

INFORME FINAL ACCIÓN A3.1d

CHIMENEAS DE CÁDIZ



Acción coordinada por ALNITAK en el marco del Proyecto LIFE+ INDEMARES

Informe final elaborado por SEAPROJECT

Lorenzo Bramanti

y ALNITAK

Ricardo Sagarminaga

Diciembre de 2013

INDEMARES



ÍNDICE

1. RESUMEN	3
2. ANTECEDENTES	4
3. ACCIÓN A3.1D	29
4. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN	30
4.1 Situación – potencial relevancia como hábitat de migración	30
4.2 Fisiografía y Oceanografía – potencial relevancia como hábitat de alimentación.....	30
4.3 Actividades humanas – sectores de la pesca, defensa, energía, turismo y tráfico marítimo	33
5. REALIZACIÓN DE CAMPAÑAS DE MAR	35
5.1 METODOLOGÍA	35
5.1.1 Presencia de delfines mulares y abundancia relativa	36
5.1.2 Estudio de la distribución espacial y batimetría.....	36
5.1.3 Estudio de abundancia – catálogo de foto-identificación	36
5.1.4 Estudio de abundancia de otras especies de cetáceos presentes en la zona de estudio	37
5.2. EMBARCACIONES UTILIZADAS DE LAS CAMPAÑAS DE MAR.....	38
5.3. TRANSECTOS.....	39
5.4. AVISTAMIENTO DE CETÁCEOS.....	44
5.5. PRESENCIA DE DELFINES MULARES Y ABUNDANCIA RELATIVA EN LAS CHIMENEAS DE CÁDIZ.....	45
5.5.1 Metodología	45
5.5.2 Tasas de Encuentro (Abundance Index Rate).....	46
5.6. ESTUDIO DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y BATIMETRÍA DE DELFINES MULARES.....	46
5.6.1 Metodología	46
5.6.2 Resultados	47
5.6.2.1 Análisis espacial a partir de modelos explicativos	47
5.7. FOTO-IDENTIFICACIÓN Y ESTUDIO DE ABUNDANCIA EN DELFINES MULARES	48
5.7.1 Metodología	48
5.7.1.1 Foto-identificación	49
5.7.1.2 Estimaciones de abundancia.....	51
5.7.2 Resultados y discusión de resultados.....	52
5.7.2.1 Foto-identificación	52
5.7.2.2 Estimaciones de abundancia.....	53

5.7.3 Estudio de abundancia de otras especies de cetáceos presentes en la zona de estudio	54
5.7.3.1 Metodología.....	54
5.7.3.2 Resultados.....	54
6. DATOS BRUTOS DE LAS CAMPAÑAS REALIZADAS.....	55
7. BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	55

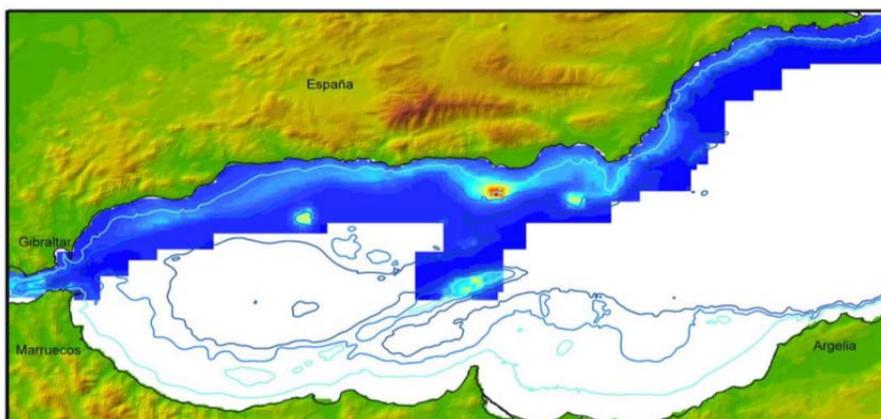
LISTADO DE ANEXOS

- Anexo 1. Publicación Silber et al. 2012. *“The role of the International Maritime Organization in reducing vessel threat to whales: Process, options, action and effectiveness”*.
- Anexo 2. Catálogo de foto-identificación
- Anexo 3. Análisis preliminares presentados por CIRCE
- Anexo 4. Datos brutos de las campañas realizadas

1. RESUMEN

En el marco del Proyecto LIFE+ INDEMARES, ALNITAK ha coordinado la acción A3.1d. “Identificación de áreas de especial interés para cetáceos en el marco de la Red Natura 2000 – Zona Sur Chimeneas de Cádiz”. Entre junio de 2009 y mayo de 2012 se realizaron un total de 6 campañas de mar en tres embarcaciones distintas, la goleta “Thomas Mc Donagh” y los catamaranes “Ecoceanus” y “Seaproject”, de ALNITAK, CIRCE y SEAPROJECT, respectivamente. Los resultados de estas campañas reafirman lo que ya había podido comprobar ALNITAK en estudios previos en la región, y más concretamente el Proyecto Mediterráneo (Identificación de áreas de especial interés para los cetáceos en el Mediterráneo español 1999 – 2002) y el proyecto LIFE02NAT/E/8610 (Conservación de cetáceos y tortugas en Murcia y Andalucía 2002 – 2006). El Golfo de Cádiz en su totalidad constituye una región de especial importancia como hábitat de migración y alimentación para diversas especies de grandes pelágicos, y entre ellas varias especies de cetáceos. En lo que respecta a especies del Anexo II de la Directiva Hábitat, podemos destacar la importancia de estas aguas para el delfín mular (*Tursiops truncatus*), la tortuga caguama (*Caretta caretta*) y en menor medida la marsopa común (*Phocoena phocoena*). Dicho esto, hay que destacar que las campañas realizadas en el marco del proyecto LIFE+ INDEMARES no han permitido obtener un tamaño de muestra de avistamientos de cetáceos lo suficientemente grande para poder desarrollar adecuadamente modelizaciones similares a las que se han desarrollado por parte de ALNITAK para otras zonas del sur de la Península Ibérica como son la isla de Alborán, el Seco de los Olivos y el sur de Almería.

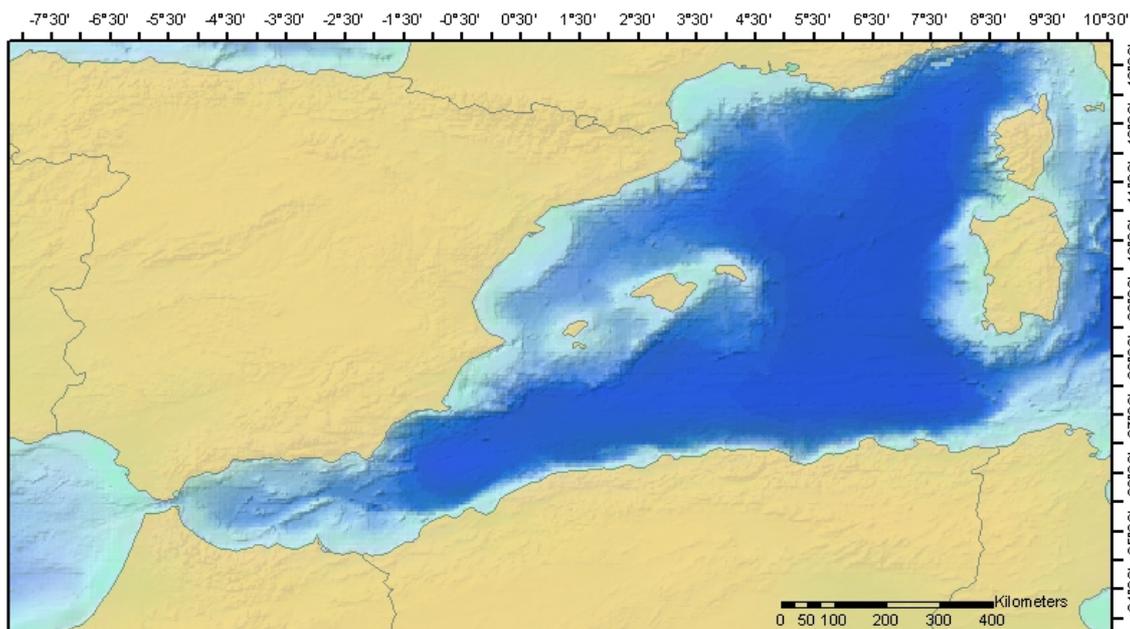
Por tanto, aunque sí podemos incluir las especies como presentes en el formulario LIC / área de Chimeneas de Cádiz, no podemos considerar de igual manera la relevancia para el delfín mular que encuentra en la zona occidental del mar de Alborán algunos de los principales *hotspots* de la especie en aguas europeas.



El escaso tamaño de muestra (N = 17) no ha permitido realizar la modelización, con la robustez adecuada, al igual que para el resto de las zonas prospectadas por ALNITAK

2. ANTECEDENTES

El mar de Alborán y sus aguas adyacentes del Golfo de Cádiz (Atlántico) y Golfo de Vera (Mediterráneo) constituyen una de las regiones marinas más productivas y con mayor diversidad biológica de Europa. Alborán es la antesala de transición entre Atlántico y Mediterráneo, donde una extraordinaria oceanografía se une con la peculiar fisiografía de la colisión entre las placas tectónicas de Eurasia y África lo que da lugar a un hábitat de migración y alimentación que resulta clave para el sustento de varias poblaciones de grandes pelágicos como cetáceos, aves, tortugas marinas y túnidos.



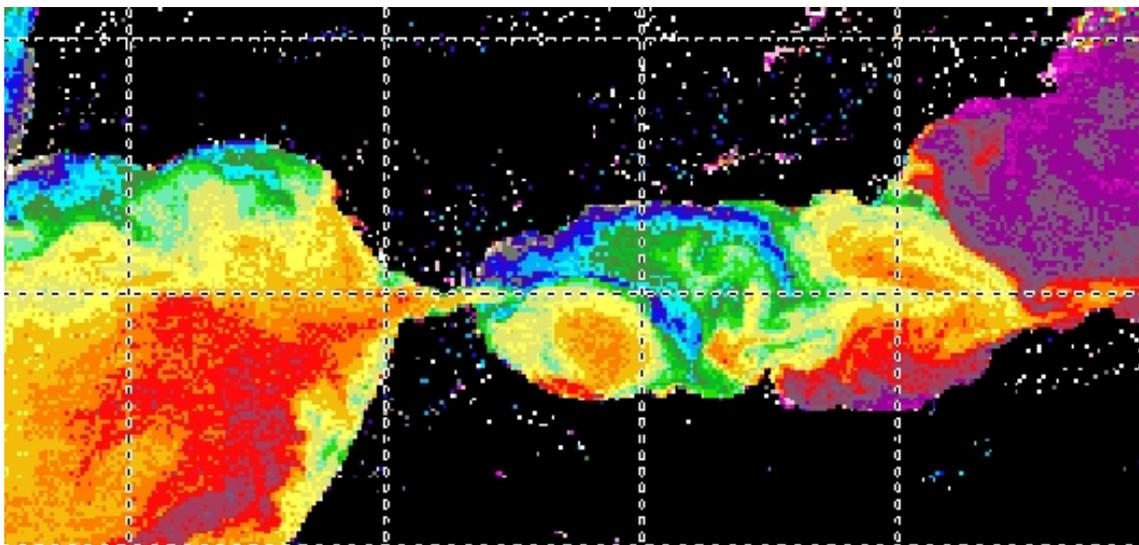
Mapa de la fisiografía del Mediterráneo occidental y sus aguas atlánticas adyacentes

Situándose en la intersección de tres áreas biogeográficas, Alborán ofrece a estas poblaciones no solo un corredor de migración y una región de importante productividad, sino también una cadena trófica compleja y sólida en la que abundan presas de alto valor nutricional.

Alborán es también una de las zonas marinas más estudiadas del planeta. En lo que respecta a los cetáceos, el programa de monitorización de ALNITAK de cetáceos, aves y tortugas, iniciado en 1990, nos ofrece en la actualidad una de las bases de datos más extensas de seguimiento del estado de conservación de sus poblaciones.

Al igual que en las demás zonas marítimas españolas, desde 1999 varios proyectos se han centrado específicamente en la aportación de datos para la creación de la Red Natura 2000 marina. Entre 1999 y 2002, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente desarrolló el “Proyecto Mediterráneo”, para la identificación de áreas de especial interés para la conservación de cetáceos en el Mediterráneo español. En el

marco de este proyecto, ALNITAK llevo a cabo el estudio de las aguas del sur peninsular, abarcando el mar de Alborán y sus aguas adyacentes del Atlántico y Mediterráneo.



Mapa de temperatura de superficie del CREPAD (I.N.T.A.) que muestra el flujo entrante de agua atlántica así como los Giros de Alborán y el Frente Almería - Orán

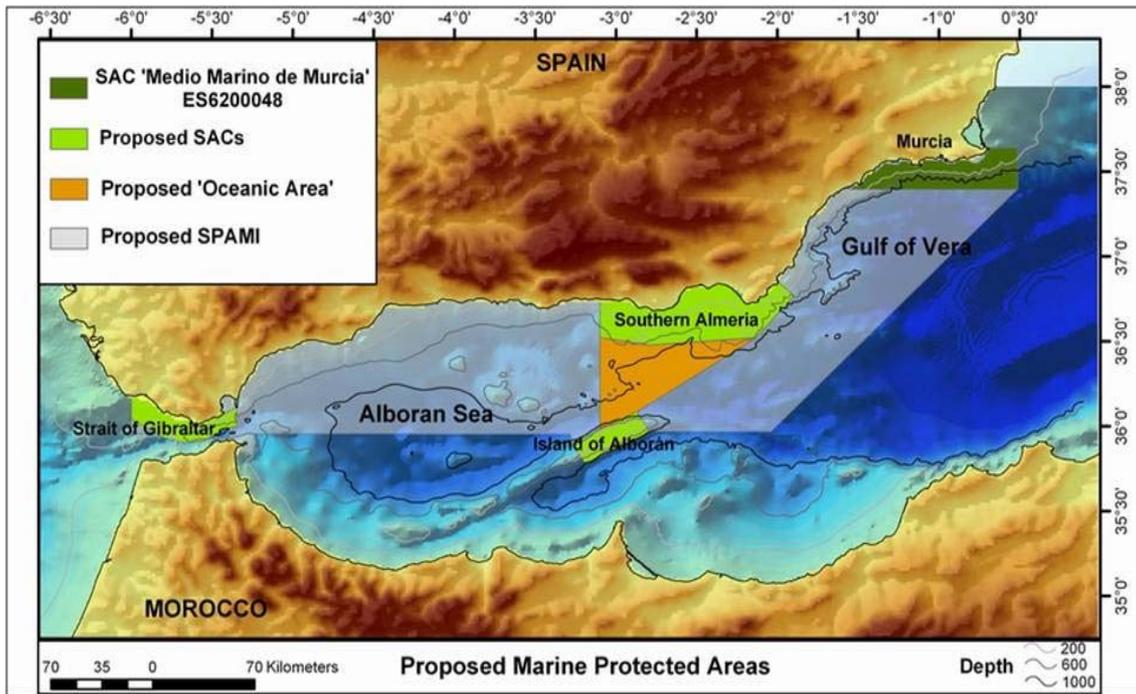
El resultado de este proyecto fue la elaboración de varias propuestas de área marina protegida para la Directiva Hábitat y el Convenio de Barcelona, así como una propuesta de área oceánica específicamente diseñada para la problemática del uso de sónar. La propuesta de LIC¹ del Medio Marino de Murcia fue incorporada en el listado español para Natura 2000 en el mismo año 2002 y el área oceánica fue asumida por la OTAN también de forma inmediata.

En los LIC de Andalucía, si bien el delfín mular (*Tursiops truncatus*) y la tortuga boba (*Caretta caretta*) están incluidos en los LIC del Estrecho (ES 6120012) e Isla de Alborán (ES 6110015), la propuesta “Sur de Almería”, posiblemente una de las regiones más relevantes para la conservación del delfín mular, sigue en la actualidad fuera de la lista de España para la Red Natura 2000 marina.

En el siguiente mapa se pueden observar además de las propuestas de LIC (verde) y la propuesta de área oceánica (naranja), una propuesta de ZEPIM² para el Convenio de Barcelona.

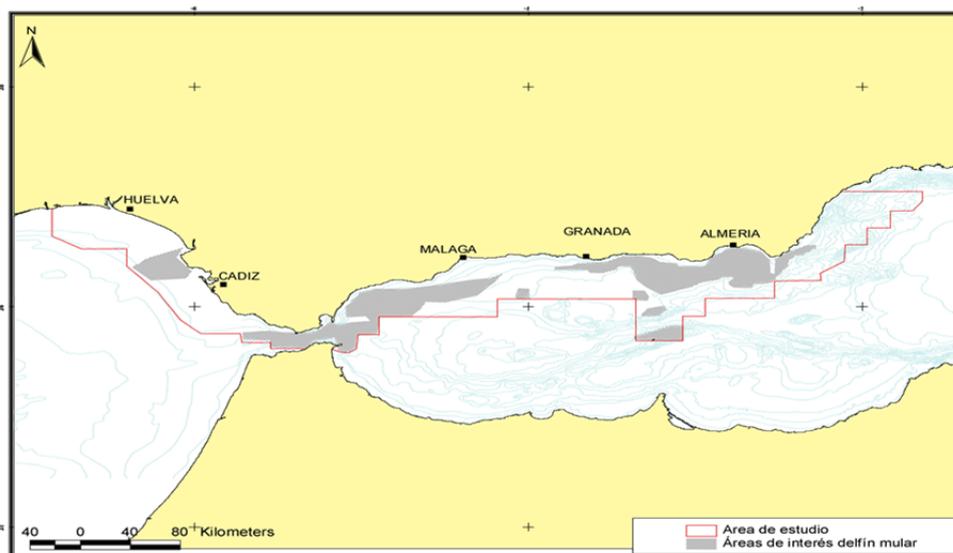
¹ LIC – Lugar de Interés Comunitario – Directiva Hábitat

² ZEPIM – Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo – Convenio de Barcelona



Mapa de áreas marinas propuestas por el PROYECTO MEDITERRÁNEO 1999 - 2002

Como continuación al Proyecto Mediterráneo, ALNITAK desarrolló con la Sociedad Española de Cetáceos el proyecto LIFE “Conservación de cetáceos y tortugas en Murcia y Andalucía” (LIFE02NAT/E/8610) cuyo producto final fue la elaboración de propuestas de Planes de Gestión para los LIC en Murcia y Andalucía, así como Planes de Conservación para el delfín mular, la tortuga boba y la marsopa común (*Phocoena phocoena*).



Mapa de identificación de áreas del Proyecto Mediterráneo para *Tursiops truncatus*

Otros proyectos de especial relevancia desarrollados en el sur peninsular en relación a la conservación de cetáceos en el marco de la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina Europea son el Proyecto LIFE SCANS II cuyo objetivo era el estudio de la abundancia y distribución de los pequeños cetáceos en las aguas del Atlántico; el proyecto NECESSITY desarrollado también por ALNITAK en colaboración con DIFRES³ para desarrollar medidas de mitigación de bycatch de delfines; el proyecto “SW MED TURTLES” en el que ALNITAK colabora desde 2005 con NOAA NMFS⁴ en la mitigación del bycatch en la pesquería de palangre; y el Proyecto GTCAT, un proyecto de la Fundación Biodiversidad desarrollado por ALNITAK, en el que se exporta al sur de la cuenca mediterránea los avances en investigación y conservación de cetáceos con el fin de garantizar una coherencia a nivel regional de la gestión sostenible del mar de Alborán.

La acción A14 del proyecto INDEMARES constituye la continuación de estos proyectos, garantizando la continuidad de la monitorización de las tendencias en el estado de conservación de las poblaciones de cetáceos en el mar de Alborán, así como profundizando en el desarrollo de medidas de mitigación de riesgos en los sectores de defensa, pesca, transporte marítimo, energía y turismo. La acción A3.1d se centra en un análisis específico de la relevancia del área INDEMARES “Chimeneas de Cádiz” para la conservación del delfín mular y la marsopa común.



Delfín mular en aguas de Andalucía

³ DIFRES – Instituto Danés de Estudios Pesqueros

⁴ NOAA NMFS – Servicio de Pesca de la Administración Oceánica y Atmosférica de EEUU

En 2012, en el marco de la elaboración de las estrategias para las demarcaciones marinas para la Directiva Marco para la Estrategia Marina de la Unión Europea, se realizó para la División para la Protección del Mar del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, una recopilación de la información disponible sobre las poblaciones de cetáceos. Para la Demarcación Marina Sudatlántica se recogen los siguientes datos:

Especies y poblaciones presentes y legislación relevante a nivel regional

La demarcación Sudatlántica se caracteriza por un elevado número de especies de cetáceos presentes. En total 7 pueden considerarse comunes y 5 se cree que pudieran ser ocasionales (Tabla 2.1). Aparte se han descrito varamientos de especies como *Balaenoptera brydei*, *Kogia breviceps*, *Kogia sima*, *Pseudorca crassidens*, *Mesoplodon densirostris*, *Mesoplodon europaeus*, *Mesoplodon bidens* en la Demarcación, si bien lo más probable es que provengan de poblaciones del Atlántico que, debido a las corrientes reinantes en al región acabarían en la costa de la Demarcación.

Tabla 2.1: Especies de cetáceos citadas en la demarcación Sudatlántica, frecuencia de aparición en esta demarcación y estatus de conservación según la legislación nacional y autonómica (ver texto principal). [El Real Decreto El que establece el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y el Catálogo Español de Especies Amenazadas (la catalogación como “vulnerable” supone la obligación de elaborar y aprobar planes de conservación)].

Especies	Nombre común	Presencia en aguas Sud Atlánticas
<i>Balaenoptera physalus</i>	Rorcual común	Común
<i>Megaptera novaeangliae</i>	Ballena jorobada	Ocasional
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Rorcual aliblanco	Ocasional
<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote	Ocasional¿?
<i>Ziphius cavirostris</i>	Zifio de Cuvier	Ocasional¿?
<i>Delphinus delphis</i>	Delfín común	Común
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Delfín listado	Común
<i>Tursiops truncatus</i>	Delfín mular	Común
<i>Grampus griseus</i>	Calderón gris	Común
<i>Globicephala melas</i>	Calderón común	Ocasional¿?
<i>Orcinus orca</i>	Orca	Común
<i>Phocoena phocoena</i>	Marsopa	Común

Además de la legislación a nivel comunitario y estatal ya citada en la introducción, existe un número de leyes y decretos a nivel autonómico que también afectan a la protección de las especies de cetáceos y que se citan muy brevemente a continuación (ver también Tabla 2.1).

- Decreto 23/2012, de 14 de febrero, por el que se regula la conservación y el uso sostenible de la flora y la fauna silvestres y sus hábitats

El Capítulo III de dicho Decreto desarrolla el régimen especial de protección de las especies incluidas en el **Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas**, en las distintas categorías previstas en el mismo, incluido en el listado Andaluz de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 53.4 de la Ley 42/2007 de 13 de Diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Incluye una mayor protección de cetáceos que el catálogo nacional ya que añade por ejemplo al zifio de Cuvier en el catálogo regional y no está en el nacional.

- Decreto 308/2002, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el plan de ordenación de recursos naturales del frente litoral Algeciras-Tarifa.
- DECRETO 262/2007, de 16 de octubre, por el que se aprueba el Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural del Estrecho y se modifica el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Frente Litoral Algeciras-Tarifa, aprobado por Decreto 308/2002, de 23 de diciembre.

Cabe así mismo resaltar que existen una serie de propuestas de planes de Conservación para cetáceos en el Golfo de Cádiz y Mediterráneo Español realizados por CIRCE, la EBD-CSIC y Alnilam a través del MAGRAMA y de la Fundación Biodiversidad, actualmente en manos del MAGRAMA, que analizan los cetáceos de las tres demarcaciones del Sur-Este Español. Debido a la interactividad de muchas de las acciones propuestas en dichos Planes de Conservación, así como la necesidad de información actualizada, se ha decidido utilizar estos documentos, que han sido ampliamente validados a través de diferentes comités científicos y reuniones técnicas como base a la Estrategia que se comenta a continuación.

Fuentes de información y programas de seguimiento

El establecimiento de redes de monitorización y atención a los varamientos de cetáceos en las costas de la demarcación desarrollado por la Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (CAPMA) y el análisis de las muestras procedentes de estos individuos ha permitido obtener información sobre varamientos en la zona, así como sobre su ecología trófica y causas de mortandad. Por otro lado existen tres programas de seguimiento a largo plazo en mar. Por un lado, el programa de monitorización de cetáceos del sur peninsular de ALNITAK, incluyendo datos del Proyecto Mediterráneo y los proyectos LIFE02NAT/E/8610 y LIFE07NAT/E/00732 (1992 – 2012), y por otro la Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (CAPMA), lleva a cabo seguimientos desde embarcaciones y avionetas en la Demarcación desde el 2005. Por otro lado, tanto la Estación Biológica de Doñana-CSIC, como CIRCE (Conservación, Información y Estudio sobre Cetáceos), llevan a cabo, en coordinación con dicha Consejería, desde 2010 para el caso de la EBD-CSIC y desde 1999 para CIRCE muestreos dedicados desde embarcaciones de investigación. Desgraciadamente existe muy poca información publicada sobre esta demarcación, por lo que se han desarrollado una serie de modelos con datos provenientes de diferentes fuentes, y se ha buscado en literatura gris los resultados que se presentan a continuación. De la misma forma se ha obtenido información proveniente de la Fundación Loro Parque, así como de la Universidad Autónoma de Madrid.

Se ha utilizado también la revisión realizada durante la creación de los planes de Conservación de cetáceos del Golfo de Cádiz y Mediterráneo Español.

1- Presiones e impactos:

Se ha utilizado también la revisión realizada durante la creación de los planes de Conservación de cetáceos del Golfo de Cádiz y Mediterráneo Español. Se incluyen todas las que podrían afectar a cetáceos. En el caso de las Demarcaciones del Mediterráneo, así como del Sudatlántico, se han descrito tan solo una vez para evitar repetitividad en esta evaluación.

2- Especies elegidas como indicadores:

Para esta demarcación, y atendiendo a criterios de información disponible y grado de protección se han seleccionado los siguientes elementos de evaluación: la población de marsopa, el delfín mular, incluyendo los costeros y oceánicos, y las orcas del Golfo de Cádiz. A continuación, se resume brevemente la información general disponible para cada una y con más detalle para cada descriptor. Asimismo, se describen los conocimientos orientativos de otras especies de cetáceos presentes en la zona, que ayudarán a definir criterios de buen estado ambiental de la Demarcación.

3- Delfín mular (*Tursiops truncatus*)

Esta demarcación, cuenta con dos unidades de gestión de delfines mulares bien diferenciadas. Por un lado, los delfines mulares costeros, y por otro lado los delfines mulares oceánicos. Ambos grupos carecen de intercambios entre ellos, según estudios de identificación fotográfica, y carecen de intercambios también con la unidad de gestión del Estrecho de Gibraltar (ver evaluación Demarcación Estrecho-Alborán). Sin embargo sí que hay presencia de delfines mulares costeros presentes en esta demarcación en las costas sur de Portugal.

a) Análisis de las características esenciales de la especie en la Demarcación:

- Criterio 1.1. Distribución de la especie: Indicadores: Área de distribución y patrones de distribución dentro de la misma:

La información proviene de los muestreos realizados por la CAPMA, CIRCE, EBD-CSIC, y ALNITAK. Se decidió construir una serie de modelos a partir del software MAXENT para la especie, que tiene en consideración exclusivamente datos de presencia. Para ello se testó la distribución espacial de la especie, en base a una serie de co-variables, como son la SST (temperatura superficial del mar), la Chl (Clorofila), la batimetría, pendiente de fondo y aspecto del mismo (direccionalidad de cañones). Se utilizaron estas covariables (fisiográficas, oceanográficas y geográficas) siguiendo las directrices de la Decisión de la Comisión 2012/477/EU “sobre criterios y las normas metodológicas aplicables al buen estado medioambiental de las aguas marinas”.

En el caso de los delfines mulares costeros, la distribución de la especie estaría explicada en un 94% por la batimetría del fondo. La especie está distribuida en aguas de menos de 50 metros, por toda la plataforma continental de al demarcación, y está completamente ausente en aguas profundas de la misma.

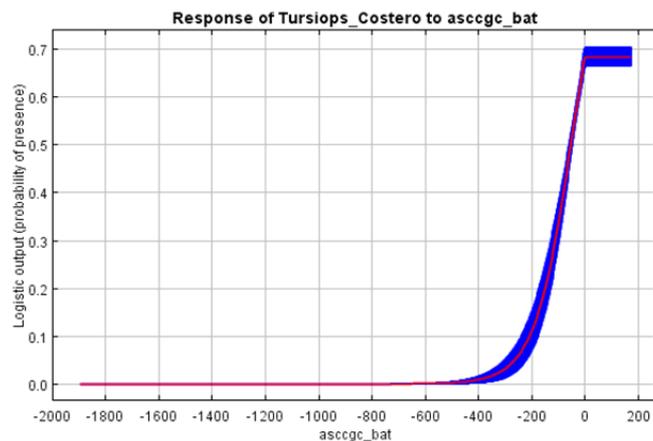


Figura 2.1 Respuesta de delfines mulares costeros a la batimetría del fondo.

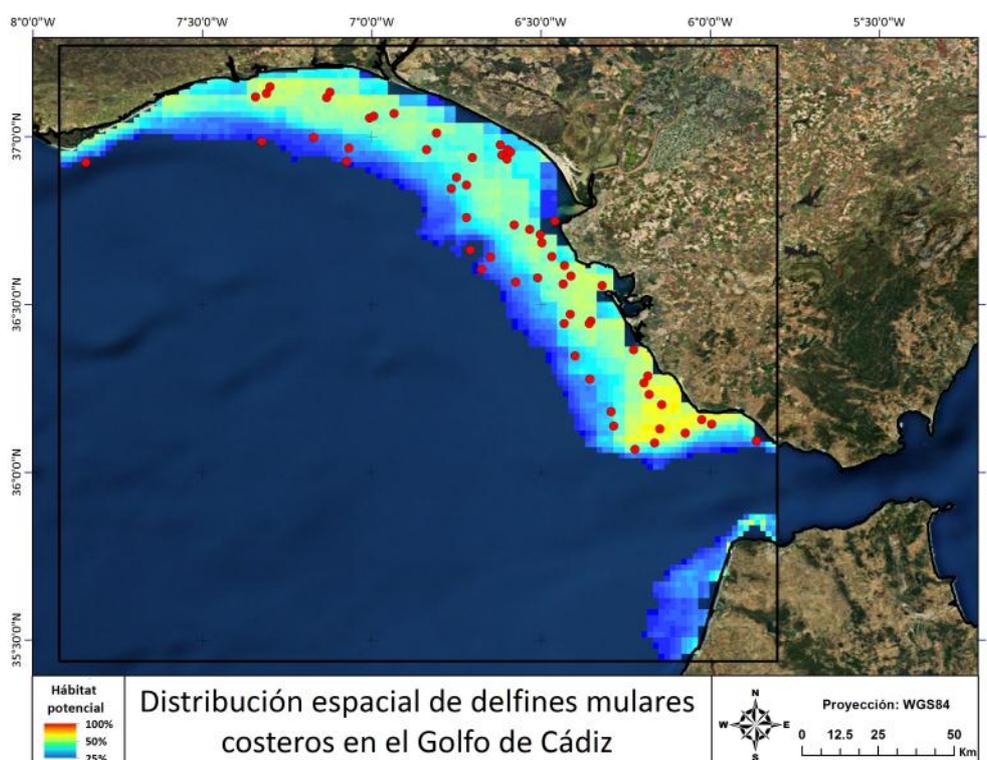


Figura 2.2 Predicción de zonas hábiles para delfines mulares costeros y representación de avistamientos procedentes de CAPMA, CIRCE, EBD-CSIC y ALNITAK.

En el caso de los delfines mulares oceánicos, la distribución espacial de la especie estaría explicada en un 35% por la pendiente del fondo, en un 29% por la clorofila y en un 22% por la batimetría, encontrándose los delfines mulares en aguas profundas y de gran pendiente, correspondientes a las aguas circundantes de las chimeneas de Cádiz.

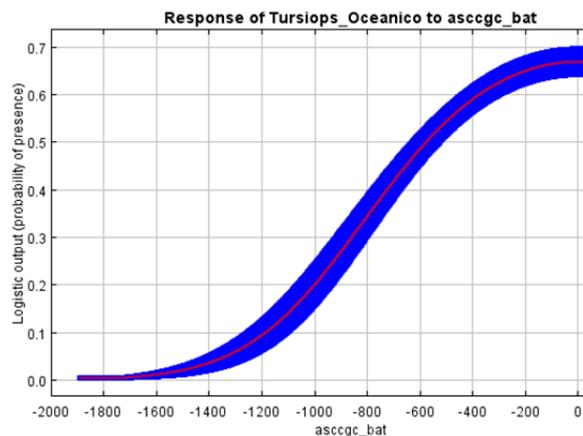


Figura 2.3: Respuesta de delfines mulares oceánicos a la batimetría del fondo.

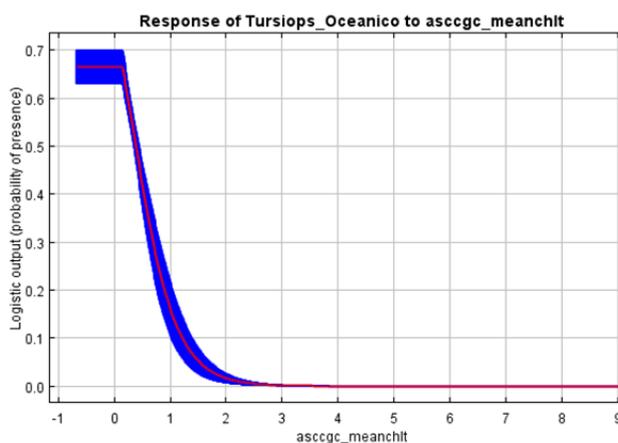


Figura 2.4: Respuesta de delfines mulares oceánicos a la concentración superficial de Chl.

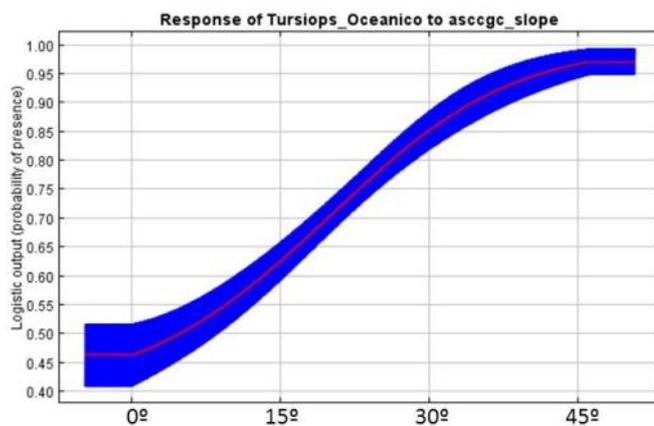


Figura 2.5: Respuesta de delfines mulares oceánicos a la pendiente del fondo.

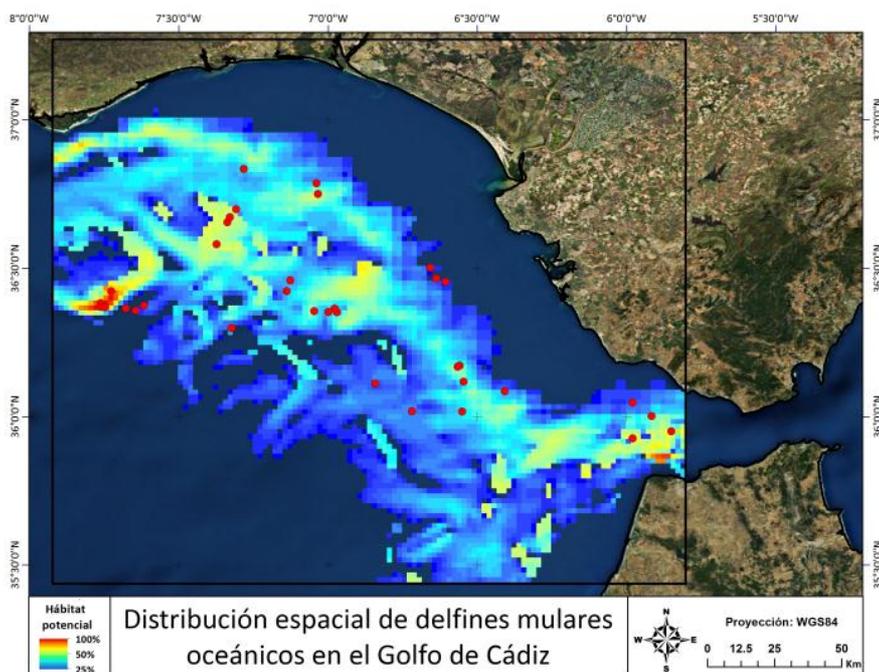


Figura 2.6: Predicción de zonas hábiles para delfines mulares oceánicos y representación de avistamientos procedentes de CAPMA, CIRCE, EBD-CSIC y ALNITAK.

El modelo resultante combinando ambas predicciones sería el siguiente, con presencia por tanto de delfines mulares oceánicos en aguas profundas y de gran pendiente, correspondientes a las aguas circundantes de las chimeneas de Cádiz, y con presencia en aguas poco profundas de la plataforma del Golfo de Cádiz.

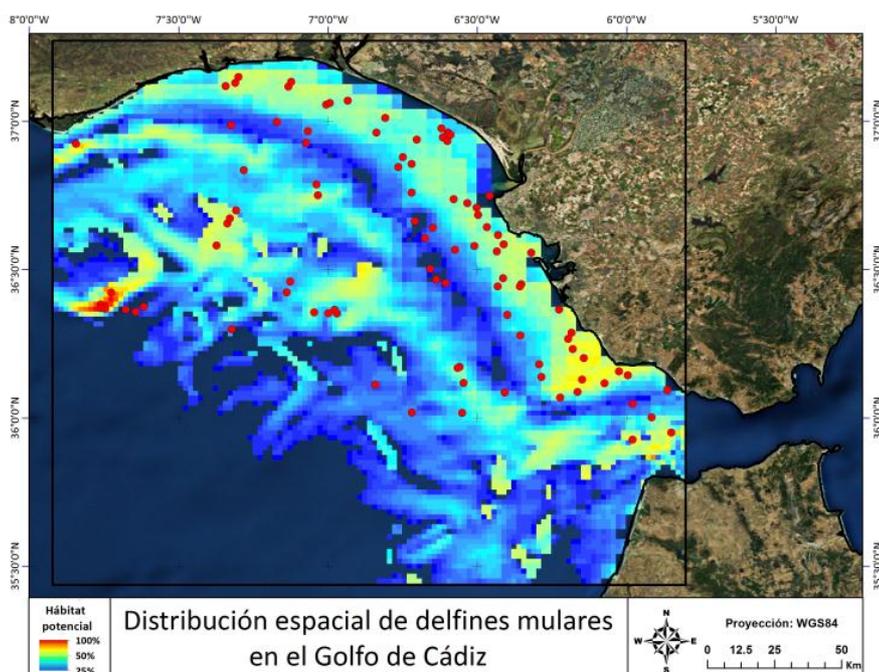


Figura 2.7: Predicción de zonas hábiles para delfines mulares costeros y oceánicos y representación de avistamientos procedentes de CAPMA, CIRCE, EBD-CSIC y ALNITAK.

- **Criterio 1.2. Tamaño poblacional: Indicador: Abundancia de la población:**

En las aguas del Golfo de Cádiz, nos encontramos con dos tipos de delfines mulares, tal como se ha comentado anteriormente. Por un lado tendremos los delfines mulares costeros, que cuentan con dos estimas recientes, una de 347 (CV = 0,17, 95% 264-503) individuos obtenida entre 2005-2006 a lo largo de un programa de investigación desarrollado por CIRCE en colaboración con la Empresa Capital Energy Offshore, y una estima más reciente (2009-2010) de 397 (CV=0,16, 95% 300-562) obtenida por ALNITAK durante el programa INDEMARES en colaboración con la Fundación Biodiversidad y con la asistencia externa de CIRCE. El segundo tipo de delfín mular sería el de tipo “oceánico”, que se encuentra principalmente en aguas de profundas de gran pendiente del Golfo de Cádiz, como se ha comentado anteriormente, asociados a las llamadas “Chimeneas de Cádiz”. Durante el año 2013 se obtendrá una estima robusta por parte de la Asociación Cultural ALNITAK, gracias al proyecto Indemares, coordinado por la Fundación Biodiversidad, que servirá para poder tener una estima de base para esta región.

- **Criterio 1.3. Condición de la población: Indicador: Características demográficas de la población (por ejemplo, estructura por tallas, o por edades, proporción de machos y hembras, tasas de fecundidad, tasas de supervivencia/mortalidad).**

Estructura social

En general se considera que los tamaños de grupo son menores en el ecotipo costero que en el ecotipo pelágico, pero es muy variable. Un tamaño de grupo típico está entre 2 y 25 animales, aunque en algunas ocasiones se han llegado a ver grupos cerca de un centenar y de hasta un millar de individuos. En la Bahía de Tampa, Estados Unidos, el tamaño medio de los grupos es de 5 animales. En el Estuario del Sado, Portugal, el tamaño medio es de unos 14. En Escocia, el tamaño medio de los grupos es de 4.5 y 5 en el Estuario de Shannon, Irlanda. En Sudáfrica, los tamaños de grupo son mucho mayores, en torno a los 67.

Como pasa en otras especies con este carácter gregario, todo el grupo participa en diversas actividades, como la caza, el cuidado de las crías y la diversión. En ocasiones los grupos de delfines mulares son observados en compañía de otros cetáceos, como calderones comunes (*Globicephala melas*). También existen casos documentados de ataques a individuos de otras especies, como por ejemplo la marsopa (*Phocoena phocoena*) o el delfín listado (*Stenella coeruleoalba*), con resultado de muerte (Ross y Wilson 1996; A. López Comunicación personal.)

Sin embargo no se conoce el modelo de estructura social de las poblaciones de delfines mulares del Golfo de Cádiz. Sí se sabe que al menos en el mar de Alborán grupos más grandes tienen más crías (García-Tiscar 2010). Esta situación puede ser simplemente un artefacto matemático o puede tener sentido biológico si las hembras con crías tienden a agruparse para facilitar la tarea de cuidar de los pequeños. Es difícil comprobar si las hembras con crías salen de su grupo social y se integran en otros formados por otras hembras con crías. Existe también la posibilidad de la existencia de algún tipo de coordinación hormonal entre las hembras de un

mismo grupo de modo que entran en estro a la vez y paren a las crías de modo simultáneo a lo largo de un corto periodo de tiempo. Esta estrategia comprobada en otros mamíferos (Riedman 1982) facilita la tarea de cuidar a las crías y podría explicar por qué en grupos con más animales (y por tanto más hembras en valor absoluto) hay también más crías. En cualquier caso es imposible comprobar la certeza de tales suposiciones sin un trabajo específico para describir en detalle la estructura social de la población. Y su evolución a lo largo del tiempo.

Parámetros demográficos

Según la literatura científica general sobre la especie, la longevidad estimada para los machos es de unos 40-45 años y para las hembras de al menos 50 años. Adquieren la madurez sexual a los 10-12 años los machos, y las hembras a los 5-12 años. No presentan celo estacional y se reproducen durante todo el año; el período de gestación oscila entre 11 y 12 meses y el de lactancia de 12 a 18. Se han observados picos en primavera y verano, o en primavera y otoño para la mayoría de las poblaciones. Cada tres años, aproximadamente, la hembra pare una cría que al nacer tiene un tamaño entre 0,84 y 1,4 m y un peso de 14-20 Kg (Reeves et al, 2002).

Dieta y selección de sus presas

En general los delfines mulares realizan inmersiones de 2-3 minutos, en el caso de las poblaciones costeras, y de mayor duración las oceánicas para capturar su alimento. La presencia de peces abisales en los estómagos de algunos animales pelágicos sugiere que su capacidad para bucear va más allá de los 500 m de profundidad (Reeves *et al.*, 2002). La dieta de los delfines mulares se ha descrito en varias partes del mundo y en general depredan sobre gran cantidad de organismos y por ello se consideran de hábitos oportunistas. Se acepta generalmente que los animales de poblaciones costeras depredan sobre organismos bentónicos y demersales mientras que los animales de poblaciones pelágicas se alimentan de peces y cefalópodos mesopelágicos y pelágicos (Van Waerebeek *et al.* 1990). En el Atlántico Noroeste y el Mediterráneo se ha observado una predominancia de Gadiformes (peces de las familias Gadidae y Merluccidae) en su dieta; por ejemplo, merluza en los contenidos estomacales analizados en el Mediterráneo español (Blanco *et al.* 2001), bacaladilla y merluza en estómagos estudiados en Galicia (Santos *et al.*, 2007), bacalao, saithe y merlán en delfines varados en Escocia (Santos *et al.* 2001) y bacaladilla y *Trisopterus* spp. en animales varados en Francia (Desportes 1985).

No se conocen con precisión las cantidades de las distintas presas que los delfines mulares podrían estar consumiendo, varios análisis de contenidos estomacales (Salomón, 1999; Santos et al., 2001; 2007; Blanco et al. 2001) estiman que aproximadamente el 80% de las especies que forman parte de la dieta son también especies de gran interés comercial; cómo la merluza (*Merluccius merluccius*) que supone más del 20% del peso reconstruido del contenido estomacal, la bacaladilla (*Micromessistius poutassou*) que supone más del 50% del peso y otros peces de la familia Sparidae que también parecen importantes en la dieta. Aunque más del 80% de la dieta está compuesta por peces, algunas especies de cefalópodos objetivo de pesca

comercial son también parte de la dieta de los delfines mulares. Es, por ejemplo, el caso del pulpo blanco (*Eledone cirrhosa*), la pota costera (*Illex coindettii*), y el choco (*Todaropsis eblanae*) que llegan a representar más de un 5% del peso de su contenido estomacal.

En el Mar Mediterráneo y el Golfo de Cádiz se han descrito estrategias de alimentación por parte de los delfines mulares que sacan partido de la actividad pesquera. Una de estas maniobras consiste en acorralar a las presas en volantas o trasmallos de fondo para capturar a los peces. Una vez en la red, los delfines comen el cuerpo de su presa generalmente sin enmallarse. Esta estrategia de alimentación ha originado la preocupación e incluso la actitud violenta de algunos pescadores como es el caso en las Islas Baleares (Llabrés, M. y Martorell 1984; Brotons *et al*, 2007). Otra estrategia de alimentación muy habitual de esta especie consiste en seguir las redes de arrastre de fondo para aprovechar el efecto turbulento de estas redes sobre las comunidades bentónico-demersales. En ambos casos, la presencia de delfines durante las actividades pesqueras y el efecto de acorralamiento que originan los cetáceos pueden aumentar la captura del arte. Aun así, los pescadores ven a los delfines como competidores y no como aliados ya que en muchas áreas las especies consumidas por los delfines poseen también interés comercial que en los casos de por ejemplo la merluza tanto en aguas del Mediterráneo español como en Galicia. Como resultado de las interacciones con pesquerías costeras, algunos individuos son disparados, arponeados o acosados en varias áreas (Resultados de encuestas a pescadores, datos sin publicar). Esta situación no es un problema reciente y existen también referencias de matanzas selectivas practicadas en Galicia antiguamente para la eliminación de la especie y aliviar así su presión depredadora sobre los recursos pesqueros.

Depredadores

Los cetáceos tienen muy pocos depredadores, que prácticamente se reducen a tiburones, orcas, falsas orcas y el hombre. La importancia o magnitud de la depredación producida por tiburones y orcas o falsas orcas es muy difícil de cuantificar. Aunque algunas de las cicatrices que presentan los delfines se podrían achacar a ataques de tiburones, muchas de ellas pueden ser debidas a interacciones entre individuos de la misma especie. En el Golfo de Cádiz la presencia de orcas que se alimentan de mamíferos marinos y de falsas orcas es prácticamente inexistente, por lo que los depredadores del delfín mular en este mar se podrían reducir al tiburón y al hombre (tanto por muerte directa como accidental).

- **Criterio 1.3. Condición de la población: Indicador: Estructura genética de la población:**

Gracias al trabajo con marcadores genéticos se conoce que las poblaciones de delfín mular del Océano Atlántico y del Mediterráneo occidental presentan cierto nivel de diferenciación, y parece que la población mediterránea se originó a partir del ecotipo pelágico del atlántico que posteriormente adoptó hábitos costeros (Natoli y Hoelzel, 2000) existen indicios que señalan,

que la verdadera frontera entre poblaciones atlánticas y mediterráneas sea el frente Almería-Orán, y no el Estrecho de Gibraltar (Natoli *et al*, 2005).

La estructura de la población de delfines mulares alrededor de la Península Ibérica también ha sido estudiada mediante el análisis de perfiles de isótopos estables, Borrell y su equipo analizaron en el año 2006, 32 muestras de delfines mulares de distintas localizaciones (Balears, Cataluña, Golfo de Cádiz, Portugal y Valencia) y encontraron diferencias significativas entre muestras mediterráneas y atlánticas, situando la frontera entre ambas poblaciones en un lugar difuso entre el Golfo de Cádiz y Valencia (Borrell *et al*, 2006).

Análisis más recientes de 128 muestras de piel de delfines mulares procedentes de 9 áreas de la costa peninsular y de Baleares y la Isla de Alborán confirman la existencia de una “frontera real” entre poblaciones atlánticas y mediterráneas en el frente oceanográfico Almería-Orán. También se ha identificado una “frontera difusa” del estrecho de Gibraltar, de modo que las poblaciones de delfines mulares a uno y otro lado del estrecho presentan cierto grado de estructuración, pero no lo suficientemente intenso para ser consideradas poblaciones diferentes (García-Tiscar 2010).

b) un análisis de los principales impactos y presiones que afectan al estado ambiental de la especie en la demarcación marina:

Para evitar repetitividad en esta evaluación, se han incluido las presiones e impactos en la Demarcación del Estrecho y Alborán. Desde el 2008 hasta el 2011 se han registrado un total de 57 varamientos de delfín mular en la costa andaluza, principalmente en aguas del golfo de Cádiz y Málaga. Respecto al seguimiento sanitario de la especie, desde el 2008 hasta el 2011 se han necropsiado 6 ejemplares, que suponen el 10,5% de los varados, 3 de ellos durante el 2011. Las causas de muerte por captura accidental se ha dado en 1 individuo en 2008 y en otro caso de 2011 el cual existe la posibilidad de la interacción con pesca atendiendo a la histología, aunque habría que descartar posibles patologías agudas de origen infeccioso, ambos individuos varados en la costa almeriense.

En 2010, durante un censo desde embarcación en la costa onubense por parte del equipo de Medio Marino de la Agencia de Medio Ambiente y agua, se avistó un ejemplar vivo con una clara sección de la aleta caudal. Aunque no se ha podido confirmar el origen de dicha lesión es muy probable que esta haya sido provocada por captura accidental.

c) Pasos necesarios para el futuro para obtener mayor precisión en la Evaluación del estado inicial:

Es fundamental continuar con las evaluaciones sobre la distribución espacial de la especie, tanto a nivel costero como a nivel oceánico. De la misma forma es fundamental continuar con los estudios sobre abundancia de la especie, lo que permitirá obtener información sobre tasas de supervivencia de la especie, y ponerlos en relación con las causas de muerte de las mismas en la Demarcación. Finalmente, un estudio en profundidad de los delfines mulares asociados a las Chimeneas de Cádiz es fundamental a largo plazo. De la misma forma, se ha de continuar

con el estudio y evaluación de causas de muerte de la especie para identificar posibles nuevas presiones e impactos.

4- Marsopa ibérica (*Phocoena phocoena*)

La presencia de marsopas en la Demarcación es probablemente una extensión de la población presente en el sur de Portugal. Se ha elegido como indicador en coherencia con la Demarcación del Noratlántica, si bien no se tienen prácticamente datos sobre la misma.

a) Análisis de las características esenciales de la especie en la Demarcación:

- Criterio 1.1. Distribución de la especie: Indicadores: Área de distribución y patrones de distribución dentro de la misma:

La información proviene de los muestreos realizados por la CAPMA, CIRCE, EBD-CSIC y ALNITAK. Se decidió construir una serie de modelos a partir del software MAXENT para la especie, que tiene en consideración exclusivamente datos de presencia de la especie. Para ello se testó la distribución espacial de la especie, en base a una serie de co-variables, como son la SST (temperatura superficial del mar), la Chl (Clorofila), la batimetría, pendiente de fondo y aspecto del mismo (direccionalidad de cañones). Se utilizaron estas covariables (fisiográficas, Oceanográficas y Geográficas) siguiendo las directrices de la Decisión de la Comisión 2012/477/EU “sobre criterios y las normas metodológicas aplicables al buen estado medioambiental de las aguas marinas”.

La distribución de la especie estaría explicada en un 94% por la batimetría del fondo. La especie está distribuida en aguas de menos de 50 metros, por toda la plataforma continental de la región, y está completamente ausente en aguas profundas de la demarcación.

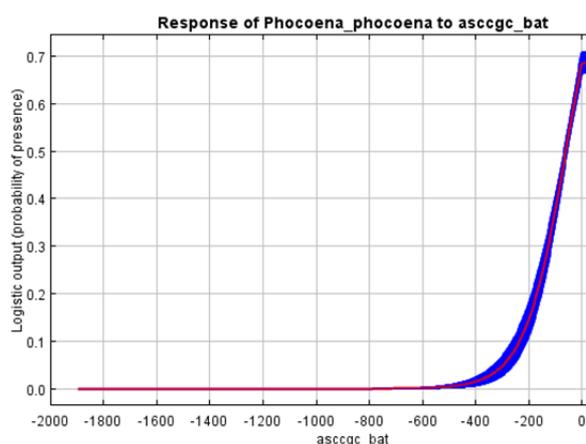


Figura 2.8: Respuesta de marsopas a la batimetría del fondo.

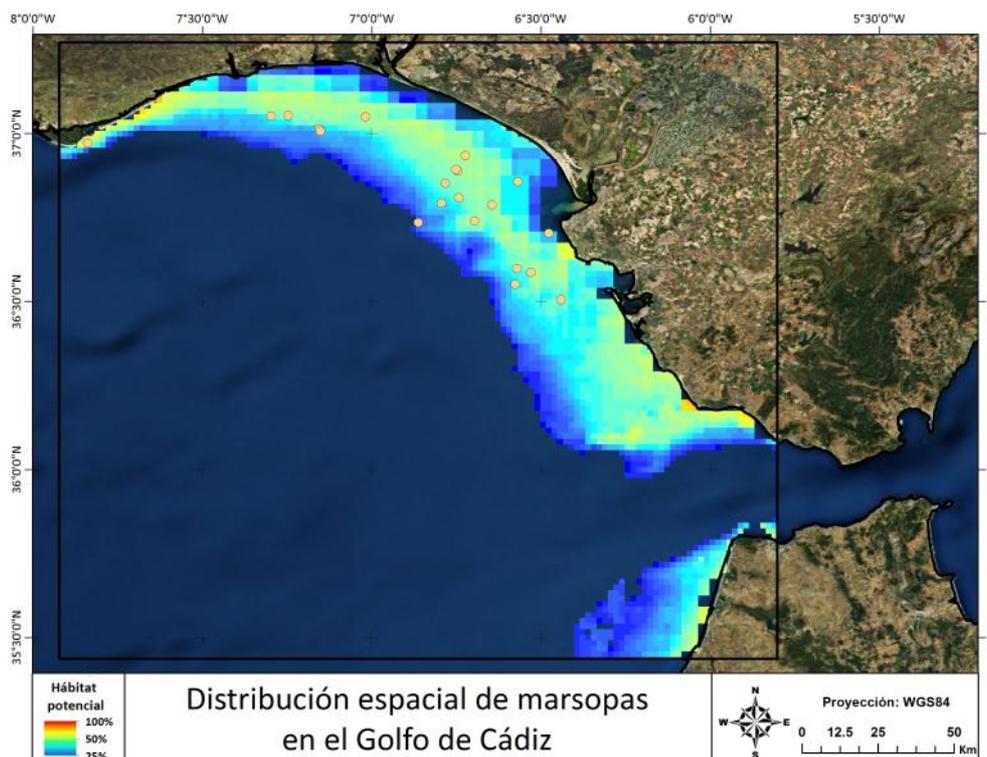


Figura 2.9: Predicción de zonas hábiles para delfines mulares costeros y representación de avistamientos procedentes de CAPMA, CIRCE, EBD-CSIC y ALNITAK.

- **Criterio 1.2. Tamaño poblacional: Indicador: Abundancia de la población:**
 La abundancia de la especie es bastante baja, si bien no se tienen estimas actualmente. A lo largo del 2013, la EBD-CSIC podrá dar una estima más o menos fiable de la abundancia de la misma en la Demarcación.

- **Criterio 1.3. Condición de la población: Indicador: Características demográficas de la población (por ejemplo, estructura por tallas, o por edades, proporción de machos y hembras, tasas de fecundidad, tasas de supervivencia/mortalidad).**

No se tienen resultados al respecto para esta zona. La única información disponible estaría incluida en el informe que describe la Demarcación Noratlántica.

- **Criterio 1.3. Condición de la población: Indicador: Estructura genética de la población:**

No se tiene información al respecto.

b) un análisis de los principales impactos y presiones que afectan al estado ambiental de la especie en la demarcación marina:

Para evitar repetitividad en esta evaluación, se han incluido las presiones e impactos en la Demarcación del Noratlántico. En lo que respecta al seguimiento sanitario, debido al estado de putrefacción avanzado que suelen presentar, solo pudo practicarse la necropsia a un ejemplar varado en la costa de Huelva en 2009, cuya causa de muerte fue una patología no consuntiva de origen natural por interacción interespecífica, probablemente con delfines mulares (*Tursiops truncatus*) (competencia por zona de alimentación/territorio). Durante el 2011 no se ha realizado ninguna necropsia.

c) Pasos necesarios para el futuro para obtener mayor precisión en la Evaluación del estado inicial:

Actualmente tan solo se tiene información sobre la distribución espacial por lo que se hace necesario:

- Estimar abundancia de la especie en la Demarcación.
- Estimar causas de muerte de la especie en la Demarcación.
- Estimar origen genético de la población en la Demarcación.
- Estimar la dieta de la especie en la Demarcación.

5- Delfín común (*Delphinus delphis*)

a) Análisis de las características esenciales de la especie en la Demarcación:

- Criterio 1.1. Distribución de la especie: Indicadores: Área de distribución y patrones de distribución dentro de la misma:

La información disponible proviene de los muestreos realizados por la CAPMA, CIRCE, EBD-CSIC y ALNITAK. Se decidió construir una serie de modelos a partir del software MAXENT para la especie, que tiene en consideración exclusivamente datos de presencia de la especie. Para ello se testó la distribución espacial de la especie, en base a una serie de covariables, como son la SST (temperatura superficial del mar), la Chl (Clorofila), la batimetría, pendiente de fondo y aspecto del mismo (direccionalidad de cañones). Se utilizaron estas covariables (fisiográficas, oceanográficas y geográficas) siguiendo las directrices de la Decisión de la Comisión 2012/477/EU “sobre criterios y las normas metodológicas aplicables al buen estado medioambiental de las aguas marinas”. La distribución de la especie estaría explicada en un 68% por la batimetría del fondo. La especie está distribuida en aguas de menos de 50 metros, por toda la plataforma continental de la región, y está completamente ausente en aguas profundas de la demarcación.

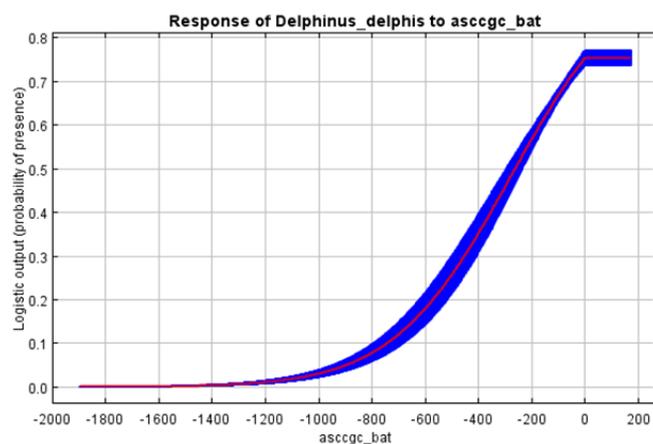


Figura 2.10: Respuesta de delfines comunes a la batimetría del fondo.

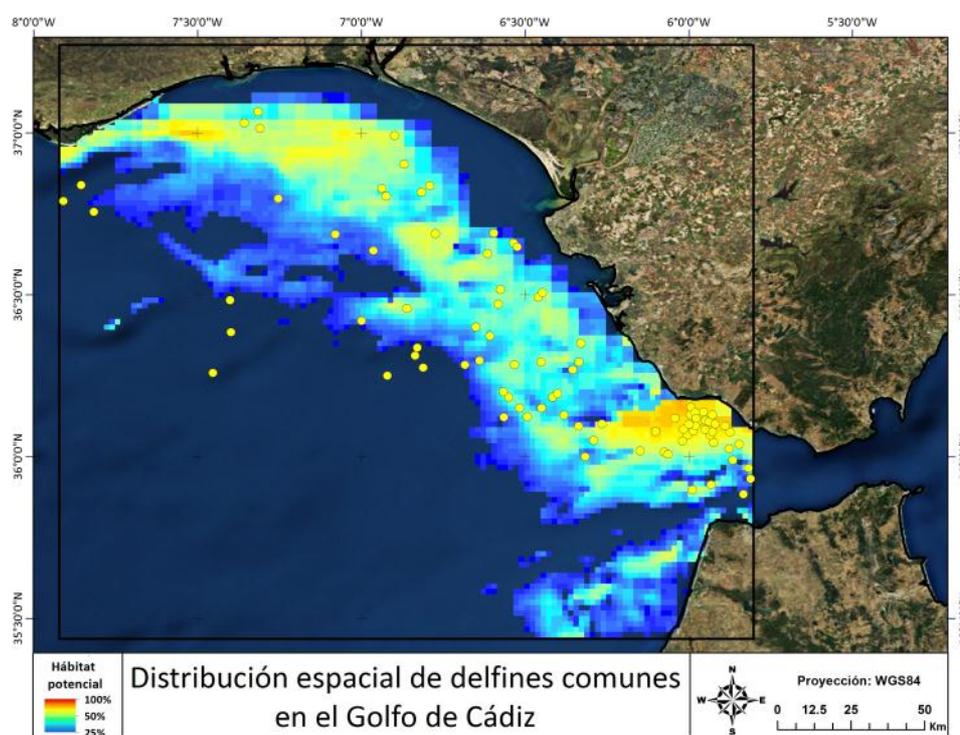


Figura 2.11: Predicción de zonas hábiles para delfines comunes y representación de avistamientos procedentes de CAPMA, CIRCE, EBD-CSIC y ALNITAK.

- **Criterio 1.2. Tamaño poblacional: Indicador: Abundancia de la población:**
Actualmente no se tiene ninguna estima de abundancia de la especie en la Demarcación. Durante el año 2013-2014 se obtendrá una estima más robusta por parte de la EBD-CSIC que servirá para poder tener una estima de base para esta región.
- **Criterio 1.3. Condición de la población: Indicador: Características demográficas de la población (por ejemplo, estructura por tallas, o por edades, proporción de machos y hembras, tasas de fecundidad, tasas de supervivencia/mortalidad).**

Dieta

La familia *Delphinidae* presenta una gran variedad de técnicas de alimentación (p. ej. Acevedo-Gutierrez 2002; Ford y Ellis 2006; Weiss 2006; Vaughn *et al.* 2007) en concreto, el delfín común es considerado una especie bastante oportunista en cuanto a hábitos de alimentación, cazando sobre todo pequeños peces y cefalópodos neríticos (Klinowska 1991; Young y Cockcroft 1994; Gannier 1995). Los delfines comunes no suelen realizar inmersiones de más de 150 metros de profundidad (Evans 1974), sugiriendo que restringirían la mayoría o casi todas sus actividades de alimentación, a las aguas superficiales.

La alimentación de los delfines comunes varía a lo largo de su distribución pero su alimentación suele consistir en grandes bancos de pequeños peces (p. ej.: sardinas) o calamares, y la técnica de alimentación cooperativa suele ser usada para agregar a los bancos de peces (Jefferson *et al.* 1993; Silva 1999). Dicha dieta también puede variar estacionalmente. Por ejemplo, en el sur de California, Estados Unidos, los delfines comunes comen principalmente anchoas y calamares durante el invierno, pero durante la primavera y el verano prefieren capellanes mesopelágicos y mictófidos (Reyes 1991). Gracias a estudios radiotelemétricos y análisis de contenidos estomacales en delfines comunes del sur de California, se conoce que estos individuos empiezan a comer al anochecer y continúan alimentándose durante la noche de mictófidos (Evans 1994).

La dieta de los delfines comunes en áreas neríticas se conoce con cierta exactitud a través del estudio de los contenidos estomacales de animales varados (p. ej. Ross 1984; Sekiguchi *et al.* 1992; Gonzales *et al.* 1994; Young y Cockcroft 1994; Dos Santos y Haimovici 2001; Meynier 2004; Santos *et al.* 2004). Según dichos estudios, estos animales se alimentan sobre la plataforma continental y la mayoría de su dieta se basa en una combinación de las especies de peces pelágicos más abundantes de cada zona y raramente de cefalópodos.

Silva (1999) estudió la dieta de los delfines comunes en Portugal a través del estudio de 50 animales varados o capturados incidentalmente, donde encontró que se alimentaban de una gran variedad de peces, pero cuatro especies de peces y dos de cefalópodos son los que predominan en su dieta, siendo el más importante la sardina (*Sardina pilchardus*). A pesar de que los delfines comunes de Portugal se alimentan mayoritariamente de especies pelágicas, el estudio sugiere que exploran hábitats con distintas características y con diferentes estrategias de alimentación, similares para los dos sexos.

Pusineriet *al.* (2007) estudiaron la dieta de 63 delfines comunes capturados por redes a la deriva en Francia durante los veranos de 1992 y 1993 en la parte oceánica del golfo de Vizcaya, mostrando que la dieta estaba compuesta mayoritariamente por peces (90% en número (N) y 53% en biomasa total (M)). Los cefalópodos también eran importantes en la dieta (9%N, 46%M) pero fueron de importancia secundaria en la fracción fresca (3%N, 10%M), seguramente debido a la mayor retención de restos de cefalópodos en los estómagos. Los crustáceos fueron de menor importancia. A nivel de especies, el mictófido *Notoscopelus kroeyeri* era el que dominaba la composición de la dieta en este estudio. El tamaño de las presas analizadas se encontraba entre 1 y 68 cm, pero la mayoría de presas estaban entre 2 y 30cm. Las características y el estado de digestión de las presas sugirieron que los delfines

comunes se alimentan preferiblemente de pequeños bancos de peces, de fauna mesopelágica que realiza migraciones verticales hacia la superficie durante el atardecer y a primeras horas de la noche. La dieta obtenida en este estudio es taxonómicamente diferente a los resultados obtenidos en áreas neríticas pero es similar en los tipos de presas y en el comportamiento alimentario de la especie.

En el Mediterráneo y el Golfo de Cádiz, la información sobre la dieta no es muy extensa pero indica relativa flexibilidad referente a los hábitats donde se alimentan, presentando preferencia por los peces epi- y mesopelágicos, similar a lo que se ha observado fuera de la cuenca (p. ej. Evans 1975; Collet 1981; Overholtz y Waring 1991; Berrow y Rogan 1995; Silva y Sequeira 1996; Ohizumi *et al.* 1998; Birkun 2002). El estudio de los contenidos estomacales de individuos varados en el mar de Liguria y en el Mediterráneo occidental indican que la dieta se basa principalmente en peces como el boquerón (*Engraulis encrasicolor*), la sardina (*Sardina pilchardus*), la alacha (*Sardinella aurita*) y la aguja (*Belone belone*), pero también en cefalópodos euribáticos y crustáceos (Orsi Relini y Relini, 1993; Boutiba y Abdelghani, 1995; Cañadas y Sagarmínaga, 1996).

Reproducción y crecimiento

La edad de madurez sexual, tanto de machos como de hembras, presenta grandes variaciones de una población a otra. Se ha estimado la edad de madurez sexual en el Atlántico Norte y el Pacífico tropical en unos 5 a 7 años para ambos sexos (Collet 1981), mientras que para la subespecie del mar Negro (*Delphinus delphis ponticus*) se ha estimado que tanto el macho como la hembra alcanzan la madurez sexual más tempranamente, entre los 2 y 4 años (Perrin *et al.* 2008).

El período reproductivo se puede dividir en varias fases: gestación, lactancia, y período de descanso. En general, se calcula el periodo de gestación del delfín común entre 10 y 11,7 meses para diferentes poblaciones (Perrin and Reilly, 1984 ; Murphy and Rogan, 2006 ; Danil and Chivers, 2007; Westgate and Read, 2007) y el destete se produce en los 5-6 meses en el Mar Negro, pero posiblemente más tarde en otras áreas (Perrin *et al.* 2008)

En general, el intervalo entre crías se ha calculado que puede durar entre 1,7 y 2 años (Murphy 2004; Danil y Chivers 2007; Westgate y Read 2007). La época de nacimiento no parece estar muy bien definida y en algunas zonas parece existir más de un pico de máxima en nacimientos, normalmente produciéndose en otoño o verano (Jefferson *et al.* 1993).

La talla media total de los individuos adultos suelen encontrarse entre los valores de 180 a 230 cm (Evans 1994), aunque en individuos que habitan en aguas europeas se ha registrado hasta 250 y 270 cm de longitud (Fraser 1934; Fraser 1946; Fraser 1953). Como regla general, los machos son un 5% más largos que las hembras (Nishiwaki 1972; Evans 1994; Heyning y Perrin 1994; Silva y Sequeira 2003).

Por último cabe destacar, que el moderado dimorfismo sexual y los grandes testículos que presentan los machos, sugieren competición espermática y por lo tanto un sistema de apareamiento promiscuo donde las hembras de delfines comunes se aparearían con múltiples machos (Murphy *et al.* 2005).

Comportamiento acústico

Debido a las favorables condiciones de transmisión de las ondas sonoras en el medio marino, no es de extrañar que los fenómenos de comunicación acústica estén especialmente desarrollados en los cetáceos. Destacan a este respecto los odontocetos (cetáceos con dientes), que emplean las señales acústicas tanto para la comunicación, como para la navegación y detección de presas (Richardson *et al.* 1995).

El delfín común es una especie muy vocal, que produce como la mayoría de los delfínidos una gran variedad de vocalizaciones: chasquidos de ecolocalización (en inglés “clicks”), ráfagas de pulsos (en inglés “burst pulse sounds”) y silbidos (en inglés “whistles”). Estudios realizados por Caldwell y Caldwell (1965) en condiciones de cautividad, describen algunas de las características principales de las vocalizaciones más frecuentes: algunas de sus llamadas (descritas como “chirps”) tienen frecuencias dominantes entre 8-14 kHz, otras (descritas como “barks”) tienen frecuencias dominantes más bajas, por debajo de los 3 kHz, mientras que los silbidos poseen frecuencias que varían entre los 2-18 kHz (citado en Richardson *et al.* 1995).

En estudios llevados a cabo en condiciones naturales en el océano Pacífico, la duración media de los silbidos registrados fue de 0,8 segundos, con una frecuencia media en torno a los 6,3 kHz (media de frecuencia al inicio de 9,8 kHz, media de frecuencia al final de la señal de 11,4 kHz), con poco número de inflexiones en el contorno de los silbidos (media de 1,2) (Oswald *et al.* 2003).

Goold (2000) encontró que la tasa de silbidos del delfín común en la costa de Gales (Reino Unido) aumentaba significativamente durante la noche, lo que parece estar relacionado con una mayor necesidad comunicativa durante eventos cooperativos de alimentación sobre presas con migración nictimeral. Esta observación es de gran importancia, ya que resalta la importancia de combinar campañas acústicas y visuales, ya que los métodos visuales son más importantes durante el día, mientras que los acústicos lo son durante la noche, por lo tanto su combinación es esencial.

- **Criterio 1.3. Condición de la población: Indicador: Estructura genética de la población:**

La identificación de barreras poblacionales es fundamental a la hora de diseñar planes de conservación efectivos, por eso es de vital importancia los estudios genéticos en conservación. Los estudios de Natoli *et al.* (2007) muestran una clara frontera poblacional entre el oeste y el este del Mediterráneo indicando la presencia de una población discreta en ambas zonas. Según los datos procedentes del estudio de microsatélites, la población del mar Jónico es significativamente diferente al resto de poblaciones, pero no se encontró una diferenciación

genética significativa entre los individuos del mar de Alborán y del océano Atlántico (Galicia y Portugal). Por otro lado, el análisis de ADN mitocondrial confirmó la diferenciación entre la población del mar Jónico y el resto de poblaciones, pero sin embargo indicó a su vez una cierta diferenciación entre el mar de Alborán y el Atlántico. Con dichos datos se identificaron un flujo genético con intercambios entre las dos áreas, identificando algunos migrantes en ambas poblaciones.

Considerando la relativa proximidad de ambas poblaciones, las diferencias encontradas por Natoli *et al.* (2007) son inesperadas, ya que los delfines comunes son una especie con una alta movilidad, capaz de dispersarse a grandes distancias (confirmado debido a la falta de una fuerte estructura poblacional en las poblaciones del norte y el sur del océano Atlántico, Natoli *et al.* (2006)). Por lo tanto, en este contexto, es razonable concluir que la separación por distancia geográfica no es la responsable de la estructura genética observada en el mar Mediterráneo. Dicha diferenciación entre el oeste y el este del mar Mediterráneo también se ha observado en otras especies marinas como el lenguado común (*Solea vulgaris*; Guarniero *et al.* 2002), la lubina (*Dicentrarchus labrax*; Bahri-Sfar *et al.* 2000), el delfín mular (*Tursiops truncatus*, Natoli *et al.* 2005) y el delfín listado (*Stenella coeruleoalba*, Gaspari *et al.* 2007). La gran movilidad que esperaríamos en los delfines comunes, puede verse reducida debido al hecho de que los delfines comunes muestran diferentes preferencias respecto al hábitat entre el oeste (aguas abiertas) y el este del Mediterráneo (aguas costeras poco profundas), por lo tanto estas dos poblaciones están explotando diferentes recursos en las dos áreas (p. ej. Natoli *et al.* 2005). Por otro lado, las similitudes entre los individuos del mar de Alborán y los de aguas atlánticas se explica por el hecho de que el Estrecho de Gibraltar no actúa como una frontera ya que las características del mar de Alborán son más similares a las del Atlántico noreste que a las del Mediterráneo, siendo el frente Almería-Oran, situado 350km dentro del Mediterráneo, la frontera oceanográfica real para las poblaciones marinas. A su vez, cabe recalcar que los delfines comunes, tanto en el mar de Alborán como en el Atlántico, son observados en aguas abiertas después del borde continental (Cañadas *et al.* 2005; López *et al.* 2004), por ello deben estar adaptados a hábitats muy similares, que facilita la movilidad de individuos entre estas dos zonas. A pesar de ello, los estudios preliminares de foto-identificación llevados a cabo por CIRCE, no han producido ninguna recaptura entre los individuos del golfo de Cádiz y los del estrecho de Gibraltar, aunque más esfuerzo fotográfico tendría que darse en la zona del golfo para conocer con exactitud si existen recapturas entre ambas áreas. A su vez, sería de gran interés analizar genéticamente muestras del Golfo de Cádiz y así compararlas con las del estrecho de Gibraltar y mar de Alborán, para tener una imagen más detallada de los intercambios entre poblaciones.

Por lo tanto, en cierta manera los individuos del mar de Alborán y los del resto del Mediterráneo deberían ser consideradas independientemente respecto a las acciones de conservación que se deben llevar a cabo, aún así cabe destacar que la población del mar de Alborán y Golfo de Cádiz puede ser la última esperanza para la recuperación de toda la población de delfines comunes del Mediterráneo, por ello a nivel del Mediterráneo español se la ha de considerar como una población prioritaria a nivel de conservación.

b) Análisis de los principales impactos y presiones que afectan al estado ambiental de la especie en la demarcación marina:

Para evitar repetitividad en esta evaluación, se han incluido las presiones e impactos en la Demarcación del Estrecho y Alborán. En relación a las causas antropogénicas en esta especie se han constatado las capturas accidentales como principal factor causal desde 2008, ya que representan el 31% del total en estos 4 años. Más concretamente si analizamos el 2011 observamos que de los 16 ejemplares muestreados 6 de ellos murieron por interacción con pesca/captura accidental, lo que supone el 37,5% del total. De estos 6 casos, 5 de ellos fueron hallados en la costa malagueña, más concretamente entre Málaga capital y Benalmádena. Tras este análisis de resultados y comparativas en el tiempo se deja patente que estos resultados parecen ser una tónica habitual y se repiten prácticamente cada año.

c) Pasos necesarios para el futuro para obtener mayor precisión en la Evaluación del estado inicial:

Es fundamental continuar con las evaluaciones sobre la distribución espacial de la especie. De la misma forma es fundamental empezar con estudios sobre abundancia de la especie, lo que permitirá obtener información sobre tasas de supervivencia de la misma, y ponerlos en relación con las causas de muerte de las mismas en la Demarcación.

Actualmente tan solo se tiene información sobre la distribución espacial por lo que se hace necesario:

- Estimar abundancia de la especie en la Demarcación.
- Continuar estimando las causas de muerte de la especie en la Demarcación.
- Estimar origen genético de la población en la Demarcación.
- Estimar la dieta de la especie en la Demarcación.

Nota:

Muchos resultados presentados en este documento no han sido publicados en revistas científicas. Por ello se ruega consultar con los autores del mismo en caso de querer citarlo.

La totalidad del informe del que se ha extraído esta sección está contenida en el Anexo 7 del Informe final técnico-Documento DMEM Grupo mamíferos marinos. Se puede descargar también en:



MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

Edita:

© Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

Secretaría General Técnica

Centro de Publicaciones

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:

<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

NIPO: 280-12-175-8

3. ACCIÓN A3.1D

El proyecto LIFE07 NAT/E/000732 Inventario y Designación de la Red Natura 2000 en Áreas Marinas del Estado Español “INDEMARES” tiene como coordinador beneficiario a la Fundación Biodiversidad, que trabaja junto a 9 socios beneficiarios: el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, el Instituto Español de Oceanografía, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, OCEANA, WWF/Adena, ALNITAK, SEO/Bird Life, la Sociedad para el Estudio de los Cetáceos en el Archipiélago Canario (SECAC) y la Coordinadora para el Estudio de los Mamíferos Marinos (CEMMA).

El objetivo general del proyecto es contribuir a la protección y uso sostenible de la biodiversidad en los mares españoles mediante la implementación de la Red Natura 2000.

Entre las diferentes acciones que ALNITAK ha llevado a cabo estaba la realización de campañas de investigación para la inventariación y caracterización de especies de cetáceos y tortugas marinas del anexo II de la Directiva Hábitats en el área de las “Chimeneas de Cádiz” (Sub-acción A.3.1.d. Zona Sur Peninsular). El objetivo de esta sub-acción era el de obtener datos de abundancia absoluta, distribución espacial y distribución temporal de delfines mulares y otras especies de cetáceos en la zona denominada “Chimeneas de Cádiz”. Para obtener los datos para la realización de la acción se han llevado a cabo, entre 2009 y 2012, 6 campañas de mar de 30 días desde embarcación, aplicando la metodología habitual utilizada por parte de ALNITAK desde 1990, y que ha servido para la estandarización de la metodologías de censo de cetáceos utilizadas en el marco del LIFE+ INDEMARES:

	I	II	III	IV	V	VI
2009			30 días	30 días		
2010	30 días	30 días				
2012					30 días	30 días

4. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN

4.1 Situación – potencial relevancia como hábitat de migración

El Golfo de Cádiz por su situación en la conexión entre Atlántico y Mediterráneo constituye una obligada zona de paso para especies migratorias, y juega por tanto un papel de especial relevancia en el mantenimiento de un flujo genético entre núcleos de población.



Mapa de la situación del área de Chimeneas de Cádiz que muestra su especial relevancia en el mantenimiento del flujo genético entre núcleos de población de cetáceos

4.2 Fisiografía y Oceanografía – potencial relevancia como hábitat de alimentación

Corrientes y afloramientos

Para entender bien la relevancia de la región del Golfo de Cádiz, la describimos en esta sección junto con el mar de Alborán.

Sobre la plataforma continental del Golfo de Cádiz se produce un fenómeno de afloramiento debido a la persistencia de los vientos de componente norte (Rubín *et al.* 1997).

La principal corriente de agua superficial en el mar de Alborán está compuesta por los dos giros adyacentes anticiclónicos que ocupan toda la cuenca y que reciben el nombre de Giro Occidental de Alborán y Giro Oriental de Alborán (Arnone y La Violette 1984; La Violette 1986). Tras pasar el mar de Alborán, la corriente principal de agua atlántica modificada continúa hacia el este a lo largo de la costa argelina (Millot 1985).

Parte del agua atlántica modificada circula cerca de la costa española hasta el Cabo de Gata, donde converge con el agua mediterránea residente, de diferentes características, que circula al este de este cabo en dirección sudoeste a lo largo de la costa, resultando así que el agua atlántica modificada es desviada hacia el sudeste en dirección a Orán, en la costa argelina (Tintoré *et al.* 1988). Parte de esta agua es retenida por el giro oriental de Alborán para seguir circulando de forma anticiclónica, mientras que el resto continúa hacia el este formando la corriente argelina. Como resultado de esto, se forma un frente muy bien definido al este del giro oriental que es llamado Frente Almería - Orán, formado por la convergencia de dos masas de agua muy distintas, y a lo largo del cual se han detectado las características propias de un afloramiento y se ha observado una gran actividad biológica (Tintoré *et al.* 1988).

Los afloramientos son mecanismos de gran importancia al llevar a la superficie masas de agua profunda donde se concentran en su mayor parte los nutrientes, fertilizando de esta forma la capa eufótica. Los afloramientos pueden ser provocados por diversos factores, como circulaciones de tipo vertical, regímenes de circulación ciclónica o la ocurrencia de determinados tipos de vientos, como ya se explica más arriba. Estos afloramientos pueden ser más o menos permanentes o de carácter puramente temporal. Aparte de los afloramientos ya mencionados propios del Frente Almería - Orán, tienen lugar también en el mar de Alborán otros procesos de este tipo, bastante permanentes, en el sector noroccidental, entre las costas españolas y la corriente atlántica entrante, produciendo zonas muy fértiles, especialmente en las zonas ya mencionadas de Marbella, Málaga y Motril (Rodríguez 1982; Rubín *et al.* 1992). En otros puntos de la costa también se pueden producir afloramientos temporales cuando se dan vientos de cierta fuerza que desplazan hacia alta mar las aguas superficiales costeras y provocan el ascenso de las frías y saladas aguas profundas (Rodríguez 1982; Medina 1974).

En la zona del Golfo de Vera, de características oceanográficas tan distintas a las del mar de Alborán, la combinación de la topografía y la interacción de masas de agua, favorecen bajo determinadas condiciones climáticas la aparición de áreas de afloramiento importantes, en la zona norte del golfo, en las proximidades del Cabo Tiñoso, pero que sin embargo no han sido casi estudiadas (Díaz 1991). También se ha sugerido la posibilidad de la existencia de afloramientos en la zona central del Golfo, a la altura de Garrucha (Deyá *et al.* 1990), que podrían ser favorecidos por la topografía submarina de la zona, en donde se encuentra algún profundo cañón submarino que llega muy cerca de la costa, y por las fuertes brisas terrales que suelen soplar en la zona.

Oceanografía biológica

En el Golfo de Cádiz hay tres zonas con valores máximos de mesozooplancton, siempre en aguas cerca de la costa y relacionadas con aportes fluviales: una entre la desembocadura del Guadalquivir y la ría de Huelva, otra frente a la desembocadura del río Barbate y la otra frente a la desembocadura del Guadiana. Las mayores densidades de ictioplancton se dan frente a la ría de Huelva y a la altura de Chipiona, de Cádiz y de Barbate.

En general, el mar de Alborán presenta una gran diversidad específica en cuanto a plancton se refiere, al coexistir especies de origen atlántico con otras mediterráneas. Al ser la producción primaria de la zona alta, la biomasa zooplanctónica es considerada de las más altas del Mediterráneo (MOPU 1991).

Algunos estudios realizados en el litoral catalano-levantino y en la bahía de Málaga demuestran que existen tres pulsos de producción primaria: en febrero, abril - mayo y septiembre. En la bahía de Málaga también se ha descrito un pulso invernal de fitoplancton (Margalef 1969; Rodríguez 1979; Jiménez *et al.* 1987).

Durante la campaña del Instituto Español de Oceanografía "Ictio-Alborán 0792", se estudiaron las concentraciones de clorofila y fitoplancton en el mar de Alborán (Rodríguez *et al.* 1994). Los resultados de este estudio permitieron discriminar perfectamente la existencia de tres zonas ricas en fitoplancton y dos zonas pobres, en estrecha relación con los procesos hidrológicos. Las zonas de elevada biomasa vegetal están localizadas al SE y NE del Estrecho y en la cuenca oriental a la altura de los 3º W, incluyendo la zona de Almerimar y el Seco de los Olivos. La primera de estas bolsas de fitoplancton está asociada al chorro de agua atlántica y áreas cercanas a la costa, afectadas por dicha corriente, hasta 35º30' N y 5º00' W. La segunda y la tercera coinciden con las áreas de circulación ciclónica donde se produce el afloramiento de las aguas subsuperficiales. También se observó una gran abundancia en la bahía de Almería, sin un efecto hidrodinámico causal aparente. Las zonas especialmente pobres en fitoplancton se localizan en las áreas de convergencia de aguas superficiales identificadas en los sectores sudoccidental y sudoriental de la cuenca.

Las poblaciones de zooplancton del mar de Alborán presentan también una gran diversidad de especies debido a la coexistencia de especies atlánticas y mediterráneas, tanto en las comunidades pelágicas como en las neríticas. La elevada producción primaria de esta zona trae como consecuencia que la biomasa en esta agua es, como media, igual o superior a la del Golfo de Cádiz (Estrada *et al.* 1989). Es importante resaltar que el zooplancton sufre una migración vertical durante el ciclo día-noche: durante el día bajan a capas inferiores del agua y durante la noche se acercan a la superficie (Lotina 1985a).

En un estudio realizado por el Instituto Español de Oceanografía en 1991 (Rubín *et al.* 1992), se localizaron dos zonas con densidades superiores a 2000 ind/10 m² de ictioplancton: una en las cercanías del Estrecho, determinada por el flujo de agua atlántica entrante, y otra, la más importante (con más de 8000 ind/10 m²) en el Seco de los Olivos, pero que no se da por acumulación sino por producción *in situ*, convirtiéndose en la zona con mayor concentración ictioplanctónica de la mitad norte del mar de Alborán. Rubín y sus colaboradores (1992) también detectaron otras tres zonas con densidades relativamente importantes de huevos, aunque muy inferiores a las dos mencionadas, con valores de entre 250 y 500 ind/10 m²: la más importante de las tres se encuentra un poco al sur del Cabo de Gata, probablemente influenciada por el afloramiento originado por el frente Almería - Orán; las otras dos zonas se localizaron a la altura de Málaga y de Almuñécar, coincidiendo esta última también con una zona de afloramiento.

Tal es la importancia ecológica del mar de Alborán, que algunos autores como Templado *et al.* (1993) afirman que esta región alberga la mayor diversidad biológica de las costas europeas. Y en ella se encuentran además una numerosa representación de especies, tanto vegetales como animales, incluidas en las listas de especies marinas en peligro o amenazadas y que deben ser objeto de protección, consideradas en el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, dentro del Plan de Acción para el Mediterráneo y en la lista elaborada a raíz del Convenio de Barcelona (Pinilla 2001).

4.3 Actividades humanas – sectores de la pesca, defensa, energía, turismo y tráfico marítimo

Escasez de alimento

La disponibilidad de presas esta directamente relacionada con la distribución de los cetáceos y juega un papel importante en su tasa de reproducción. Se puede por tanto considerar la esquilmación de los recursos pesqueros como una de las principales amenazas para los cetáceos. Para la mayoría de las especies que nos ocupa en este estudio, no existe una competición directa por las mismas presas, ya que se alimentan de pequeños peces pelágicos sin valor comercial o de cefalópodos de aguas profundas. Sin embargo, la sobrepesca produce una alteración de las redes tróficas marinas produciendo un impacto negativo en las poblaciones de cetáceos mediante una competición indirecta. En el caso del delfín mular, sí existe probablemente una competición directa en aguas costeras y en los entornos de montes submarinos, aunque previsiblemente no tanto en el área INDEMARES de Chimeneas de Cádiz. En aguas de plataforma, esta especie se alimenta frecuentemente de peces de roca de alto valor comercial para el hombre.

Existe una gran diferencia entre el impacto sobre los recursos naturales de cada una de los artes de pesca, ya que algunos son muy selectivos (nasas) y otros no selectivos (arrastre de fondo). Es la conjunción de todos estos artes y el esfuerzo desproporcionado el que ha llevado a una importante crisis del sector a consecuencia de la práctica desaparición de algunas de las principales especies comerciales.

En el caso de la flota de cerco de pequeños pelágicos, cabe resaltar el incremento en el volumen de captura de especies de bajo valor comercial (alacha, aguja, etc.) debido a la escasez de presas objetivo (sardina, boquerón). Esta explotación, constituye una importante amenaza potencial para algunas especies de cetáceos como el delfín mular y especialmente el delfín común, que se alimentan de dichas especies.

Contaminación de redes tróficas

En el Golfo de Cádiz cabe destacar los polos industriales de Huelva, Cádiz y Algeciras así como el aporte del río Guadalquivir. No existen en la zona propuesta importantes núcleos industriales. Existe, sin embargo, una importante explotación agrícola en invernaderos que utiliza grandes cantidades de plásticos, pesticidas y abonos químicos.

Contaminación acústica

Cabe destacar la importante densidad de tráfico de buques mercantes y militares por el Golfo de Cádiz, y por tanto la relevancia de la contaminación acústica y riesgo de colisiones para grandes cetáceos y tortugas. Esta problemática es abordada por ALNITAK en la acción A14b del INDEMARES. Se incluye en el Anexo 1 de este informe la publicación Silber *et al.* 2012 que hace referencia a estos riesgos.

Destrucción mecánica de fondos

La regresión de hábitats tan importantes como las praderas de posidonia o la destrucción mecánica de fondos rocosos afecta directamente y de forma negativa a las presas del delfín mular. En la zona que nos ocupa, existen tres fuentes potenciales de destrucción mecánica de los fondos marinos:

- Destrucción de hábitats por el arrastre de fondo en aguas protegidas de menos de 50 metros de profundidad.
- Destrucción de hábitats por la construcción de puertos deportivos.
- Destrucción de hábitats y alteración de los ecosistemas por la instalación de piscifactorías, parques eólicos y otras infraestructuras.

Maniobras militares

El área de Chimeneas de Cádiz coincide con la localización de una de las habituales zonas de maniobras militares que incluyen en ocasiones ejercicios de tiro. Este tipo de actividad puede afectar a los cetáceos debido principalmente a la contaminación acústica.

5. REALIZACIÓN DE CAMPAÑAS DE MAR

5.1 METODOLOGÍA

La metodología utilizada en las campañas de mar consistió en la realización de transectos aleatorios. Para las dos últimas, se optó por un diseño de rejillas que evitase algunos problemas encontrados en dos de las campañas en las que no se cubrió adecuadamente el área de estudio. Los transectos se han llevado a cabo desde barcos de investigación. Los observadores estaban situados en dos plataformas de observación, una a 8 metros sobre el nivel del mar y la otra a 3 metros. Dos observadores entrenados ocupaban el puesto de observación en turnos de una hora, durante la luz del día y cuando la visibilidad superaba las 3 millas náuticas (5,6 Km.). Para realizar los avistamientos se han utilizado prismáticos 8 x 50, cubriendo 180º por delante del barco. El esfuerzo de búsqueda se ha medido como el número de kilómetros navegados en condiciones de avistamiento adecuadas (con un estado de mar menor a 4 en la escala de Douglas y con dos observadores en el puesto de observación). La posición geográfica de la embarcación estaba grabada continuamente en un ordenador portátil desde un GPS y a través de un programa informático (IFAW Data Logging Software Logger 2000 versión 2.20) provisto por la *Internacional Fund for Animal Welfare* (IFAW). Se han tomado datos relativos a la hora, especie, número de individuos, comportamiento y otros datos relevantes durante los avistamientos que han sido grabados junto con otros datos ambientales relevantes.

Un avistamiento se define como un grupo de animales de la misma especie observado a la misma hora que llevan un comportamiento similar y que están a menos de 1000 m de distancia entre ellos. El área de estudio esta dividida en cuadrículas con una resolución de 2 minutos de latitud por 2 minutos de longitud. La distancia en kilómetros de búsqueda en cada cuadrícula ha sido entonces calculada utilizando un sistema de información geográfico: Arc-view 3.2 de ESRI. Tan solo han sido utilizados para los análisis, las cuadrículas de los transectos cubiertos con esfuerzo de al menos 3 km en total.

5.1.1 Presencia de delfines mulares y abundancia relativa

Para poder comparar los datos obtenidos en la zona de estudio con otras zonas de estudio se han definido dos parámetros:

- a. Encounter Rate (ER): número de avistamientos de una especie dada por cada 100 Km navegados.
- b. Abundance Index Rate (AI): número de individuos de una especie dada por cada 100 Km navegados.

5.1.2 Estudio de la distribución espacial y batimetría

La tasa de encuentro (*Encounter Rate*) para cada especie ha sido calculado para cada cuadrícula como número de avistamientos de cada especie por Km. Solo los avistamientos para los cuales el contacto ha sido establecido (de la que se tenga posición precisa) se han usado para este análisis. Dos parámetros batimétricos han sido analizados: la profundidad y la pendiente. Para determinar si la presencia del delfín mular esta distribuida no uniformemente respecto a la profundidad, la pendiente, la latitud y la longitud (positiva hacia el Este del meridiano 0º de Greenwich y negativa al Oeste), se debía aplicar un modelo lineal generalizado (GLM), utilizando el Software R (Ihaka y Gentleman 1996), para analizar las relaciones entre el ER de cada especie de cetáceo para cada cuadrícula en relación con la profundidad, la pendiente y la posición (latitud y longitud en el medio) de la cuadrícula. Sin embargo, el insuficiente tamaño de muestra para el delfín mular y las demás especies no permite realizar un análisis estadístico robusto.

5.1.3 Estudio de abundancia – catálogo de foto-identificación

Durante los transectos que se han llevado a cabo desde los barcos de investigación se han realizado sesiones fotográficas durante los avistamientos. Todas las fotografías se han tomado con una cámara digital Canon 10D equipada con un objetivo Canon EF 100-400mm con un estabilizador de imagen.

Para fotografiar las aletas dorsales, los animales han sido fotografiados lo más cerca posible desde el lado izquierdo de su aleta dorsal. Para generar un catálogo de foto-identificación, todas las fotografías que se han obtenido han sido renombradas con el número de avistamiento, el nombre del grupo y el número de foto. Cada fotografía ha sido analizada y los datos se han introducido en una base de datos. Estos datos consisten en información general: individuos en la fotografía, número de individuo analizado en la foto (comenzando desde el individuo más próximo al más lejano y desde el lado izquierdo al lado derecho en caso de confusión, cuando dos animales

estaban a la misma distancia), ángulo, calidad del individuo y código de individuo. Se le ha asignado un rango de calidades a cada imagen de aleta dorsal basándose en cinco características: enfoque, tamaño, orientación, exposición y el porcentaje de aleta visible en cada diapositiva. Además, cada individuo del catálogo ha recibido un nivel de marcas con el que se han separado en dos grupos diferentes: animales poco marcados y animales bien marcados.

Inicialmente estaba previsto realizar un estudio de abundancia en base a la aplicación de modelos de marcaje-recaptura para estimar el tamaño de la población de los individuos marcados. Se pretendía utilizar, al igual que en otras áreas prospectadas por ALNITAK modelos con el programa CAPTURE, que está integrado dentro del programa estadístico MARK. Sin embargo, debido al reducido tamaño de muestra estos análisis no han podido realizarse con la robustez estadística adecuada. Se incluye sin embargo como anexo el catálogo de foto-identificación así como los análisis preliminares presentados por CIRCE.

5.1.4 Estudio de abundancia de otras especies de cetáceos presentes en la zona de estudio

Se pretendía igualmente obtener estimas de los cetáceos presentes en la región por medio de modelización espacial, planteando lo transectos de forma lineal, estimando también las abundancias absolutas de las otras especies, de las que se hubieran conseguido avistamientos suficientes, presentes en la zona de estudio. De la misma forma se debían estimar sus distribuciones espaciales.

5.2. EMBARCACIONES UTILIZADAS DE LAS CAMPAÑAS DE MAR

Campaña 1 y 2: ALNITAK / CIRCE, Thomas Mc Donagh (ver informe campañas de mar de ALNITAK). Goleta de 25 metros de eslora tripulada por miembros ALNITAK, con la participación de investigadores y voluntarios de CIRCE.



Campaña 3 y 4: CIRCE, catamarán Ecoceanus (ver informe campañas de mar de ALNITAK). Campaña íntegramente gestionada por CIRCE (Asistencia externa).



Campaña 5 y 6: Seaproject, catamarán Lagoon 380. Eslora: 11,55 m. Manga: 6,63 m. Capacidad: 8 Pax. Motor: 2x29Cv. Habitabilidad: 4 Camarotes 2 WC. Equipado con Embarcación auxiliar motorizada 15Cv. Plotter, Radar, Piloto Automático, GPS Raymar E80-ST60. Campaña íntegramente gestionada por SEAPROJECT con participación de voluntarios.

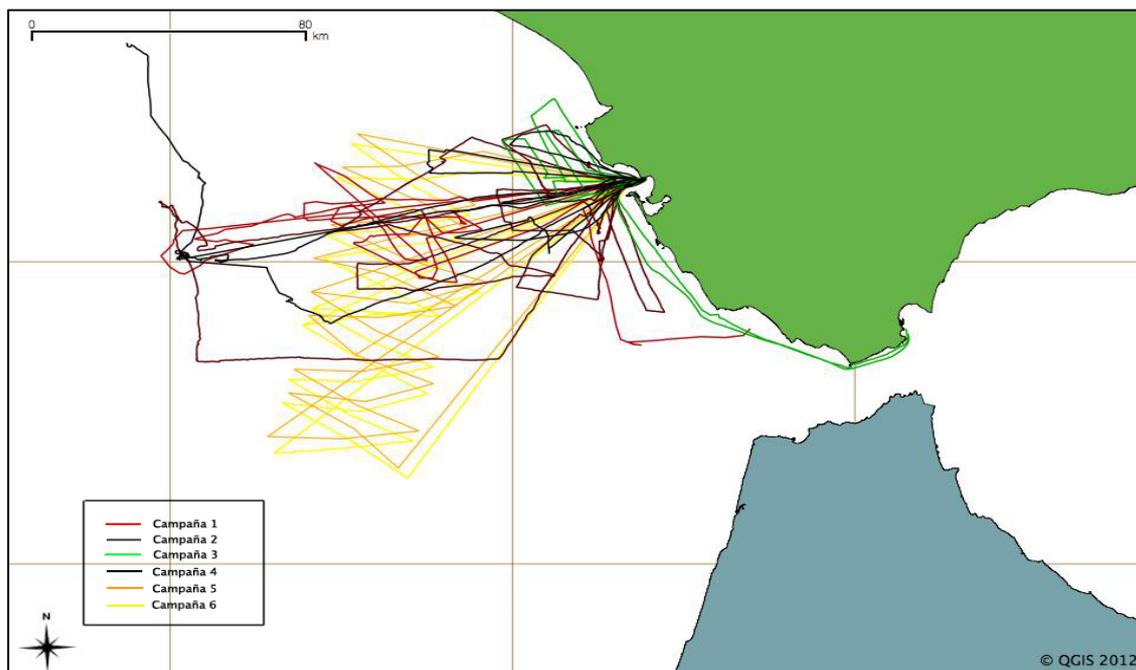


5.3. TRANSECTOS

Se han realizado un total de 7.258 kilómetros de esfuerzo durante las 6 campañas:

Periodo	Barco	Navegación total
Campaña 1 Verano (1 de junio a 30 de junio 2009).	Thomas	925
Campaña 2 Otoño (10 de noviembre a 18 de diciembre 2009).	Thomas	2.004
Campaña 3 Invierno (15 enero a 15 de febrero 2010).	CIRCE	606
Campaña 4 Primavera (1 de abril a 30 de abril 2010) en aguas profundas del Golfo de Cádiz.	CIRCE	1.042
Campaña 5 Invierno (1 de enero a 30 de enero 2012) en aguas profundas del Golfo de Cádiz.	Seaproject	1.351
Campaña 6 Invierno (1 de febrero a 30 de febrero 2012) en aguas profundas del Golfo de Cádiz.	Seaproject	1.330
TOTAL		7.258

En el siguiente mapa se pueden apreciar la totalidad de los muestreos realizados en la zona de estudio.

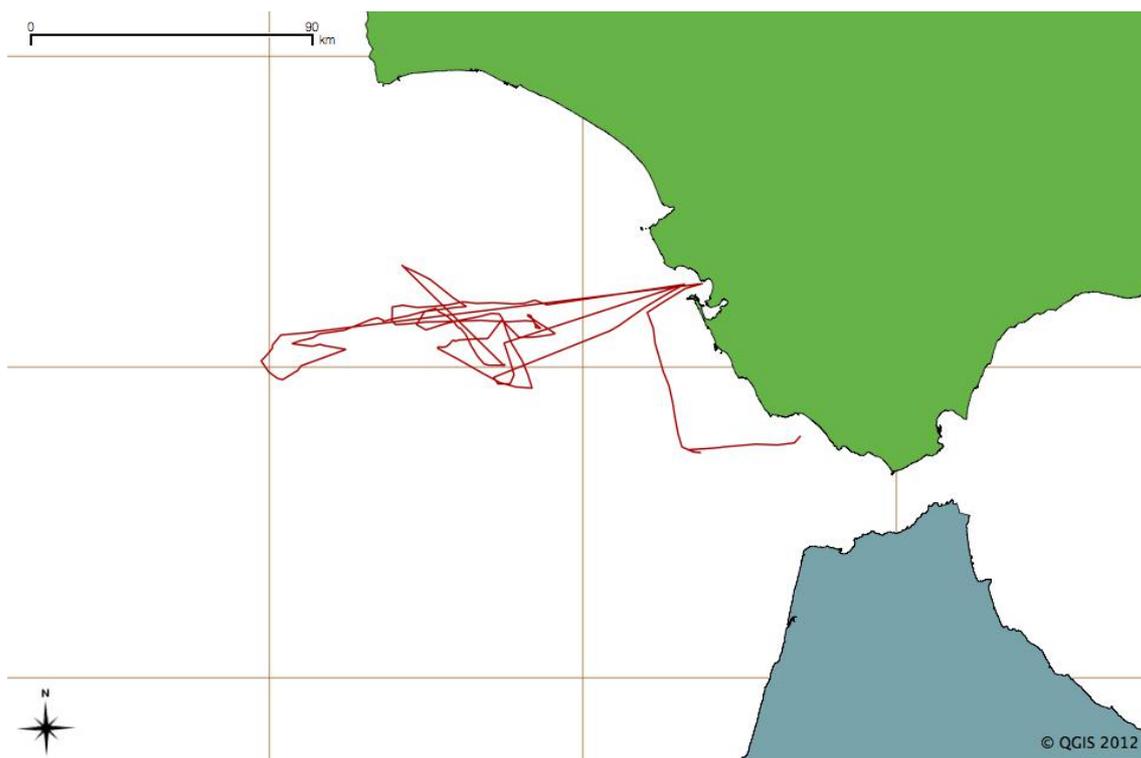


Esfuerzo realizado en función de las diferentes campañas realizadas a lo largo del LIFE INDEMARES.

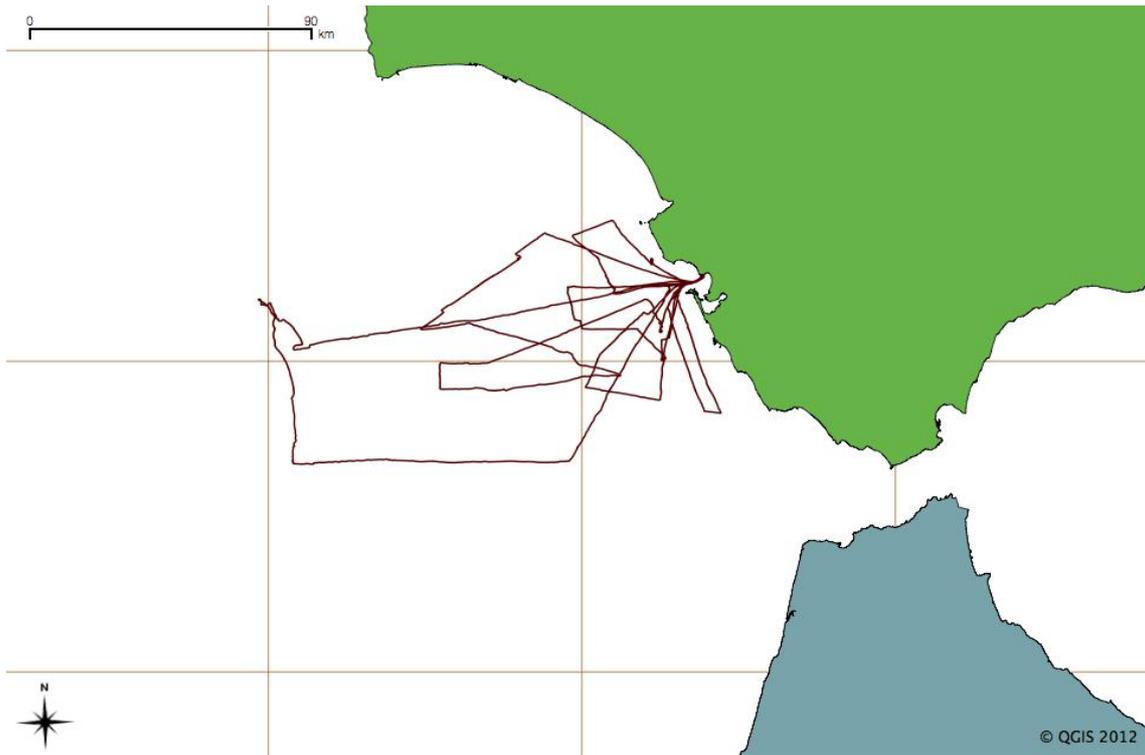
En la siguiente tabla se pueden apreciar los kilómetros realizados en función del tipo de esfuerzo durante el total del proyecto:

Tipo de esfuerzo	Navegación total
Siguiendo cetáceos	250 km
Sin esfuerzo	1.989 km
En búsqueda de cetáceos	5.019 km
TOTAL	7.258 km

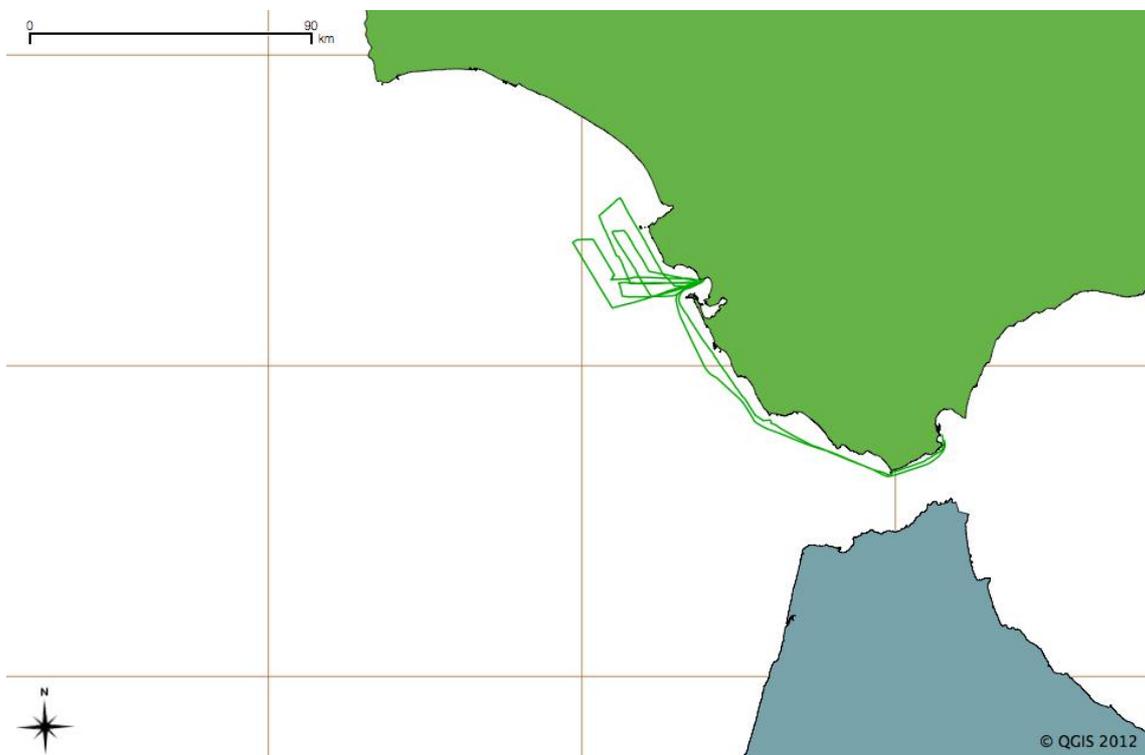
Tras dos primeras campañas exitosas (1 y 2 2009) realizadas por la embarcación de ALNITAK, Thomas Mc Donagh, las campañas de mar 3 y 4 (2010) desarrolladas por CIRCE no resultaron apropiadas para la consecución de los objetivos de la acción, por lo que se optó por subsanar la situación mediante la coordinación por parte de ALNITAK de las rejillas de transectos a realizar. De esta forma, se pudo cubrir finalmente de forma satisfactoria el área a prospectar.



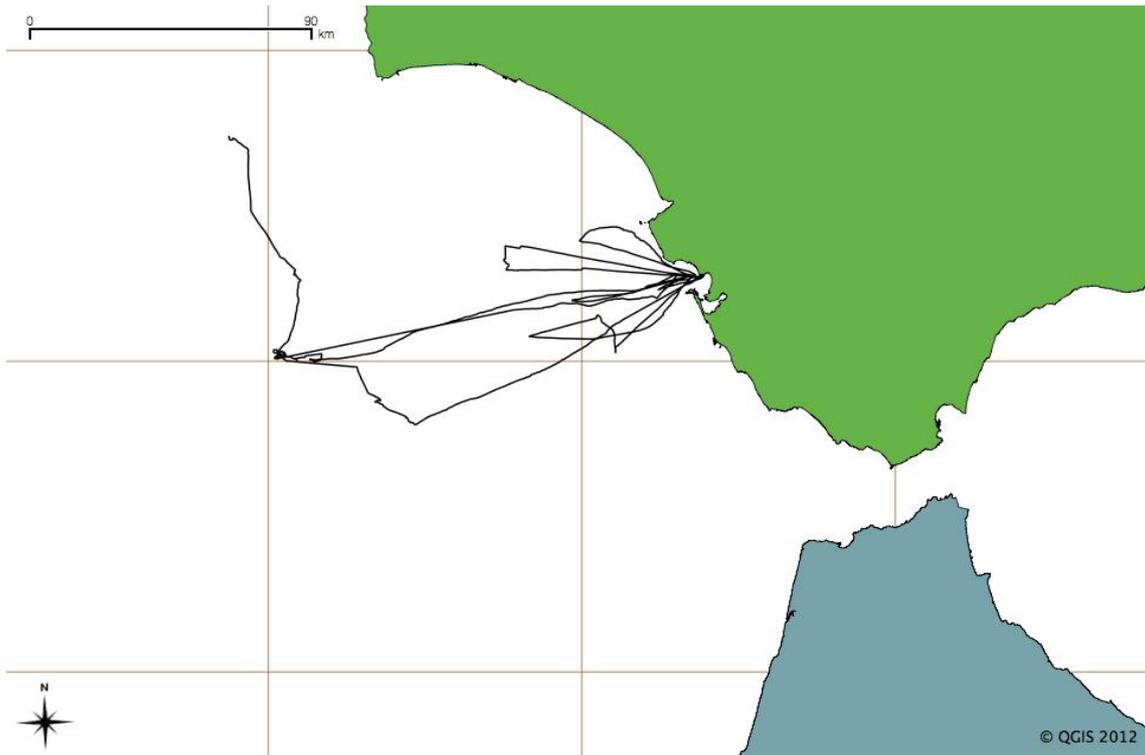
Campaña 1 (junio 2009) realizada por el Thomas Mc Donagh



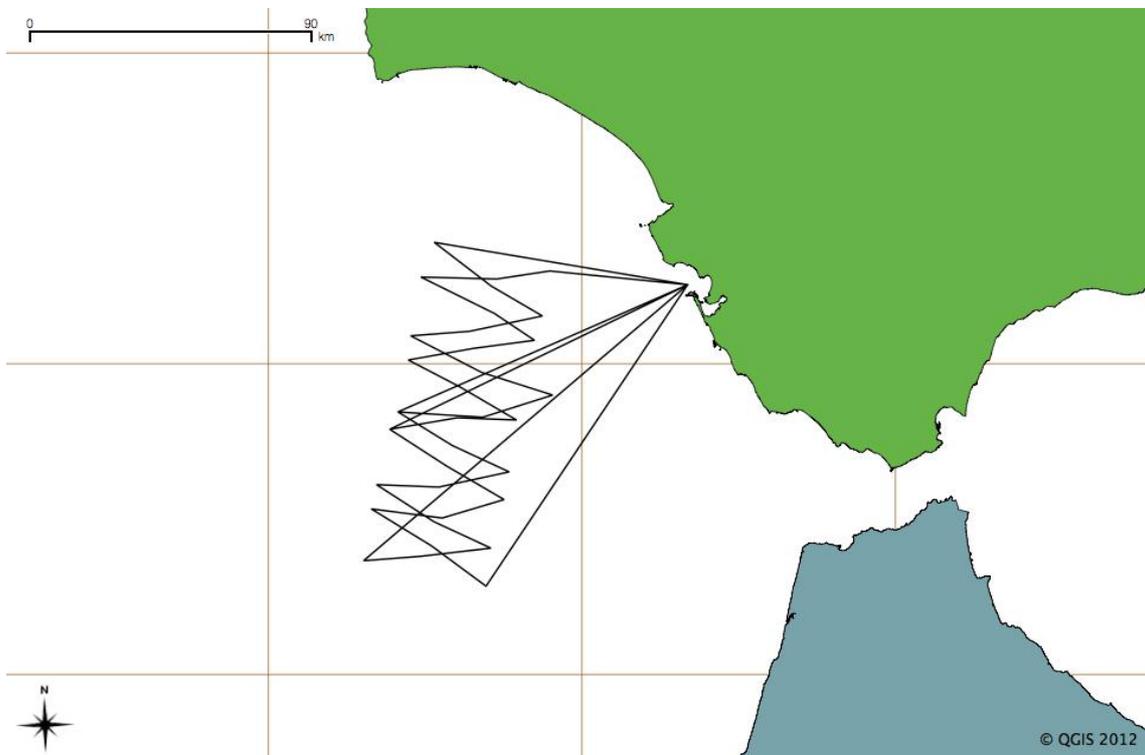
Campaña 2 (noviembre 2009) realizada por el Thomas Mc Donagh



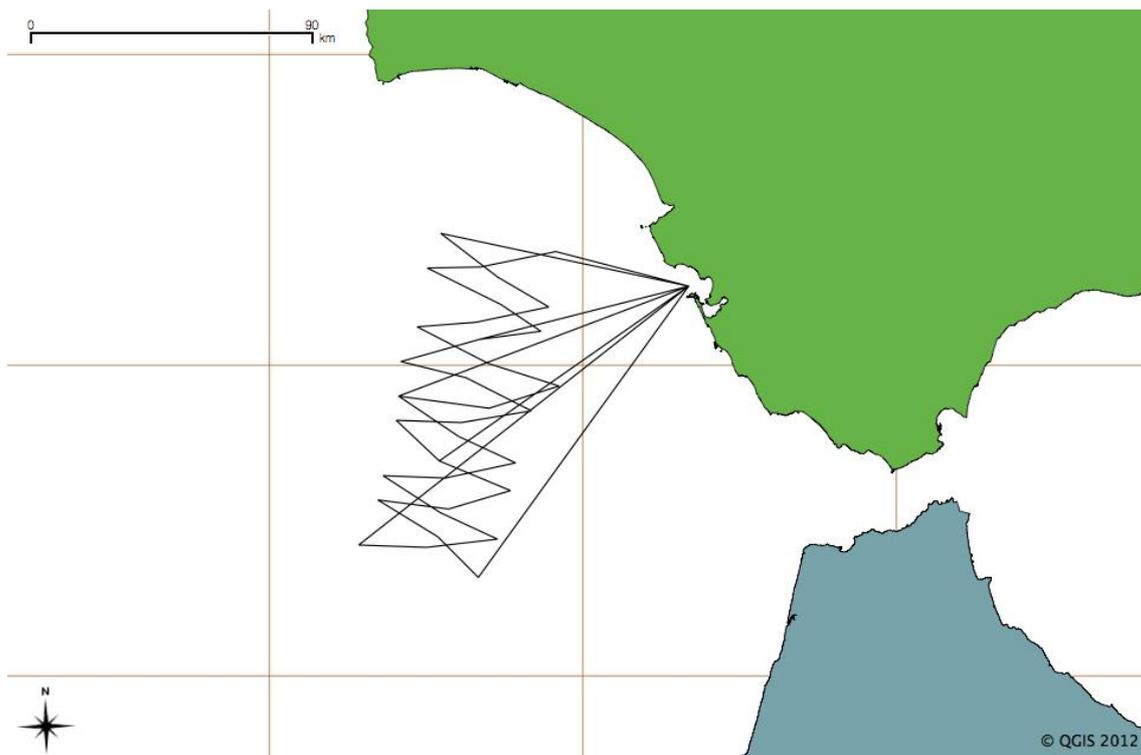
Campaña 3 (enero 2010) realizada por el Ecoceanus



Campaña 4 (abril 2010) realizada por el Ecoceanus



Campaña 5 (enero 2012) realizada por el Seaproject



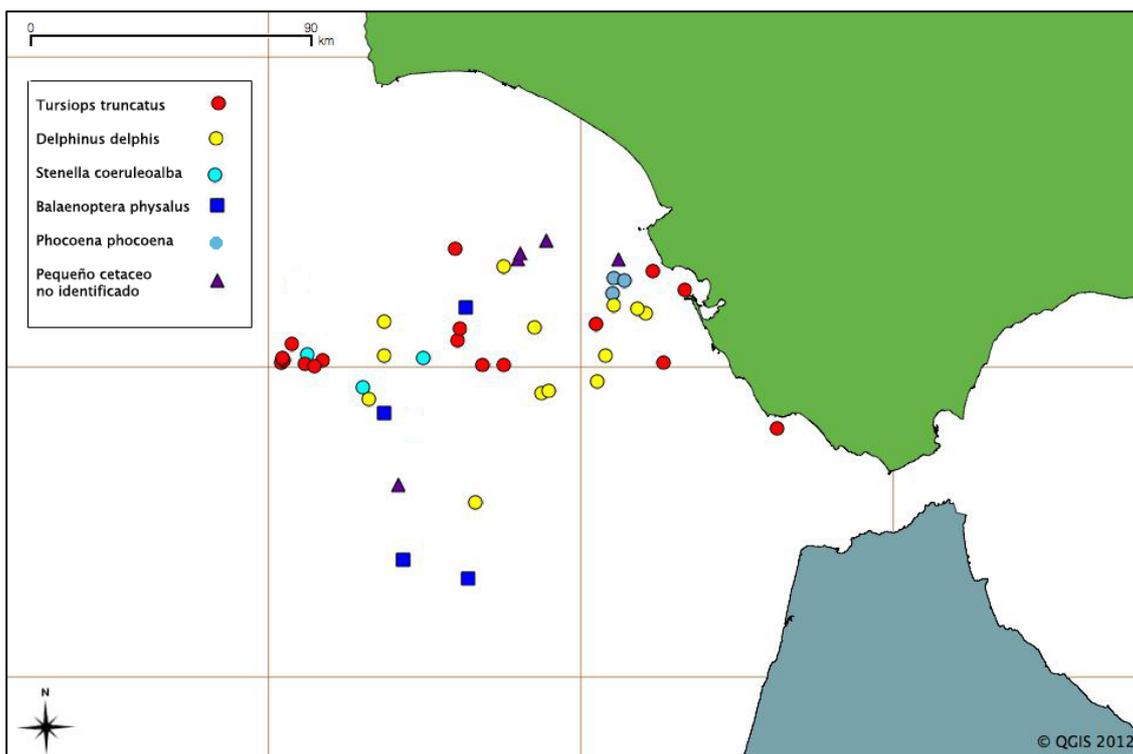
Campaña 6 (febrero 2012) realizada por el Seaproject

5.4. AVISTAMIENTO DE CETÁCEOS

Se han realizado un total de 46 avistamientos visuales de cetáceos. En la siguiente tabla se pueden observar las diferentes observaciones realizadas a lo largo de las 6 campañas:

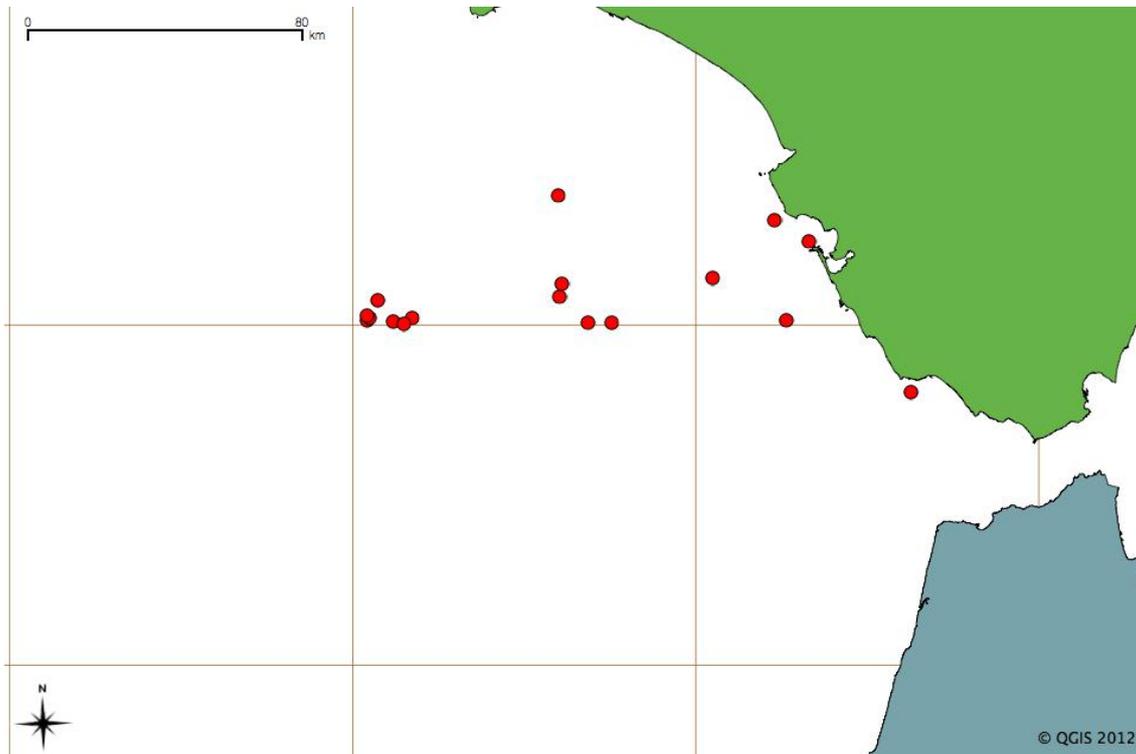
Especie	Total	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
<i>Tursiops truncatus</i>	16	5	3	1	7
<i>Phocoena phocoena</i>	3	0	1	2	0
<i>Delphinus delphis</i>	14	3	4	2	5
<i>Stenella coeruleoalba</i>	4	0	1	1	2
<i>Balaenoptera physalus</i>	4	1	0	2	1
Pequeños cetáceos no identificados	5	0	2	2	1
TOTAL	46	9	11	10	16

De la misma forma en el siguiente mapa se pueden ver los avistamientos obtenidos a lo largo del proyecto:



Avistamientos realizados en la zona de estudio desde el inicio del proyecto.

Tal como viene reflejado en el punto dedicado a estimar las abundancias absolutas de delfines mulares, una vez realizados los catálogos de identificación fotográfica, se separaron en dos grupos los avistamientos de delfines mulares. Por un lado se consideraron los delfines mulares offshore, avistados a más de 200 m de profundidad, y por otro lado se consideraron los delfines mulares costeros, avistados a menos de 200 m de profundidad, al no haber recapturas entre las dos manadas.



Avistamientos de delfín mular (*Tursiops truncatus*)

5.5. PRESENCIA DE DELFINES MULARES Y ABUNDANCIA RELATIVA EN LAS CHIMENEAS DE CÁDIZ

5.5.1 Metodología

Para poder comparar los datos obtenidos en la zona de estudio con otras zonas de estudio se definirán dos parámetros:

- Encounter Rate (ER): número de avistamientos de delfín mular por cada 100 Km navegados.
- Abundance Index Rate (AI): número de individuos de delfín mular por cada 100 Km navegados.

5.5.2 Tasas de Encuentro (Abundance Index Rate)

Se han realizado un total de 16 avistamientos visual de delfines mulares en condiciones óptimas de observación. Esto nos da unos índices de observación relativos reflejados en la tabla siguiente.

Especie	Total	Total individuos	Encounter Rate	Abundance Index Rate
<i>Tursiops truncatus</i>	16	708	0,33/100km	14,2/100km

5.6. ESTUDIO DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y BATIMETRÍA DE DELFINES MULARES

5.6.1 Metodología

Para este análisis, CIRCE realizó obtuvo una tasa de encuentro (*Encounter Rate* – ER) de delfines mulares calculada para cada cuadrícula como número de avistamientos de delfines mulares por Km. Solo los avistamientos para los cuales el contacto había sido establecido (de la que se tenga posición precisa) fue utilizado para este análisis.

Dos parámetros batimétricos han sido analizados: la profundidad y la pendiente. Para determinar si la presencia del delfín mular está distribuida no uniformemente respecto a la profundidad, la pendiente, la latitud y la longitud (positiva hacia el Este del meridiano 0º de Greenwich y negativa al Oeste), se aplicó un modelo explicativo lineal generalizado (GLM).

Se usó el Software R (Ihaka y Gentleman 1996), para analizar las relaciones entre el ER de delfines mulares para cada cuadrícula en relación con la profundidad, la pendiente y la posición (latitud y longitud en el medio) de la cuadrícula. Dada la naturaleza de la variable respuesta, con valores de “0” para el ER en numerosas cuadrículas (de Stephanis 2006), los datos fueron transformados usando una distribución quasi Poisson para evitar sobredispersión.

5.6.2 Resultados

5.6.2.1 Análisis espacial a partir de modelos explicativos

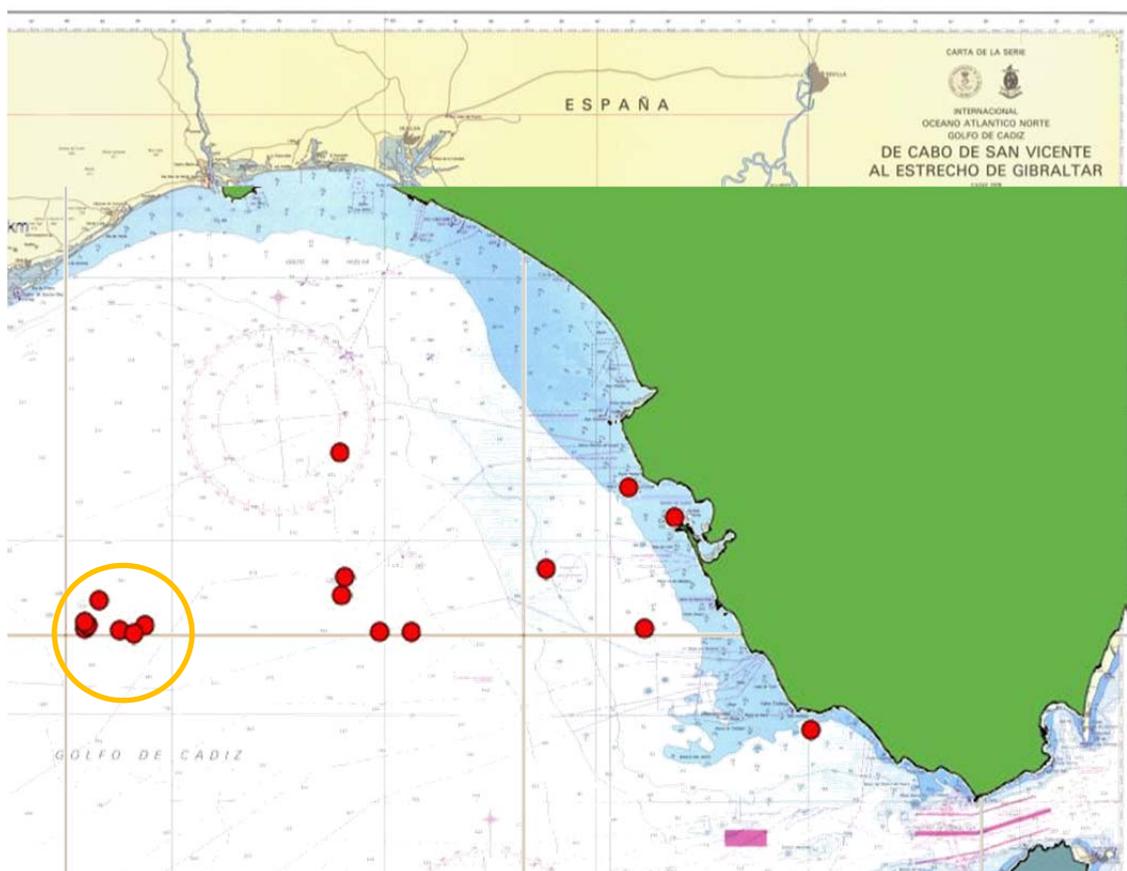
Los análisis realizados por CIRCE obtuvieron los resultados presentados en la siguiente tabla.

Especies	Valores	Esfuerzo	Profundidad	Pendiente	Lat.	Long.	Null deviance	Residual deviance	r2(en%)
<i>Tursiops truncatus</i>	Estimated value			- 0.00374		-0.7466	- 1.5643	0.61343	60.7%
	P	0.674	-1.489	3.041	-1.23	-1.963			
		Ns	Ns	0.005	Ns	0.056			

GLM de la distribución de ER delfines mulares, en relación a la profundidad, pendiente, el esfuerzo de observación. "Ns" significa no significativo.

CIRCE apunta a que “las co-variables que explicarían la distribución espacial de los delfines mulares son la longitud (marginalmente significativa) y la pendiente del fondo. Por tanto, se puede concluir que observaremos más delfines mulares en zonas de longitud más negativa, hacia las zonas más al oeste, y en las zonas de mayor pendiente de fondo. Estos parámetros explican hasta el 60% de varianza, por lo que los resultados son muy interesantes. Si comparamos estos resultados con la batimetría del fondo, así como con las diferentes islas submarinas del Golfo de Cádiz, podemos concluir que tendremos más abundancia de delfines mulares en torno a las montañas submarinas del Golfo de Cádiz.

Cabe resaltar que gracias a los catálogos de identificación fotográfica, hemos diferenciado dos unidades de gestión diferenciadas, una con presencia de delfines mulares costeros en aguas de menos de 200 metros, y otra de aguas más profundas, u *offshore*. Este hecho podría explicar por qué la profundidad no ha resultado significativa en el análisis, al ser probablemente la distribución de datos bimodal, con una unidad de gestión cercana a la costa, y otra más presente en torno a las montañas submarinas del Golfo de Cádiz.”



Carta náutica del Golfo de Cádiz (IHM)

Hay que destacar una vez más que los análisis estadísticos se han realizado con un tamaño de muestra muy bajo. Por otra parte, aunque el dato revelado por CIRCE resulta interesante, cabe destacar la no idoneidad de los transectos realizados durante las cuatro primeras campañas para la realización de este tipo de análisis, ya que se detecta un claro sesgo en 4 rutas trazadas hacia características fisiográficas reconocidas como interesantes para encontrar delfines mulares. En este caso podemos comprobar cómo se repiten rutas y avistamientos en torno a unos montes submarinos que se encuentra además por fuera del área de Chimeneas de Cádiz.

5.7. FOTO-IDENTIFICACIÓN Y ESTUDIO DE ABUNDANCIA EN DELFINES MULARES

5.7.1 Metodología

Con todos los datos recogidos a partir de las sesiones fotográficas desarrolladas durante los muestreos se aplicaron modelos de marcaje-recaptura para estimar el tamaño de la población de los individuos de delfín mular marcados.

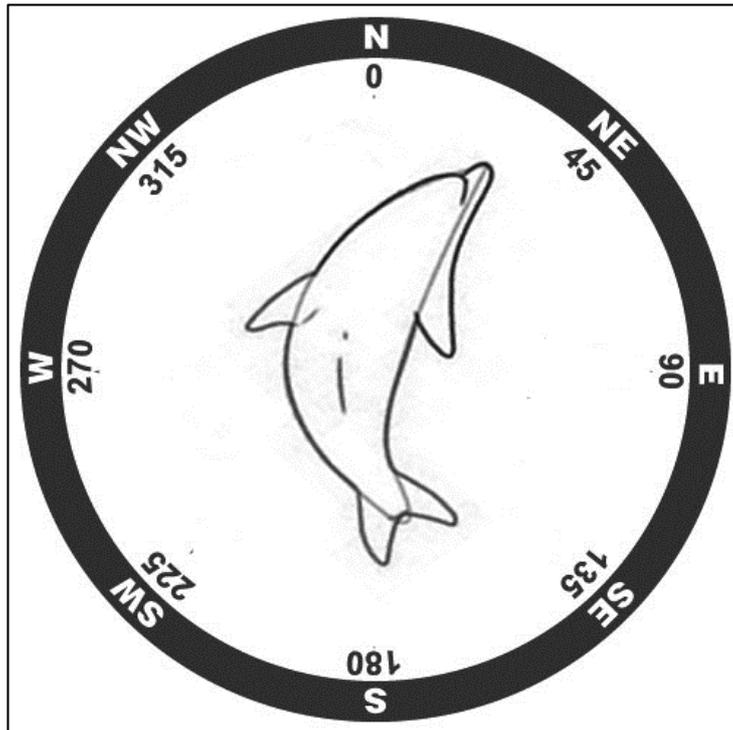
5.7.1.1 Foto-identificación

Cuando se produjeron avistamientos de delfines mulares se tomaron imágenes fotográficas de las aletas dorsales de todos los individuos que navegaban en la vecindad del barco. Las imágenes se tomaron lo más cerca posible de los animales y de los dos lados de sus aletas dorsales. Se realizaron catálogos de foto-identificación para cada lado de las aletas dorsales, siguiendo la metodología establecida por ALNITAK en el marco de proyectos anteriores.

Todos los animales presentes en el avistamiento se fotografiaron independientemente de su nivel de marcado, es decir, se fotografiaron tanto a individuos con marcas más visibles como a los individuos con marcas menos visibles, para que tuvieran así la misma probabilidad de captura.

Las marcas de la aleta dorsal permitieron que se identificaran a los individuos basándose en las características de las “marcas naturales” (muescas, cicatrices y patrones de pigmentación) que se utilizaron en los análisis de captura-recaptura. Algunas fotografías incluyen más de un individuo o aleta dorsal porque el delfín mular a veces forma grupos muy compactos. El término “imagen de aleta” se utilizará para hablar de la representación de una sola aleta dorsal en una imagen que pueda contener muchas otras. Las fotografías digitales se identificaron con el número de avistamiento, el nombre del grupo y el número de foto.

Cada fotografía se analizó y la información que se extrajo de ella se introdujo en una base de datos. Esta información incluyó: número de avistamiento, nombre de grupo, número de cámara o tarjeta, número de foto, número total de individuos en la fotografía, número de individuo analizado en la foto (comenzando por el individuo más próximo al más lejano y desde el lado izquierdo al lado derecho en caso de confusión cuando dos animales están a la misma distancia), ángulo de la aleta (a partir de 0º y cada 30º y en sentido giratorio de las agujas del reloj cuando la cabeza del individuo está en frente de la cámara, lo que permite por ejemplo una selección de los animales solamente vistos del lado izquierdo –desde 240º a 300º- para los análisis), calidad de la imagen (nombrado como Q y en una escala que va desde 0 (mala) a 2 (muy buena)) y el código del individuo (número de identificación del individuo en el catálogo).



Descripción de los ángulos alrededor de la aleta dorsal. El ángulo viene determinado por la posición del fotógrafo.

La calidad de imagen de cada aleta (Q) se asignó en base a cinco características, enfoque, tamaño, orientación, exposición, y porcentaje de aleta visible en la imagen:

- Q0: aleta dorsal no útil porque está desenfocada, demasiado lejos o el ángulo está entre 330º y 30º o 150º y 210º.
- Q1: calidad media donde se puede ver parcialmente o completa la aleta dorsal con ángulos entre 60º y 120º o 300º y 240º.
- Q2: calidad alta donde se puede ver la aleta dorsal completa con un ángulo de 90º o 270º.

Se asignó un código a cada individuo identificado en el catálogo siguiendo la siguiente fórmula: TT_ALN_OFF_R_CC_XXX donde **TT** representa *Tursiops truncatus*, **ALN** para ALNITAK, **OFF** representa el grupo **Offshore** (se nombró **COAST** al grupo **costero**), **R** para los individuos incluidos en el catálogo del lado derecho (**right** en inglés) o **L** para los individuos incluidos en el catálogo del lado izquierdo (**left** en inglés). **CC** para Chimeneas de Cádiz y **XXX** para el número asignado a cada individuo identificado en el catálogo. La información obtenida de cada imagen se contrastó con la de individuos previamente identificados comparando cada fotografía nueva con todos los individuos identificados previamente.

A los animales a los cuales no se les pudo reconocer se les dio una identificación nueva. Se consideraron los delfines mulares observados en aguas abiertas (OFF) y aguas poco profundas (COAST) (costeros), debido a que análisis de estructuración social sugieren que existen dos poblaciones en la zona de estudio. Los catálogos se compararon entre los lados izquierdos y derechos para cada grupo y entre grupos. Al no encontrar ninguna recaptura entre los grupos costeros y de aguas profundas se decidió realizar los análisis separadamente para las estimas de abundancia.

5.7.1.2 Estimás de abundancia

Modelos de marcaje-recaptura para poblaciones cerradas fueron usados para estimar el número de delfines en las dos zonas de estudio (costera y offshore). Estos modelos derivan de los modelos M_0 que se basan en cuatro suposiciones (Otis *et al.* 1978, Pollock *et al.* 1990)

H1: La población está demográficamente y geográficamente cerrada.

H2: Todos los individuos tienen la misma probabilidad de recaptura en cada ocasión de captura.

H3: Todas las marcas son claramente visibles y son anotadas en cada ocasión.

H4: Las marcas de los individuos no se pierden.

Para estimar las abundancias absolutas se han planteado las siguientes hipótesis de partida:

- *H1*. Asumimos que la población está aproximadamente cerrada, es decir sin mortalidad, nacimientos, emigración e inmigración durante el periodo de estudio. Se usaron todos los avistamientos que se realizaron durante el periodo de estudio que fue de 10 meses, reduciendo la probabilidad de mortalidad y nacimientos. Las crías no fueron incluidas en los análisis. Para evitar problemas de grupos inmigrantes, solo se usaron los avistamientos que tuvieron individuos que se avistaron otro día.
- *H2*. La hipótesis de la misma probabilidad de captura puede ser superada por dos tipos de variaciones del M_0 modelo:
 - variación con el tiempo (t)
 - heterogeneidad entre individuos (h).

Estos modelos pueden ser usados solo o combinados como: M_0 , M_t , M_h y M_{th} . El programa MARK tiene integrado el programa CAPTURE que permite la selección de todos los modelos y este da un modelo a seguir para la elección del modelo correcto. Estos modelos son entonces clasificados en una escala de 0 a 1, siendo 1 el mejor modelo a usar. Aunque estos criterios no son absolutos y se recomienda que solo se consideren los modelos coherentes observando las condiciones y la biología de las especies estudiadas (Pollock *et al.* 1990).

- *H3.* Durante los avistamientos todos los individuos son fotografiados independientemente de su nivel de marcas. Se realiza un esfuerzo para asegurar que todos los individuos hayan sido fotografiados, con la intención de que haya como mínimo una fotografía buena de cada individuo. Las historias de marcaje de cada individuo han sido creadas para poder seguir la evolución de las marcas. Las muescas de la aleta dorsal se conservan durante años, pero pueden evolucionar, por ejemplo, cuando aparecen nuevas muescas alrededor de las viejas.
- *H4.* Las muescas no se pierden durante el periodo de estudio como los individuos identificados al principio del periodo de estudio tienen aún las mismas muescas al final del periodo de estudio.

Los modelos permiten estimar el número de individuos marcados en la población (N^{\wedge}). Sin embargo, el total del tamaño poblacional ($N^{\wedge '}$) se obtuvo a partir de $N^{\wedge} \times c^{\wedge}$, donde c^{\wedge} se define más abajo y se conoce como factor de corrección.

$$c^{\wedge} = \frac{\text{Número de aletas de buena calidad (Q2) de individuos marcados y no marcadas}}{\text{Número de aletas de buena calidad (Q2) de individuos marcados}}$$

Por tanto, $N^{\wedge '} = N^{\wedge} \times c^{\wedge}$

Lo mismo fue aplicado para los límites del intervalo de confianza del 95% (CI):

$$L.CI(N^{\wedge'}) = L.CI(N^{\wedge}) \times c^{\wedge}$$

$$U.CI(N^{\wedge'}) = U.CI(N^{\wedge}) \times c^{\wedge}$$

Donde, L.CI es el límite inferior 95% CI y U.CI es el superior 95% CI. En los resultados este factor de corrección se presentará como % de individuos marcados.

5.7.2 Resultados y discusión de resultados

5.7.2.1 Foto-identificación

Se han conseguido un total de 25.445 fotografías de delfines mulares, de las que un total de 15.810 fueron eliminadas al carecer de las características de calidad suficientes para ser utilizadas, quedando un total de 9.635 fotos útiles para la foto-identificación.

En la tabla siguiente viene destacado el número de fotos útiles hechas por día y por grupo de delfines. Para este trabajo, hemos separado en dos grupos los delfines mulares del golfo de Cádiz. Por una parte tenemos a los delfines Costeros que hemos encontrado hasta la línea de los 200 metros de profundidad que cuentan con 5.392 fotos y los Offshore que se encontraron en las aguas profundas del Golfo de Cádiz, así como en las cercanías del pico Herminios situado a unos 70 millas náuticas al oeste de Cádiz y 45 millas náuticas al sur de Faro (Portugal) que cuentan con 4.243 fotos.

Fecha	Grupo	Nº de fotos	Nº indiv. ID Derecha	Nº indiv. ID Izquierda
16/06/2009	Offshore	230	6	6
20/06/2009	Offshore	2.214	136	129
01/12/2009	Costero	2.342	29	30
12/12/2009	Costero	216	1	1
17/01/2010	Costero	1.608	43	46
13/04/2010	Costero	1.226	51	68
24/04/2010	Offshore	1.146	64	61
30/04/2010	Offshore	648	32	93
15/02/2012	Offshore	25	4	1

Tabla. Número de fotos por cada grupo de delfines mulares encontrado durante el estudio con fechas de avistamiento y si se encontraron en profundidades entre 0 y 200 metros de profundidad (Costero) o en profundidades de más de 200 metros (Offshore).

En total se identificaron a 281 individuos en el grupo de los Offshore y 138 individuos en el grupo de los Costeros. En la tabla siguiente se puede ver el número de individuos identificados por cada lado.

Tabla. Número de individuos identificados por cada grupo de delfines mulares en cada catálogo y combinándolos.

	Offshore	Costero	TOTAL
Izquierda	203	124	327
Derecha	226	105	331
Ambos lados	281	138	419

5.7.2.2 Estimaciones de abundancia

El mejor modelo para obtener estimaciones de abundancia para el **grupo costero** fue el modelo M_h. Estas estimaciones de poblaciones varían entre 333 individuos cuando se usa únicamente el lado Derecho y hasta 377 individuos cuando se usa únicamente el lado Izquierdo. En la tabla siguiente se puede ver las estimaciones obtenidas usando cada lado de las aletas y combinándolas así como las estimaciones corregidas por el factor de corrección, es decir, tomando en cuenta la proporción de individuos no marcados fotografiados.

	Estima (N^{\wedge})	SE (N^{\wedge})	CV (N^{\wedge})	95% IC (N^{\wedge})	Indiv. Marcados	Estima (N^{\wedge} ')	95% IC (N^{\wedge} ')
Izq.	377	76	0,20	266-573	84 %	449	317-682
Dcha.	333	75	0,23	227-532	91 %	364	248-582
Izq. Y Dcha.	343	56	0,16	259-486	86 %	397	300-562

Tabla. Estima de abundancia de delfines marcados (N^{\wedge}) para el grupo de delfines costero con el Error Estándar (SE), el Coeficiente de Variación (CV) y el Intervalo de Confianza a 95% usando solo el lado Izquierdo (Izq.), solo el lado Derecho (Dcha.) y ambos en conjunto así como estima de población total (N^{\wedge} ') con su Intervalo de Confianza a 95% tomando en cuenta los individuos no marcados.

Debido a las pocas recapturas en la zona offshore, **al restar todavía dos campañas por realizar**, los resultados obtenidos no son fiables. Sin embargo se presentan en la tabla siguiente, donde viene reflejado los resultados del modelo M_h .

	Estima	SE	CV	95% IC
Izq.	2.479	872	0,35	1.304-4.904
Dcha.	3.620	1.364	0,38	1.816-7.471
Izq. Y Dcha.	4.391	1.459	0,33	2.374-8.356

Tabla. Estima de abundancia para el grupo de delfines offshore con el Error Estándar (SE), el Coeficiente de Variación (CV) y el Intervalo de Confianza a 95% usando solo el lado Izquierdo (Izq.), solo el lado Derecho (Dcha.) y ambos juntos.

5.7.3 Estudio de abundancia de otras especies de cetáceos presentes en la zona de estudio

5.7.3.1 Metodología

Por medio de modelización espacial, se estimarán también las abundancias absolutas de las otras especies, de las que se consigan avistamientos suficientes, presentes en la zona de estudio. De la misma forma se estimarán sus distribuciones espaciales.

5.7.3.2 Resultados

Se han obtenido un total de 37 observaciones de cetáceos en condiciones de esfuerzo adecuadas (ver detalle en la tabla siguiente). Es imposible aplicar modelos espaciales que permitan calcular las estimas de abundancia absolutas, al tener muy pocas observaciones de cetáceos. Esto probablemente sea debido a la poca densidad de estas especies en la región. De la misma forma es imposible, debido a la baja densidad, estimar sus distribuciones espaciales.

Especie	Total	En esfuerzo
<i>Tursiops truncatus</i>	16	16
<i>Phocoena phocoena</i>	3	3
<i>Delphinus delphis</i>	14	11
<i>Stenella coeruleoalba</i>	4	3
<i>Balaenoptera physalus</i>	4	4

Tabla: Avistamientos de especies de cetáceos en condiciones óptimas de observación

6. DATOS BRUTOS DE LAS CAMPAÑAS REALIZADAS

En el Anexo 4 a este informe se incluyen los datos brutos obtenidos de las campañas realizadas compuestos por:

- **base de datos (GPSDATA):** Se incluyen las hojas de cálculo EFFORT con los trayectos realizados,
- **datos de navegación/transectos:** Estos datos están incluidos en la hoja de cálculo EFFORT.
- **datos de avistamiento:** Se incluye una tabla sightings con los datos de observación.
- **shapefiles y archivos S.I.G:** Se incluyen los shapefiles de transectos, así como la tabla necesaria para realizar los shapefiles de avistamientos, así como sus leyendas en la carpeta GIS.
- **Textos para el blog:** relativos a las campañas 5 y 6

7. BIBLIOGRAFÍA CITADA

Cañadas A., 2006, "Hacia la conservación de delfines en el mar de Alborán.". Universidad Autónoma de Madrid, Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid.

Cañadas A., Sagarminaga R., García-Tiscar S. 2002. Cetacean distribution related with depth and slope in the Mediterranean waters off southern Spain. Deep Sea Research I 49(11):2053-2073.

Cañadas, A., Sagarminaga, R., De Stephanis, R. Urquiola, E. and Hammond, P.S., 2005. Habitat preference modelling as a conservation tool: proposals for marine Protected 55impl for cetaceans in southern Spanish waters. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 15: 495–521.

De Stephanis R 2007, Estrategias de alimentación de los diferentes grupos de Calderón común (*Globicephala melas*) en el Estrecho de Gibraltar. Implicaciones para su conservación, Tesis doctoral, Universidad de Cádiz.

De Stephanis R. 2006. Distribución de cetáceos en el Estrecho de Gibraltar en función de parámetros oceanográficos en condiciones estivales. M.Sc. Thesis, Universidad de Cádiz.

De Stephanis, T. Cornulier, P. Verborgh, J. Salazar Sierra, N. Pérez Gimeno, C. Guinet 2008. SUMMER SPATIAL DISTRIBUTION OF CETACEANS IN THE STRAIT OF GIBRALTAR IN RELATION TO THE OCEANOGRAPHIC CONTEXT. Marine Ecology Progress Series, 353: 272-288.

García S., 2009 Interacciones entre delfines mulares (*Tursiops truncatus*), orcas (*Orcinus orca*), y pesquerías en el mar de Alborán y Estrecho de Gibraltar, Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid.

Giménez Torres, C. 2009. Tasa de supervivencia, abundancia y residencia del delfín mular en el estrecho de Gibraltar. MSc Thesis, Universidad de Barcelona, España.

Hooge PN, Eichenlaub B, 2000 Animal movement software to Arcview, ver 2.0. Alaska Science Center – Biological Science Office, U.S. Geological Survey, Anchorage, AK, USA([http://www.absc.usgs.gov/giba/gistools/index.htm#ANIMAL MOVEMENT](http://www.absc.usgs.gov/giba/gistools/index.htm#ANIMAL_MOVEMENT)).

Ihaka, R. and Gentleman, R. (1996). "R: A language for data analysis and graphics," Journal of Computational and Graphical Statistics 5, 299-314.

Otis, D. L., K. P. Burnham, G. C. White, and D. R. Anderson. 1978. Statistical inference from capture data on closed animal populations. Wildl. Monogr. 62. 135 pp.,

Owen, E.C.G., Wells, R.S., and Hofmann, S. 2002 Ranging and association patterns of paired and unpaired adult male Atlantic bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in Sarasota, Florida, provide no evidence for alternative male strategies. Canadian Journal of Zoology, 80, 2072-2089.

Pollok, K. H. 1982. A capture-recapture design robust to unequal probability of capture. Journal of Wildlife Management 46:752–757.

Powell, R.A. 2000. Animal home ranges and territories and home range estimators. In Research techniques in animal ecology: controversies and consequences. Edited by L. Boitani and T.K. Fuller. Colombia University Press, New York. Pp.65–110.

Seaman, D.E., and Powell, R.A. 1996. An evaluation of the accuracy of kernel density estimators for home range analysis. *Ecology*, 77: 2075–2085.

Seaman, D.E., Millspaugh, J.J. Kernohan, B.J., Brundige, G.C., Raedeke, K.J., and Gitzen, R.A. 1999. Effects of sample size on kernel home range estimates. *J. Wildl. Manag.* 63: 739–747.

S.E.C. Sociedad Española de Cetáceos, (1999). Recopilación, Análisis, Valoración y Elaboración de Protocolos sobre las Labores de Observación, Asistencia a Varamientos y Recuperación de Mamíferos y Tortugas Marinas de las Aguas Españolas. Ministerio de Medio Ambiente Español. Secretaria General de Medio Ambiente, Technical Report Sociedad Española de Cetáceos Available from SEC, Nalón 16, E-28240 Hoyo de Manzanares, Madrid, Spain.

Verborgh, P., De Stephanis, R., Pérez, S., Jaquet, Y., Barbraud C., Guinet, C. 2009. Survival rate, abundance, and residency of long-finned pilot whales between 1999 and 2005 in the Strait of Gibraltar. *Marine Mammal Science*, 25(3): 523–536.

Worton, B.J. 1995. Using Monte Carlo simulation to evaluate kernelbased home range estimators. *J. Wildl. Manag.* 59: 794–800.