis, P. Alexiadou, Male sperm whale (*Physeter macrocephalus*) coda production and coda-type usage depend on the presence of conspecifics and the behavioural context. *Canadian Journal of Zoology* **86(1)**, 62-75 (2008)10.1139/Z07-114).
14. D. Pace, Sapienza University of Rome, (2016).

15. F. J. Borsani, G. Pavan, J. Gordon, G. Notarbartolo di Sciara, Regional vocalisations of the sperm whale: Mediterranean codas. *European Research on Cetaceans*, 78-81 (1997).
16. G. Bearzi, N. Pierantonio, M. Affronte, D. HOLCER, N. Maio, G. NOTARBARTOLO DI SCIARA, Overview of sperm whale *Physeter macrocephalus* mortality events in the Adriatic Sea, 1555–2009. *Mammal Review* **41**, 276-293 (2011).
17. A. Frantzis, P. Alexiadou, K. C. Gkikopoulou, Sperm whale occurrence, site fidelity and population structure along the Hellenic Trench (Greece, Mediterranean Sea). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **24**, 83-102 (2014).
18. F. Caruso, V. Sciacca, G. Bellia, E. De Domenico, G. Larosa, E. Papale, C. Pellegrino, S. Pulvirenti, G. Riccobene, F. Simeone, Size distribution of sperm whales acoustically identified during long term deep-sea monitoring in the Ionian Sea. *PLoS One* **10**, e0144503 (2015).
19. ACCOBAMS, "Estimates of abundance and distribution of cetaceans, marine mega-fauna and marine litter in the Mediterranean Sea from 2018-2019 surveys," (2021).
20. L. Mannocci, J. J. Roberts, P. N. Halpin, "Development of exploratory marine species density models in the Mediterranean Sea.," (Naval Facilities Engineering Command, Atlantic 2018).
21. D. S. Pace, A. Miragliuolo, M. Mariani, C. Vivaldi, B. Mussi, Sociality of sperm whale off Ischia Island (Tyrrhenian Sea, Italy). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **24**, 71-82 (2014).
22. N. Di-Méglio, L. David, in *22nd Annual Conference of the European Cetacean Society, Marine Mammals in Time, Egmond aan Zee, Netherlands*. (2008), pp. 10-12.
23. N. Pierantonio, G. Pavan, S. Airoidi, S. Panigada, in *22nd Annual Conference of the European Cetacean Society. Egmond aan Zee, The Netherlands*. (2008), pp. 10-12.
24. A. Bolognari, La migrazione del capodoglio nel Mediterraneo. *Italian Journal of Zoology* **18**, 253-256 (1951).
25. E. Pirotta, J. M. Brotons, M. Cerdà, S. Bakkers, L. E. Rendell, Multi-scale analysis reveals changing distribution patterns and the influence of social structure on the habitat use of an endangered marine predator, the sperm whale *Physeter macrocephalus* in the Western Mediterranean Sea. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 103169 (2020).
26. A. Azzellino, S. Gaspari, S. Airoidi, B. Nani, Habitat use and preferences of cetaceans along the continental slope and the adjacent pelagic waters in the western Ligurian Sea. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* **55**, 296-323 (2008).
27. R. de Stephanis, T. Cornulier, P. Verborgh, J. S. Sierra, N. P. Gimeno, C. Guinet, Summer spatial distribution of cetaceans in the Strait of Gibraltar in relation to the oceanographic context. *Marine Ecology Progress Series* **353**, 275-288 (2008).
28. E. Praca, A. Gannier, Ecological niches of three teuthophageous odontocetes in the northwestern Mediterranean Sea. *Ocean Science* **4**, 49-59 (2009).
29. E. Praca, A. Gannier, K. Das, S. Laran, Modelling the habitat suitability of cetaceans: example of the sperm whale in the northwestern Mediterranean Sea. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* **56**, 648-657 (2009).
30. C. Fiori, L. Giancardo, M. Aïssi, J. Alessi, P. Vassallo, Geostatistical modelling of spatial distribution of sperm whales in the Pelagos Sanctuary based on sparse count

- data and heterogeneous observations. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **24**, 41-49 (2014).
31. B. Mussi, A. Miragliuolo, A. Zucchini, D. S. Pace, Occurrence and spatio - temporal distribution of sperm whale (*Physeter macrocephalus*) in the submarine canyon of Cuma (Tyrrhenian Sea, Italy). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **24**, 59-70 (2014).
 32. P. Tepsich, M. Rosso, P. N. Halpin, A. Moulins, Habitat preferences of two deep-diving cetacean species in the northern Ligurian Sea. *Marine Ecology Progress Series* **508**, 247-260 (2014).
 33. D. S. Pace, A. Arcangeli, B. Mussi, C. Vivaldi, C. Ledon, S. Lagorio, G. Giacomini, G. Pavan, G. Ardizzone, Habitat suitability modeling in different sperm whale social groups. *The Journal of Wildlife Management* **82**, 1062-1073 (2018).
 34. D. S. Pace, G. Giacomini, I. Campana, M. Paraboschi, G. Pellegrino, M. Silvestri, J. Alessi, D. Angeletti, V. Cafaro, G. Pavan, An integrated approach for cetacean knowledge and conservation in the central Mediterranean Sea using research and social media data sources. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **29**, 1302-1323 (2019).
 35. A. Azzellino, S. Airoidi, C. Lanfredi, M. Podesta, M. Zanardelli, Cetacean response to environmental and anthropogenic drivers of change: results of a 25-year distribution study in the northwestern Mediterranean Sea. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* **146**, 104-117 (2017).
 36. A. Virgili, M. Authier, O. Boisseau, A. Cañadas, D. Claridge, T. Cole, P. Corkeron, G. Dorémus, L. David, N. Di - Méglio, Combining multiple visual surveys to model the habitat of deep - diving cetaceans at the basin scale: Large - scale modelling of deep - diving cetacean habitats. *Global Ecology and Biogeography* **28**, 300-314 (2019).
 37. B. Claro, S. Pérez-Jorge, S. Frey, Seafloor geomorphic features as an alternative approach into modelling the distribution of cetaceans. *Ecological Informatics* **58**, 101092 (2020).
 38. A. Gannier, E. Praca, SST fronts and the summer sperm whale distribution in the north-west Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **87**, 187-193 (2007).
 39. T. Lewis, O. Boisseau, M. Danbolt, D. Gillespie, C. Lacey, R. Leaper, J. Matthews, R. McLanaghan, A. Moscrop, Abundance estimates for sperm whales in the Mediterranean Sea from acoustic line-transect surveys. (2018).
 40. S. L. Watwood, P. J. Miller, M. Johnson, P. T. Madsen, P. L. Tyack, Deep-diving foraging behaviour of sperm whales (*Physeter macrocephalus*). *The Journal of animal ecology* **75**, 814-825 (2006); published online EpubMay (10.1111/j.1365-2656.2006.01101.x).
 41. G. Giorli, A. Neuheimer, W. Au, Spatial variation of deep diving odontocetes' occurrence around a canyon region in the Ligurian Sea as measured with acoustic techniques. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* **116**, 88-93 (2016).

42. L. Rendell, S. Simião, J. Brotons, S. Airoidi, D. Fasano, A. Gannier, Abundance and movements of sperm whales in the western Mediterranean basin. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **24**, 31-40 (2014).
43. J. Brotons, Catxalots a Balears: una cultura amenaçada. *Monografia de la SHNB* **20**, 326 (2015).
44. B. Mussi, A. Miragliuolo, I cetacei della costa nord occidentale dell'isola d'Ischia (Canyon di Cuma). *Ambiente marino e costiero e territorio delle isole Flegree (Ischia, Procida e Vivara-Golfo di Napoli). Risultati di uno studio multidisciplinare. Editori MC Gambi, M. De Lauro e F. Jannuzzi. Memorie*, 213-232 (2003).
45. E. Pirotta, M. Vighi, J. M. Brotons, E. Dillane, M. Cerdà, L. Rendell, Stable isotopes suggest fine-scale sexual segregation in an isolated, endangered sperm whale population. *Marine Ecology Progress Series*, (2020)10.3354/meps13502).
46. V. Drouot-Dulau, A. Gannier, Movements of sperm whale in the western Mediterranean Sea: preliminary photo-identification results. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **87**, 195-200 (2007).
47. A. Frantzis, S. Airoidi, G. Notarbartolo-di-Sciara, C. Johnson, S. Mazzariol, Inter-basin movements of Mediterranean sperm whales provide insight into their population structure and conservation. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* **58**, 454-459 (2011).
48. I. Foskolos, N. Koutouzi, L. Polychronidis, P. Alexiadou, A. Frantzis, A taste for squid: the diet of sperm whales stranded in Greece, Eastern Mediterranean. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 103164 (2019).
49. S. M. Roberts, Examination of the stomach contents from a Mediterranean sperm whale found south of Crete, Greece. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **83**, 667-670 (2003).
50. C. Lanfredi, A. Azzellino, A. Moulins, M. Rosso, P. Tepsich, S. Airoidi, in *32nd Annual European Cetacean Society Conference*. (La Spezia, Italy, 2018).
51. S. Laran, E. Pettex, M. Authier, A. Blanck, L. David, G. Dorémus, H. Falchetto, P. Monestiez, O. Van Canneyt, V. Ridoux, Seasonal distribution and abundance of cetaceans within French waters-Part I: The North-Western Mediterranean, including the Pelagos sanctuary. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* **141**, 20-30 (2017).
52. T. Lewis, D. Gillespie, C. Lacey, J. Matthews, M. Danbolt, R. Leaper, R. McLanaghan, A. Moscrop, Sperm whale abundance estimates from acoustic surveys of the Ionian Sea and Straits of Sicily in 2003. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **87**, 353-357 (2007).
53. O. Boisseau, C. Lacey, T. Lewis, A. Moscrop, M. Danbolt, R. McLanaghan, Encounter rates of cetaceans in the Mediterranean Sea and contiguous Atlantic area. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **90**, 1589-1599 (2010).
54. J. A. Thomson, A. B. Cooper, D. A. Burkholder, M. R. Heithaus, L. M. Dill, Heterogeneous patterns of availability for detection during visual surveys: spatiotemporal variation in sea turtle dive-surfacing behaviour on a feeding ground. *Methods in Ecology and Evolution* **3**, 378-387 (2012).
55. H. Caswell, Perturbation analysis of nonlinear matrix population models. *Demographic Research* **18**, 59-116 (2008).

56. B. L. Taylor, S. J. Chivers, J. Larese, W. F. Perrin, Generation length and percent mature estimates for IUCN assessments of cetaceans. (2007).
57. B. Taylor, R. Baird, J. Barlow, S. Dawson, J. Ford, J. Mead, R. Pitman. (The IUCN Red List of Threatened Species, 2019).
58. P. B. Best, Sperm whale stock assessments and the relevance of historical whaling records. *Report of the International Whaling Commission* **5**, 41-55 (1983).
59. L. Rendell, A. Frantzis, Chapter Two-Mediterranean Sperm Whales, *Physeter macrocephalus*: The Precarious State of a Lost Tribe. *Advances in marine biology* **75**, 37-74 (2016).
60. H. Whitehead, Estimates of the current global population size and historical trajectory for sperm whales. *Marine Ecology Progress Series* **242**, 295-304 (2002).
61. A. S. Rodrigues, A. Charpentier, D. Bernal-Casasola, A. Gardeisen, C. Nores, J. A. Pis Millán, K. McGrath, C. F. Speller, Forgotten Mediterranean calving grounds of grey and North Atlantic right whales: evidence from Roman archaeological records. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* **285**, 20180961 (2018).
62. A. Aguilar, A. Borrell, Open - boat whaling on the Straits of Gibraltar ground and adjacent waters. *Marine Mammal Science* **23**, 322-342 (2007).
63. C. Sanpera, A. Aguilar, Modern whaling off the Iberian Peninsula during the 20th century. *Report of the International Whaling Commission* **42**, 723-730 (1992).
64. M. Fernández-Casado, El cachalote (*Physeter macrocephalus*). *Galemys* **12**, 2 (2000).
65. A. Bolognari, *A proposito della recente cattura di alcuni esemplari di capodoglio (Physeter macrocephalus L.) nel Mediterraneo.* (1949).
66. P. Birnie, 34th meeting of the international whaling commission: Brighton, UK, 19–24 July 1982. *Marine Policy* **7**, 64-68 (1983).
67. L. Marini, C. Consiglio, A. M. Angradi, B. Catalano, A. Sanna, T. Valentini, M. G. Finoia, G. Villetti, Distribution, abundance and seasonality of cetaceans sighted during scheduled ferry crossings in the central Tyrrhenian Sea: 1989–1992. *Italian Journal of Zoology* **63**, 381-388 (1996).
68. G. Notarbartolo Di Sciara, M. C. Venturino, M. Zanardelli, G. Bearzi, F. J. Borsani, B. Cavalloni, Cetaceans in the central Mediterranean Sea: distribution and sighting frequencies. *Italian Journal of Zoology* **60**, 131-138 (1993).
69. A. Bolognari, Ancora sulla comparsa del Capodoglio: (*Physeter macrocephalus* L.) nel Mediterraneo. *Italian Journal of Zoology* **17**, 29-37 (1950).
70. A. Bolognari, Sulla biologia del capodoglio. *Atti della Società Peloritana di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali* **3**, 143-156 (1957).
71. G. Notarbartolo - Di - Sciara, Sperm whales, *Physeter macrocephalus*, in the Mediterranean Sea: a summary of status, threats, and conservation recommendations. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **24**, 4-10 (2014).
72. G. Notarbartolo di Sciara, A note on the cetacean incidental catch in the Italian driftnet swordfish fishery, 1986-1988. *Report of the International Whaling Commission* **40**, 459-460 (1990).
73. F. Lazaro, V. Martin, Sperm whales and drifting nets in the Mediterranean Sea: the example of the Balearic Islands. *European Research on Cetaceans* **13**, 118 (1999).

74. M. Podestà, L. Magnaghi, Unusual number of cetacean bycatches in the Ligurian Sea. *European Research on Cetaceans* **3**, 67-70 (1989).
75. S. Tudela, A. Kai Kai, F. Maynou, M. El Andalossi, P. Guglielmi, Driftnet fishing and biodiversity conservation: the case study of the large-scale Moroccan driftnet fleet operating in the Alboran Sea (SW Mediterranean). *Biological Conservation* **121**, 65-78 (2005).
76. D. Pace, A. Miragliuolo, B. Mussi, 131 Behaviour of a social unit of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) entangled in a driftnet off Capo Palinuro (Southern Tyrrhenian Sea, Italy). *J. Cetacean Res. Manage* **10**, 131-135 (2008).
77. M. Cornax, E. Pardo, M. Madina, Adrift: Swordfish and Driftnets in the Mediterranean Sea. *Oceana Europe, Madrid*, (2009).
78. S. Mazzariol, G. Corazzolla, J. M. Graic., C. Centelleghé, L. Marsili, G. Terracciano, C. Cocumelli, F. Di Nocera, R. Puleio, A. Pintore, D. Denurra, G. Di Guardo, C. Grattarola, M. Gorla, C. Biolatti, C. Casalone, Mediterranean sperm whales unusual mortality event in 2019. *68th International Whaling Commission Scientific Committee meeting Document SC68B/E/10/Rev1*, (2020).
79. A. Abdulla, *Maritime traffic effects on biodiversity in the Mediterranean Sea: Review of impacts, priority areas and mitigation measures*. (IUCN, 2008), vol. 1.
80. G. Pesante, A. S. Collet, F. Dhermain, A. Frantzis, P. S., M. Podestà, M. Zanardelli, in *Collisions between Cetaceans and Vessels: can we Find Solutions?* (Rome, 2002).
81. H. Peltier, A. Beaufils, C. Cesarini, W. Dabin, C. Dars, F. Demaret, F. Dhermain, G. Doremus, H. Labach, O. Van Canneyt, Monitoring of marine mammal strandings along French coasts reveals the importance of ship strikes on large cetaceans: a challenge for the European Marine Strategy Framework Directive. *Frontiers in Marine Science* **6**, 486 (2019).
82. R. C. Rockwood, J. Calambokidis, J. Jahncke, High mortality of blue, humpback and fin whales from modeling of vessel collisions on the US West Coast suggests population impacts and insufficient protection. *PLoS One* **12**, e0183052 (2017).
83. A. Frantzis, R. Leaper, P. Alexiadou, A. Prospathopoulos, D. Lekkas, Shipping routes through core habitat of endangered sperm whales along the Hellenic Trench, Greece: Can we reduce collision risks? *PLoS one* **14**, e0212016 (2019).
84. D. P. Nowacek, L. H. Thorne, D. W. Johnston, P. L. Tyack, Responses of cetaceans to anthropogenic noise. *Mammal Review* **37**, 81-115 (2007).
85. C. M. Duarte, L. Chapuis, S. P. Collin, D. P. Costa, R. P. Devassy, V. M. Eguiluz, C. Erbe, T. A. Gordon, B. S. Halpern, H. R. Harding, The soundscape of the Anthropocene ocean. *Science* **371**, (2021).
86. E. Pirotta, C. G. Booth, D. P. Costa, E. Fleishman, S. D. Kraus, D. Lusseau, D. Moretti, L. F. New, R. S. Schick, L. K. Schwarz, Understanding the population consequences of disturbance. *Ecology and Evolution* **8**, 9934-9946 (2018).
87. R. De Stephanis, J. Giménez, E. Carpinelli, C. Gutierrez-Exposito, A. Cañadas, As main meal for sperm whales: Plastics debris. *Marine pollution bulletin* **69**, 206-214 (2013).
88. S. Mazzariol, C. Centelleghé, B. Cozzi, M. Povinelli, F. Marcer, N. Ferri, G. Di Francesco, P. Badagliacca, F. Profeta, V. Olivieri, Multidisciplinary studies on a sick-leader syndrome-associated mass stranding of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) along the Adriatic coast of Italy. *Scientific reports* **8**, 1-18 (2018).

89. S. Mazzariol, G. Di Guardo, A. Petrella, L. Marsili, C. M. Fossi, C. Leonzio, N. Zizzo, S. Vizzini, S. Gaspari, G. Pavan, Sometimes sperm whales (*Physeter macrocephalus*) cannot find their way back to the high seas: a multidisciplinary study on a mass stranding. *PLoS One* **6**, e19417 (2011).
90. J. K. Jacobsen, L. Massey, F. Gulland, Fatal ingestion of floating net debris by two sperm whales (*Physeter macrocephalus*). *Marine Pollution Bulletin* **60**, 765-767 (2010).
91. G. Poeta, E. Staffieri, A. T. Acosta, C. Battisti, Ecological effects of anthropogenic litter on marine mammals: A global review with a “black-list” of impacted taxa. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy* **28**, 253-264 (2017).
92. U. o. Padua. (https://storage.googleapis.com/planet4-italy-stateless/2019/05/a3986a63-report_preliminare_spiaggiamento-cetacei-unipadgp.pdf, 2019).
93. R. Margalef, El Mediterráneo Occidental. *Barcelona*, (1989).
94. E. Praca, S. Laran, G. Lepoint, J.-P. Thomé, A. Quetglas, P. Belcari, P. Sartor, F. Dhermain, D. Ody, N. Tapie, Toothed whales in the northwestern Mediterranean: Insight into their feeding ecology using chemical tracers. *Marine pollution bulletin* **62**, 1058-1065 (2011).
95. M. Pinzone, F. Damseaux, L. N. Michel, K. Das, Stable isotope ratios of carbon, nitrogen and sulphur and mercury concentrations as descriptors of trophic ecology and contamination sources of Mediterranean whales. *Chemosphere* **237**, 124448 (2019).
96. M. Pinzone, H. Budzinski, A. Tasciotti, D. Ody, G. Lepoint, J. Schnitzler, G. Scholl, J.-P. Thomé, N. Tapie, G. Eppe, POPs in free-ranging pilot whales, sperm whales and fin whales from the Mediterranean Sea: influence of biological and ecological factors. *Environmental research* **142**, 185-196 (2015).
97. L. C. Savery, J. T. Wise, S. S. Wise, C. Falank, C. Gianios Jr, W. D. Thompson, C. Perkins, T. Zheng, C. Zhu, J. P. Wise Sr, Global assessment of arsenic pollution using sperm whales (*Physeter macrocephalus*) as an emerging aquatic model organism. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology* **163**, 55-63 (2014).
98. S. Squadrone, P. Brizio, E. Chiaravalle, M. Abete, Sperm whales (*Physeter macrocephalus*), found stranded along the Adriatic coast (Southern Italy, Mediterranean Sea), as bioindicators of essential and non-essential trace elements in the environment. *Ecological Indicators* **58**, 418-425 (2015).
99. A. Zaccaroni, R. Andreini, S. Franzellitti, D. Barceló, E. Eljarrat, Halogenated flame retardants in stranded sperm whales (*Physeter macrocephalus*) from the Mediterranean Sea. *Science of the Total Environment* **635**, 892-900 (2018).
100. S. Mazzariol, C. Centelleghé, A. Di Provvido, L. Di Renzo, G. Cardeti, A. Cersini, G. Fichi, A. Petrella, C. E. Di Francesco, W. Mignone, Dolphin morbillivirus associated with a mass stranding of sperm whales, Italy. *Emerging infectious diseases* **23**, 144 (2017).
101. G. Notarbartolo - di - Sciara, T. Agardy, D. Hyrenbach, T. Scovazzi, P. Van Klaveren, The Pelagos sanctuary for Mediterranean marine mammals. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **18**, 367-391 (2008).

102. G. K. Silber, A. S. Vanderlaan, A. T. Arceredillo, L. Johnson, C. T. Taggart, M. W. Brown, S. Bettridge, R. Sagarminaga, The role of the International Maritime Organization in reducing vessel threat to whales: process, options, action and effectiveness. *Marine Policy* **36**, 1221-1233 (2012).
103. P. Gauffier, M. M. Cendón, A. Blasi, E. Carpinelli, C. Jiménez-Torres, J. Giménez, R. Esteban, R. de Stephanis, P. Verborgh, in *26th Annual Conference of the European Cetacean Society*. (2012).
104. M. d. M. Otero, M. Conigliaro, *Marine mammals and sea turtles of the Mediterranean and Black Seas*. (IUCN, 2012).
105. E. Pirotta, E. Carpinelli, A. Frantzis, P. Gauffier, C. Lanfredi, D. S. Pace, L. Rendell, *Physeter macrocephalus* (Mediterranean subpopulation). *The IUCN Red List of Threatened Species 2021*, (2021).
106. A. S. Vanderlaan, C. T. Taggart, Vessel collisions with whales: the probability of lethal injury based on vessel speed. *Marine mammal science* **23**, 144-156 (2007).
107. P. B. Conn, G. K. Silber, Vessel speed restrictions reduce risk of collision-related mortality for North Atlantic right whales. *Ecosphere* **4**, art43 (2013)10.1890/es13-00004.1).
108. S. Gende, L. Vose, J. Baken, C. Gabriele, R. Preston, A. N. Hendrix, Active whale avoidance by large ships: components and constraints of a complementary approach to reducing ship strike risk. *Frontiers in Marine Science* **6**, 592 (2019).
109. R. C. Rockwood, J. Adams, G. Silber, J. Jahncke, Estimating effectiveness of speed reduction measures for decreasing whale-strike mortality in a high-risk region. *Endangered Species Research* **43**, 145-166 (2020)10.3354/esr01056).
110. D. W. Laist, A. R. Knowlton, J. G. Mead, A. S. Collet, M. Podesta, Collisions between ships and whales. *Marine Mammal Science* **17**, 35-75 (2001).
111. D. Gillespie, R. Leaper, J. Gordon, K. Macleod, An integrated data collection system for line transect surveys. *Journal of Cetacean Research and Management* **11**, 217-228 (2011).
112. D. Gillespie, D. Mellinger, J. Gordon, D. McLaren, P. Redmond, R. McHugh, P. Trinder, X. Deng, A. Thode, PAMGUARD: Semiautomated, open source software for real-time acoustic detection and localisation of cetaceans. *Journal of the Acoustical Society of America* **30**, 54-62 (2008).
113. R. Antunes, T. Schulz, S. Gero, H. Whitehead, J. Gordon, L. Rendell, Individually distinctive acoustic features in sperm whale codas. *Animal Behaviour* **81**, 723-730 (2011).
114. M. Mazzoil, S. D. McCulloch, R. Defran, M. E. Murdoch, Use of digital photography and analysis of dorsal fins for photo-identification of bottlenose dolphins. *Aquatic Mammals* **30**, 209-219 (2004).
115. T. M. Markowitz, A. D. Harlin, B. Wursig, Digital photography improves efficiency of individual dolphin identification. *Marine Mammal Science* **19**, 217-223 (2003).
116. B. Beekmans, H. Whitehead, R. Huele, L. Steiner, A. G. Steenbeek, Comparison of two computer-assisted photo-identification methods applied to sperm whales (*Physeter macrocephalus*). *Aquatic Mammals* **31**, 243 (2005).
117. H. Whitehead, Assessing sperm whale populations using natural markings: recent progress. *Rep Int Whal Comm Spec*, 377-382 (1990).

118. A. F. Rees, L. Avens, K. Ballorain, E. Bevan, A. C. Broderick, R. R. Carthy, M. J. A. Christianen, G. Duclos, M. R. Heithaus, D. W. Johnston, J. C. Mangel, F. Paladino, K. Pendoley, R. D. Reina, N. J. Robinson, R. Ryan, S. T. Sykora-Bodie, D. Tilley, M. R. Varela, E. R. Whitman, P. A. Whittock, T. Wibbels, B. J. Godley, The potential of unmanned aerial systems for sea turtle research and conservation: a review and future directions. *Endangered Species Research* **35**, 81-100 (2018)10.3354/esr00877).
119. E. A. Ramos, B. Maloney, M. O. Magnasco, D. Reiss, Bottlenose Dolphins and Antillean Manatees Respond to Small Multi-Rotor Unmanned Aerial Systems. *Frontiers in Marine Science* **5**, (2018)10.3389/fmars.2018.00316).
120. S. Hooker, R. Baird, S. Al-Omari, S. Gowans, H. Whitehead, Behavioral reactions of northern bottlenose whales (*Hyperoodon ampullatus*) to biopsy darting and tag attachment procedures. *Fishery Bulletin*, (2001).
121. R. Bogucki, M. Cygan, C. B. Khan, M. Klimek, J. K. Milczek, M. Mucha, Applying deep learning to right whale photo identification. *Conservation biology : the journal of the Society for Conservation Biology* **33**, 676-684 (2019); published online EpubJun (10.1111/cobi.13226).
122. C. D. Ortega-Ortiz, V. M. Gómez-Muñoz, D. Gendron, Allometry and morphometry of blue whales photographed in the Gulf of California: insights into subspecies taxonomy in the Eastern North Pacific. *Endangered Species Research* **37**, 183-194 (2018).
123. P. E. Rosel, PCR-based sex determination in Odontocete cetaceans. *Conservation Genetics* **4**, 647-649 (2003).
124. E. G. Bligh, W. J. Dyer, A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian journal of biochemistry and physiology* **37**, 911-917 (1959).
125. F. Colloca, M. Cardinale, F. Maynou, M. Giannoulaki, G. Scarcella, K. Jenko, J. M. Bellido, F. Fiorentino, Rebuilding Mediterranean fisheries: a new paradigm for ecological sustainability. *Fish and fisheries* **14**, 89-109 (2013).
126. R. W. Reynolds, T. M. Smith, C. Liu, D. B. Chelton, K. S. Casey, M. G. Schlax, Daily high-resolution-blended analyses for sea surface temperature. *Journal of Climate* **20**, 5473-5496 (2007).
127. A. Arcangeli, P. Tepsich, R. Crosti, A. Moulins, I. Campana, S. Carcassi, M. Tringali, C. Luperini, E. Internullo, C. Monaco, A fixed line transect network to monitor cetacean diversity in central-western Mediterranean Sea. (2012).

