

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA

Master en Eval. Amb. Ecosistemas marinos y Cost.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA POLITÈCNICA
SUPERIOR DE GANDIA

“Estudio y valoración de daños de la interacción entre cetáceos y pesquerías artesanales”

TRABAJO FINAL DE MASTER

Autor/a:
Blanca Feliu Tena

Tutor/a:
Miguel Rodilla Alamá
Eduardo Jorge Belda Pérez

GANDIA, 2018

Agradecimientos

En primer lugar me gustaría dar mis más sinceros agradecimientos a la Cofradía de Pescadores de Gandía por prestarse a colaborar con este trabajo: a Pep Escrivà, patrón de la embarcación Lalín y a su marinero David Aparisi, quienes me han permitido navegar con ellos y conocer de cerca el trabajo de un pescador. A Fernando Savater (Mar Verd) y a Manolo (Vistamar) quienes tras haber sufrido un deterioro en su material de pesca han tenido la paciencia en esperar a que yo midiera los agujeros uno, a uno. Así como a José Martorell (Los Jovens, Peníscola), que aunque no forma parte de la Cofradía de Pescadores de Gandía, sí forma parte de la comunidad de pescadores valencianos, quienes están en un mismo saco frente a la problemática de las interacciones con delfines. No puedo olvidar agradecer a Suni la inmensa paciencia que tuvo con mi insistencia en conseguir los datos de las capturas, ¡casi no nos costó obtenerlos de esa base de datos encriptada!

A Juan Eymar, creador del mágico grupo de *whatsapp* “Embarcación colaboradora”, que no solo sirve para facilitar el tráfico de datos útiles, sino que también es una muy buena forma de compartir todas aquellas extrañeces que el mar contiene en su inmensidad. Y como no, a todos los pescadores que forman ese grupo que son quienes hacen de él una herramienta poderosa.

Agradecer a José Luís Crespo y Audra Ames (Fundació Oceanogràfic), por cederme los datos que tomaron y analizaron para poder reforzar mis resultados y conclusiones dando un valor añadido a este trabajo.

Renaud de Stephanis, que en tan solo cinco días consiguió que fuera capaz de trabajar con unas herramientas con las que el día uno, como mucho, podría haber intuido que me estaba mandando mensajes de socorro en clave. De verdad, gracias por saber enseñar.

Como no, agradecer a Sara Ábalo los madrugones y el estar pendiente de si la necesitaba o no, saber que contaba con ella ya era una tranquilidad. Así como por echarme una mano cuando no sé cómo solucionar mis **Error** con R.

Alberto, que me ha soportado en momentos de más y menos tensión, y sé que los de más no son nada fáciles de lidiar.

No puedo olvidar en estos agradecimientos a mi mamá, M^a Jesús, que una vez más me ha demostrado que me facilitará todo lo que esté de su mano para que pueda todo.

Y sobre todo agradecer a Miguel y a Eduardo, mis tutores, por proporcionarme la posibilidad, los medios, los contactos, las fuerzas, el placer de disfrutar con este trabajo. Gracias por revisar esta memoria conmigo, pero aun más agradezco lo fáciles que me ponéis las cosas.

Muchísimas gracias, A TODOS.

Resumen

La interacción entre algunas especies de cetáceos y la pesca artesanal en el mar Mediterráneo lleva ocurriendo hace miles de años. En los últimos años, en algunos puntos del área de pesca artesanal de Gandía estas interacciones han presentado un incremento con respecto a unos años atrás. El *metier* que se ve más afectado por esta problemática es el trasmallo. Los impactos resultantes de la interacción entre cetáceos y pesca artesanal son el deterioro de las redes. Las especies detectadas en estas interacciones son delfínidos, el delfín mular (*Tursiops truncatus*) y el delfín listado (*Stenella coeruleoalba*). Este trabajo se centra en la determinación de estas interacciones entre delfines y pesca artesanal. El objetivo principal es la realización de una valoración económica de los daños ocasionados en las redes, así como la realización de un censo poblacional de las especies de delfines presentes. El área de pesca artesanal se encuentra delimitada de Cullera a un poco más al sur de Oliva, siendo 24 millas náuticas de norte a sur y hasta 5 millas náuticas de distancia a la costa. Sobre esta área se ha realizado un muestreo aéreo siguiendo la metodología de los transectos lineales.

Palabras clave: trasmallo; delfín; pesca; delfín mular; delfín listado.

Abstract

The interaction between some species of cetaceans and the artisanal fishing in the Mediterranean Sea has been occurring for many years. In the last years, in some areas as in the artisanal fishing zone of Gandia, these interactions have become more frequent than in the past, when this problems were not detected. The *metier* which is being significantly damaged is trammel nets. The main impact of these interactions between artisanal fisheries and cetaceans is, the potential damage in fishing material. The species that have been detected in these interactions are delphinids, mainly the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) and striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*). This research work will be focused on the study of the interaction between the artisanal fishing and the dolphins. The goal of this project will be to do an economic assessment of damage in fishing material, as well as a population census of the cetacean species present in the fishing zone. The study area is limited to 5 miles from coastal line and 24 miles from north to south, from Cullera to Oliva. Along this area there have been realized systematically aerial surveys with the lineal transect methodology.

Key words: trammel nets; dolphin; fishery; bottlenose dolphin; striped dolphin.

Índice

1. Introducción	5
2. Objetivos	8
3. Materiales y métodos.....	9
3.1. Área de estudio.....	9
3.1.1. Especies de cetáceos objetivo de estudio.....	10
3.1.2. Actividad económica	12
3.2. Métodos para la obtención de datos	14
3.2.1. Banco de datos de biodiversidad.....	14
3.2.2. Avistamientos oportunistas	15
3.2.3. Uso de hidrófono en las redes de pesca	16
3.2.4. Censo aéreo.....	17
3.2.5. Valoración de daños en las redes.....	19
3.3. Métodos para el análisis de datos	20
3.3.1. Análisis espacial de datos de avistamientos e interacción	20
3.3.2. Análisis estadístico de datos de capturas.....	21
3.3.3. Valoración daños en redes	22
4. Resultados.....	22
4.1. Análisis espacial de poblaciones y partes de incidencias.....	22
4.2. Grabaciones en las cercanías de las redes	30
4.3. Valoración de los daños en los trasmallos	32
5. Discusión	36
6. Conclusiones.....	39
7. Referencias	41

1. Introducción

Los cetáceos son de gran importancia a nivel ecológico, y además, son considerados <<especies paraguas>> (Raga y Pantoja, 2004), lo que significa que gracias a lo carismático de su etología y singularidad generan un interés para la sociedad que permite una fácil promoción de las acciones en favor de la conservación de estas especies. Los cetáceos, concretamente los odontocetos, se encuentran en lo más alto de la red alimenticia del ecosistema marino. En el sistema marino, humanos y odontocetos nos situamos a un mismo nivel, el de superdepredadores, lo que nos convierte en competidores directos por un mismo recurso. Ser competidores directos implica que las interacciones entre los cetáceos y la pesca en el mundo son probablemente tan antiguas como lo es la pesca en el ámbito socioeconómico y cultural (Bearzi G. , 2002).

El ser humano lleva alimentándose de recursos procedentes del medio marino miles de años. Las evidencias más antiguas datan de hace $\sim 126 \times 10^3$ años en el yacimiento de Pinnacle Point, en las costas del sur de África (Merean *et al.* 2007). Merean *et al.* (2007) argumentó que los seres humanos se vieron en la necesidad de diversificar su dieta por las extremas condiciones ambientales de un periodo glacial. Algunos hallazgos sitúan la llegada a la línea de costa del ser humano en hace $\sim 125 \times 10^3$ años. Desde este periodo, los restos arqueológicos que hacen evidente una interacción del ser humano con recursos alimenticios procedentes del mar como moluscos, cangrejos, peces, aves, e incluso, huesos de foca, han sido hallados en diferentes partes del mundo (Álvarez-Fernández *et al.*, 2014). Es de entender que desde el momento en que el ser humano empieza a incluir los recursos pesqueros como parte importante de su dieta, entra en contacto con todas aquellas especies animales que habitan en él, destacando aquellas de más fácil acceso para una comunidad principiante en la obtención de alimentos del mar, las que desarrollan su ciclo vital ligado a la capa más superficial. Entre estas especies se encuentra un porcentaje importante de especies pertenecientes a la dieta de los odontocetos, especialmente delfines con poblaciones residentes cerca de la línea de costa. Es aquí donde parece más evidente una primera interacción directa entre ser humano y delfines. En el yacimiento del Magdaleniense de la Cueva de Nerja se hallaron un total de 167 balanos de ballena (*Cirripedia, Balanomorpha, Coronulidae*), hecho que evidencia de forma indirecta una primera relación entre el ser humano y los cetáceos, dejando a los segundos como parte de la dieta de los primeros (Álvarez-Fernández *et al.*, 2014).

Las interacciones que se producen en diferentes lugares del mundo entre las pesquerías y los cetáceos son muy diversas. En algunos lugares, la interacciones que se dan son por captura accidental o *bycatch*. Ello puede ocasionar impactos severos en las poblaciones de las especies que son propensas a quedarse atrapadas en las redes. Esto ocurre en México con la vaquita marina (*Phocoena sinus*), el cetáceo más amenazado del mundo (D'Agrosa *et al.*, 2000). El *bycatch* de esta especie ocurre en redes agalleras. Este arte es ligeramente similar al arte de trasmallo que se utiliza más habitualmente en nuestras costas. El nombre de este tipo de red viene derivado de la forma en que queda atrapado el pez, los peces usualmente son atrapados por las agallas (Bjorndal, 2018). Cuando se cala la red, queda formando una pared de una única malla donde quedan atrapados los peces y, por consiguiente, las vaquitas. En otras ocasiones podemos hablar de simbiosis. Así, por ejemplo, en las Islas de Moreton, en Queensland (Australia) la interacción entre delfín mular (*Tursiops truncatus*) y pescadores es positiva para ambos, por facilitar los delfines la pesca a los pescadores

al mismo tiempo que se alimentan ellos (Corkeron *et al.*, 1990). Fue en el año 1788 cuando se registran las primeras observaciones acerca de un comportamiento cooperativo entre delfines mulares y algunas tribus aborígenes en Moreton (Green y Corkeron, 1991).

En cambio, a lo largo de toda la costa del levante español, la interacción más frecuente que se intuye, y que ha sido propulsora de este trabajo, consiste en que, según observaciones de pescadores profesionales, las especies de delfínidos que se pueden encontrar en esta zona aprovechan que el pescado ha quedado atrapado en el trasmallo para alimentarse directamente de la red, provocando la rotura de las redes y ocasionando fuertes pérdidas económicas. Aunque se han registrado interacciones a lo largo de toda la costa levantina, ha sido la zona de Gandía la que reportaba más cantidad de interacciones y daños en sus materiales de pesca. Según manifiestan los profesionales del sector, estas interacciones suponen para ellos pérdidas económicas por deterioro del material de pesca, descenso de capturas y costes de reparación, así como tiempo perdido por material no operativo. No obstante, no se ha comprobado que efectivamente esos daños se deban a interacciones con delfines ya que podrían ser debidos a otras causas (vg: enganches de las redes con rocas o con restos de basura que se encuentre en el medio, cangrejos azules (*Callinectes sapidus*), etc.).

El mismo problema de interacción con cetáceos que se describe en el sector pesquero valenciano, ha sido descrito en otras zonas del mar Mediterráneo (Bearzi G. , 2002); (Gazo *et al.* , 2008), y en algunas zonas como en las Islas Baleares se han propuesto medidas mitigadoras (Gazo *et al.*, 2008). El problema de las interacciones en el mar Mediterráneo fue registrado ya en el siglo XIX y desde entonces hasta los años 60 del siglo XX hubo campañas de exterminio de delfines (Bearzi *et al.*, 2004). Si bien hoy en día estas campañas han cesado, se ha registrado en los últimos años un incremento de los conflictos (Reeves *et al.*, 2003). Bearzi (2002) describe que los delfínidos de diferentes partes del mundo muestran un comportamiento aprendido de extracción de capturas en las redes de pesca verticales (tipo trasmallos o monofilamentos). En la zona de Valencia los pescadores describen daños en las redes y en el pescado capturado compatibles con la interacción con delfínidos que se alimentan de las capturas de los trasmallos. Sin embargo, sería necesario tener la certeza de la ocurrencia de estas interacciones.

El orden *Cetacea* se divide en dos subórdenes: *misticeti* y *odontoceti*. Los misticetos, cetáceos con barbas. Los odontocetos, cetáceos con dientes (Price *et al.*, 2005). Los cetáceos son mamíferos que viven en el agua, la mayoría de las especies de cetáceos viven en agua salada. Los misticetos se alimentan mediante un sistema de filtración de agua, por lo que su alimentación se basa en grandes cantidades de plancton, como el *krill*. Los odontocetos, en cambio, pueden tener una alimentación muy variada, incluso hablando de una misma especie, se pueden encontrar dietas de gran diversidad de especies de peces, cefalópodos, focas, leones marinos o incluso otros cetáceos. El suborden *odontoceti* además de caracterizarse por poseer dentadura, se caracterizan también por haber desarrollado un sistema de ecolocalización. Los delfínidos emiten señales en formato de pulsos, *clicks*, en una diversidad de frecuencias concreta y teniendo la capacidad de modular la cadencia de repetición de la señal según la distancia a la que se encuentre el objeto contra el que rebota el sonido o necesidades específicas según turbidez o densidad del medio a través del que se desplaza este sonido. Este *click* lo recibe de vuelta, el *eco*, obteniendo de él una imagen acústica del medio que tiene en la dirección hacia donde había lanzado su *click* inicial (Alcuri, 2017). Esta capacidad resulta muy ventajosa en ambientes con menos luz, como cuando hacen

inmersiones profundas o en ambientes donde la turbidez del agua es muy elevada. A parte de este sistema acústico, los cetáceos a nivel general también utilizan otra función acústica, silbidos. Estos silbidos son considerados como vocalizaciones o señales tonales, este otro tipo de sonido es utilizado como sistema de comunicación dentro de individuos de una misma especie. Los silbidos son de un rango de frecuencias totalmente distinto al de los *clicks*, son más bien vocalizaciones (Lara Martínez, 2016).

Con un total de 21 especies de cetáceos citadas en el Mediterráneo, en la Tabla 1 se especifican las ocho especies que existen documentadas con poblaciones residentes (Notarbartolo di Sciara, 2002).

Tabla 1. Listado de cetáceos documentados con poblaciones residentes en la demarcación levantino-balear. Fuente: (Notarbartolo di Sciara, 2002).

Suborden	Nombre común	Nombre científico
Odontoceto	Delfín mular	<i>Tursiops truncatus</i>
Odontoceto	Delfín listado	<i>Stenella coeruleoalba</i>
Odontoceto	Delfín común	<i>Delphinus delphis</i>
Odontoceto	Calderón común	<i>Globicephala melas</i>
Odontoceto	Calderón gris	<i>Grampus griseus</i>
Misticeto	Rorcual común	<i>Balaenoptera physalus</i>
Odontoceto	Cachalote	<i>Physeter catodon</i>
Odontoceto	Zifio de Cuvier	<i>Ziphius cavirostris</i>

Hoy en día todas las especies citadas en la Tabla 1 se encuentran afectadas por la actividad humana, ya sea por contaminación acústica, la baja calidad del agua a raíz de la creciente urbanización de la costa, el aumento del tráfico marino o las pesquerías (Gomez de Segura *et al.*, 2004). Según Gómez de Segura *et al.* (2004), el delfín mular (*Tursiops truncatus*), el cual presenta varias poblaciones residentes en aguas valencianas, es la especie más afectada y amenazada en la zona. El delfín mular en consideración como una subpoblación mediterránea, presente en la lista roja (*Red list*) de la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), está catalogado como especie vulnerable (VU) (Bearzi *et al.*, 2012). Tras las campañas de exterminio de ejemplares de esta especie, se estima que en las últimas décadas esta subpoblación ha experimentado una considerable regresión, aunque la escasez de datos no permite afirmar estas deducciones (Gomez de Segura *et al.*, 2004). En el Catálogo Español de Especies Amenazadas se encuentra en estado Vulnerable también. En la Directiva Hábitats (Directiva 92/43/CEE) aparece en el *Anexo II: Especies animales y vegetales de interés comunitario para cuya conservación es necesario designar zonas especiales de conservación* y en el *Anexo IV*.

El área de pesca artesanal que abarcan los pescadores de la Cofradía de Pescadores de Gandía se encuentra entre las 15 y 25 millas náuticas del Corredor de migración de cetáceos del Mediterráneo. Esta área marina protegida fue declarada el pasado 30 de junio de 2018 se publicó en el Boletín Oficial del Estado el *Real Decreto c, de 29 de junio, por el que se declara Área Marina Protegida el Corredor de migración de cetáceos del Mediterráneo, se aprueba un régimen de protección preventiva y se propone su inclusión en la Lista de Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo (Lista ZEPIM) en el marco del Convenio de Barcelona*. Es por tanto factible que la presencia de cetáceos en esta área costera de Gandía pueda resultar regular y frecuente. Los cetáceos son animales que tienen una gran capacidad de desplazamiento, por lo que pueden estar alimentándose en cualquiera de los espacios en los que se realizan actividades pesqueras. El estudio que dio lugar al RD 699/2018 incidía en la necesidad de proteger la zona delimitada (Figura 1) por concentrar gran diversidad de especies de cetáceos y por el ser de especial relevancia como zona de

paso migratorio de estas especies hacia sus áreas de cría y alimentación en el norte del Mediterráneo. Supone este hecho otra razón por la que resulta interesante la realización del análisis de interacciones en la delimitación de pesca artesanal de Gandía.

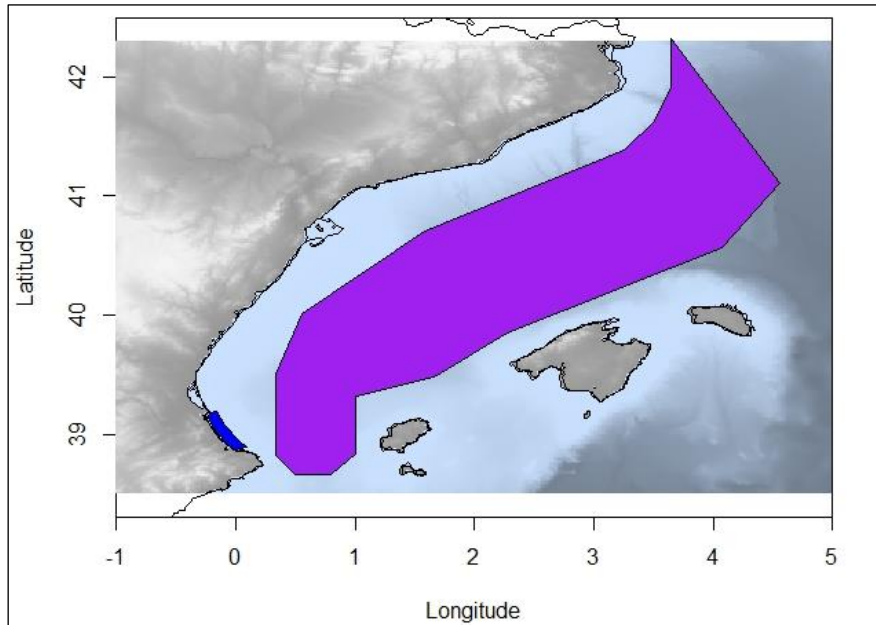


Figura 1. Representación espacial del declarado Corredor de migración de cetáceos del Mediterráneo, junto al área utilizada por los pescadores artesanales dedicados al trasmallo. Fuente área corredor: RD 699/2018.

A lo largo del presente estudio se pretende realizar un análisis de las interacciones entre cetáceos y la pesca artesanal, en especial con el trasmallo. En el área delimitada para la pesca artesanal de la Cofradía de Pescadores de Gandía (CPG), poder identificar y confirmar la presencia de especies y cuantificar los daños producidos en los materiales de pesca.

2. Objetivos

El objetivo de este trabajo es la realización de un análisis de la problemática descrita por un sector de la pesca artesanal de las costas valencianas, los trasmalleros. Problema descrito como interacción entre pesca y cetáceos. Para ello se han marcado los siguientes objetivos:

- a) Censo poblacional de las especies de cetáceos presentes en la zona de pesca artesanal.
- b) Valoración económica de los costes que supone para los pescadores dedicados al arte del trasmallo la interacción de algunas especies de cetáceos con su material de trabajo.
- c) Determinar, de entre las especies de delfines que afectan a la pesca, cuáles son locales y cuáles solamente se desplazan con el objetivo de alimentarse.

3. Materiales y métodos

3.1. Área de estudio

El área de estudio comprende el área que abarcan los pescadores de artes menores pertenecientes a la Cofradía de Pescadores de Gandía. Al norte delimita con Cullera y en el sur delimita con la Platja de Santa Ana, un poco más al sur de la población de Oliva. Adentrándose, los pescadores artesanales no se alejan más allá de las 5 millas náuticas de la línea de costa, con aproximadamente 40 metros de profundidad. En la Figura 2 viene representada esta delimitación.

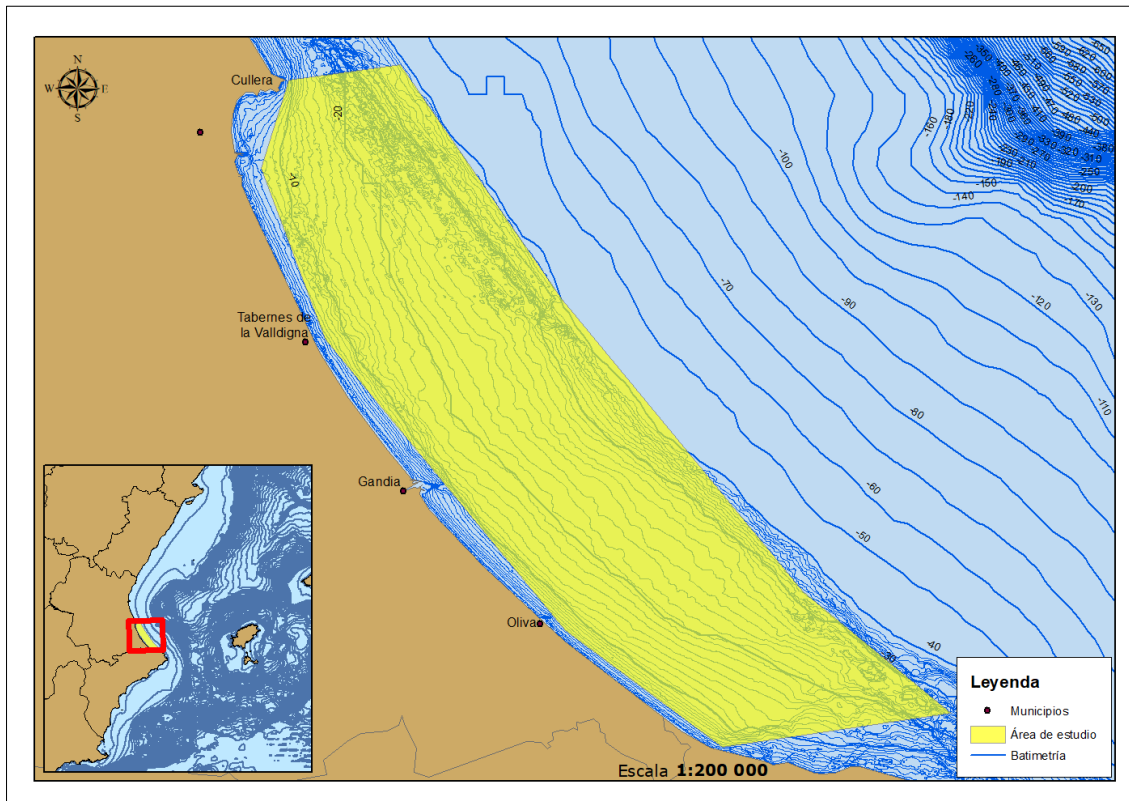


Figura 2. Representación geográfica del área de estudio: zona de pesca de los pescadores de artes menores de la Cofradía de Pescadores de Gandía.

Es necesario, para poder entender más adelante algunas de las distribuciones de avistamientos por especies en la zona en la que se desarrolla este trabajo, definir a groso modo la estructura de la plataforma continental y topografía submarina de la costa valenciana. Como se puede observar en la Figura 3, la plataforma es mucho más ancha en la zona central, desde el Delta del Ebro hasta la Fosa de Valencia. La plataforma se extiende en esta zona superior hasta unas 30 millas náuticas desde la costa. Una vez termina la plataforma, comienza el talud continental, el cual presenta una pronunciada pendiente. Al sur de este primer tramo de plataforma, a 27 millas náuticas de la costa castellanense, emerge el archipiélago de Columbretes, formado por cuatro islotes y varios escollos y bajos (Gomez de Segura *et al.*, 2004). El archipiélago de Columbretes es un espacio protegido al amparo de la *Ley 4/1989, del 27 de marzo, de Conservación de Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres* y la Generalitat Valenciana, el 7 de junio de 1994, aprueba definitivamente el Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural de la Islas Columbretes. Este archipiélago presenta un hábitat idóneo para numerosas especies entre las que se encuentran los cetáceos del mediterráneo, por lo que dispone de una amplia biodiversidad marina y riqueza ecológica (Barchi *et al.*,

1998). Más al sur, frente a la ciudad de Valencia la plataforma se estrecha, llegando a extenderse entre 5 y 10 millas de la línea de costa. Seguido a la plataforma, aunque de una forma menos pronunciada que en la zona de la provincia de Castellón, cae el talud continental. El gradiente de profundidad, sumado a los aportes de los ríos Turia y Júcar, hacen de esta área una zona rica en nutrientes. Hasta este punto, los fondos marinos de la costa valenciana se caracterizan por una zona bentónica arenosa detrítica. A partir de aquí, la plataforma empieza a estrecharse hasta el Cabo de la Nao, cambiando su morfología y volviéndose de perfiles rocosos, intercalando acantilados con pequeñas calas. Entre el Cabo de la Nao y la costa oeste de Ibiza se forma un estrechamiento, no superando los 800 metros de profundidad, llamado Canal de Ibiza. En este canal, debido a sus características, provoca una concentración de especies, tanto de cetáceos como de tortugas. Una vez superado el Canal de Ibiza al sur, la plataforma vuelve a ensancharse, llegando a extenderse de nuevo entre 5 y 10 millas náuticas de la línea de costa (Gomez de Segura *et al.*, 2004). Se mantiene en este caso la morfología rocosa intercalando fondos arenosos. En esta zona sur de la costa valenciana se puede encontrar una extensión más frecuente de praderas de fanerógamas, que suponen unos buenos indicadores del estado ecológico.

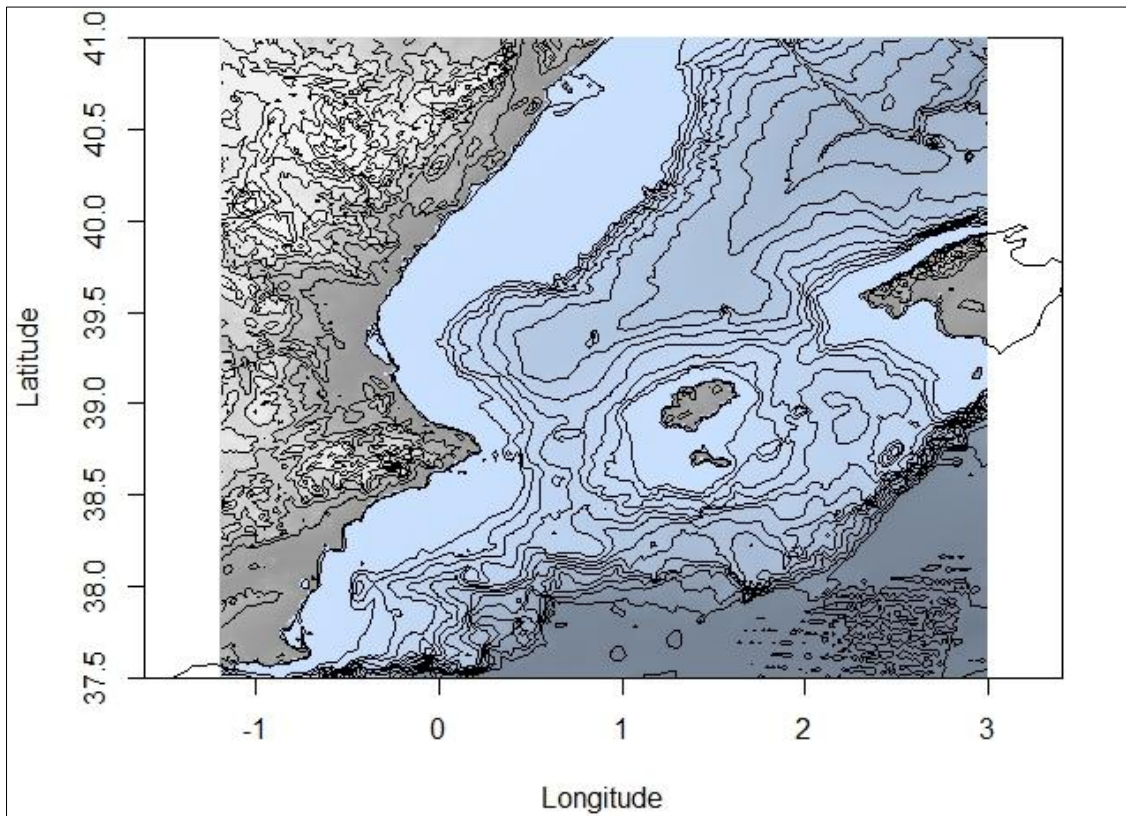


Figura 3. Delimitación de la plataforma continental y talud.

3.1.1. Especies de cetáceos objetivo de estudio

Son 8 las especies de cetáceos que se pueden encontrar en el mar Mediterráneo, entre todas ellas, estas son las dos que podrían dar lugar a las interacciones con los pescadores: delfín mular (*Tursiops truncatus*) y delfín listado (*Stenella coeruleoalba*). El delfín común, *Delphinus delphis*, queda descartado por no encontrarse presente en esta área de forma frecuente, según resultados de censos aéreos y avistamientos oportunistas de la documentación consultada (Raga y Pantoja, 2004). El rorcual común, *Balaenoptera physalus*, quedaría descartado por ser del suborden *misticeti* y no tener

una alimentación a base de pescado. El calderón común, calderón gris, cachalote y zifio de Cuvier quedan también descartados por no haber documentado ninguna evidencia de su presencia dentro de la plataforma, todos los avistamientos registrados quedan más allá del talud continental (Raga y Pantoja, 2004). Aunque son especies que se pueden desplazar con mucha facilidad y recorrer muchas millas en busca de alimento, no se debería descartar, de entrada, ninguna de ellas de entre las pertenecientes al suborden *odontoceti*. Más adelante se podrán observar las distintas distribuciones de las especies a partir del análisis espacial de los datos.

Stenella coeruleoalba: el delfín listado, es el cetáceo más abundante en el Mar Mediterráneo y se distribuye frecuentemente tanto en la cuenca oriental como en la occidental. Normalmente se encuentra alejada de la costa, en zonas donde hay una pendiente pronunciada y mayor profundidad, como en el talud continental. El tamaño de grupo es muy variable, puede oscilar entre 1 y 500 individuos (Raga y Pantoja, 2004). En el Mediterráneo occidental su alimentación varía entre cefalópodos o peces pelágicos (Blanco *et al.*, 1995). Su tamaño puede variar entre 1.8 y 2.5 metros y entre 90-150 kg de peso. Se caracteriza por unas listas de color gris claro o blanco que van desde el hocico hasta la aleta dorsal. El vientre es blanco. Suele presentar actividad en superficie (Carwardine, 1995). En la Figura 4 se puede ver un ejemplar de *S. coeruleoalba* saliendo del agua, se aprecian claramente las líneas que empiezan en el ojo hacia la parte ventral.



Figura 4. *Stenella coeruleoalba* saliendo del agua. Foto: Cetáceos y Navegación (2018)

Tursiops truncatus: el delfín mular, de tamaño muy superior al delfín listado, puede variar entre 1.9 y 3.9 metros y entre 150-650 kg de peso. Presenta una coloración relativamente uniforme variando tonos grises generalmente oscuros y presentando un vientre más claro. Cuerpo y cabeza robustos (Carwardine, 1995). Esta especie puede encontrarse por todo el mundo y tiene una distribución mayoritariamente costera, fácil de encontrar en plataforma continental, asociados a sistemas insulares, áreas de bajíos, estuarios o cerca del litoral. En el Mediterráneo presenta hábitos costeros y raramente

se ha visto en aguas muy profundas. El tamaño de grupo puede oscilar de 1 a 25 individuos. Su dieta es variada y puede estar alimentándose de cefalópodos y de peces pelágicos y bentónicos, según disponibilidad (Raga y Pantoja, 2004). En la Figura 5 se puede ver un grupo de *T. truncatus* en navegación, su coloración es mucho más uniforme que en el caso de *S. coeruleoalba*.



Figura 5. *Tursiops truncatus* navegando en grupo. Foto: Cetáceos y Navegación (2018).

3.1.2. Actividad económica

Los trasmallos son un conjunto de tres paños de malla – un paño central de malla pequeña y dos paños laterales de malla grande. Cuando el pez entra en contacto con la red, empuja la red de luz de malla más pequeña a través de una de las mallas adyacentes más grande, quedando de esta forma “enmallado”. Normalmente los trasmallos quedan tocando el fondo, ya que el cabo que une la parte inferior del enmalle va plomado, mientras que el cabo que une la parte superior lleva unos pequeños flotadores que permiten que la red quede formando una pared (Bjordal, 2018). En la Figura 6 se detalla la estructura y forma de trabajo de un trasmallo.

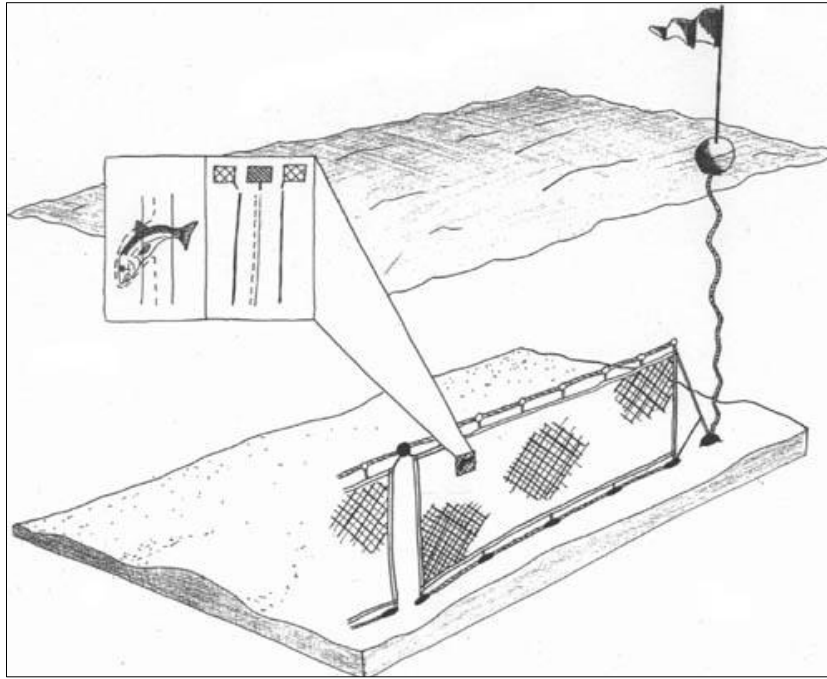


Figura 6. Principio de captura y constitución de los trasmallos. Fuente: (Bjoldal, 2018).

Los pescadores artesanales del puerto de Gandía que faenan con trasmallos calan las redes entre los primeros metros de separación de la línea de costa y no mucho más allá de las 5 millas náuticas de la misma. Los trasmallos son extendidos en una orientación paralela a la línea de costa. La profundidad a la que se calan puede variar de los 3 metros hasta unos 40 metros, profundidad que se encuentra a la distancia de 5 mn. Frecuentemente se realiza el calado de las redes a muy poca profundidad por tener como objetivo o *target* algunos peces bentónicos. Con los trasmallos se captura gran variedad de peces demersales como: *Sparus aurata*, *Raja clavata*, *Dicentrarchus labrax*, *Mullus barbatus*, especies de *Soleidae*, *Pagellus eryrhinus* o *Lithognathus mormyrus*, incluyendo también cefalópodos como la *Sepia officinalis* o, con menos frecuencia *Octopus vulgaris*.

El horario en que estas redes están faenando abarcaría desde el mediodía hasta primera hora (7:00 u 8:00h) de la mañana del día siguiente, con lo que suman unas 17 o 18 horas de trabajo diario de la red. La línea completa de red que utiliza una embarcación está dividida por *montones* (tramos), y cada *montón* está formado por una cantidad de paños. Cada embarcación forma los *montones* con la cantidad de paños que le resulta más cómodo. Puede haber embarcaciones con *montones* de 5 paños mientras que otras embarcaciones llevarán 10. Por lo general cada embarcación llega a llevar 4000 metros de red. En la Figura 7 se ve una pescadora separando el pescado de la red después de haber ido a *chorrar*, al fondo de la imagen se aprecia uno de los *montones*. Las dimensiones de uno de los paños que utilizan en la CPG son generalmente de 50 metros de largo por 1.5 metros de alto. En la realidad, puesto que las redes no quedan tensas, las dimensiones reales de trabajo son 45x1,2metros aproximadamente.



Figura 7. Pescadora separando el pescado del trasmallo. Al fondo, uno de los montones. Foto: Blanca Feliu Tena.

3.2. Métodos para la obtención de datos

3.2.1. Banco de datos de biodiversidad

Una de las fuentes de datos que ha resultado de gran importancia para el desarrollo de este trabajo han sido los datos procedentes de la base de datos del Banco de Datos de Biodiversidad de la Generalitat Valenciana (BDB, 2018). Los datos de esta de esta fuente son públicos y reúnen todos los datos procedentes de censos realizados por la Generalitat Valenciana y otros datos oportunistas procedentes de todos aquellos que lo compartan. De todos los avistamientos de cetáceos que formaban parte inicialmente de esta base de datos se han conseguido un total de 207 válidos, pertenecientes al periodo 2011-2017. En la Tabla 2 y Tabla 3 se resumen estos 207 datos por especie y año, dado que la mayoría de los avistamientos que componen esta serie de datos son de procedencia oportunista, no resulta representativo tomar estos valores como referencias de tamaño de población, pero servirán para poder relacionar, más adelante en este trabajo, la presencia de cetáceos con posibles interacciones.

Tabla 2. Número de av. Por año y especie del Banco de Datos de Biodiversidad. Fuente: (BDB, 2018).

Año	Especie	n avistamientos
2011	<i>Tursiops truncatus</i>	9
	<i>Stenella coeruleoalba</i>	39
	<i>Delphinus delphis</i>	0
	<i>Globicephala melas</i>	1
	<i>Grampus griseus</i>	10
	<i>Balaenoptera physalus</i>	6
	<i>Physeter catodon</i>	0
	<i>Ziphius cavirostris</i>	0

Tabla 3. Numero de av. Por año y especie del Banco de Datos de Biodiversidad. Fuente: (BDB, 2018). (Continuación)

Año	Especie	n avistamientos
2012	<i>Tursiops truncatus</i>	3
	<i>Stenella coeruleoalba</i>	6
	<i>Delphinus delphis</i>	0
	<i>Globicephala melas</i>	0
	<i>Grampus griseus</i>	1
	<i>Balaenoptera physalus</i>	2
	<i>Physeter catodon</i>	0
	<i>Ziphius cavirostris</i>	0
2013	<i>Tursiops truncatus</i>	0
	<i>Stenella coeruleoalba</i>	0
	<i>Delphinus delphis</i>	0
	<i>Globicephala melas</i>	0
	<i>Grampus griseus</i>	0
	<i>Balaenoptera physalus</i>	2
	<i>Physeter catodon</i>	0
	<i>Ziphius cavirostris</i>	0
2014	<i>Tursiops truncatus</i>	12
	<i>Stenella coeruleoalba</i>	0
	<i>Delphinus delphis</i>	0
	<i>Globicephala melas</i>	0
	<i>Grampus griseus</i>	0
	<i>Balaenoptera physalus</i>	5
	<i>Physeter catodon</i>	0
	<i>Ziphius cavirostris</i>	0
2015	<i>Tursiops truncatus</i>	27
	<i>Stenella coeruleoalba</i>	1
	<i>Delphinus delphis</i>	0
	<i>Globicephala melas</i>	1
	<i>Grampus griseus</i>	0
	<i>Balaenoptera physalus</i>	3
	<i>Physeter catodon</i>	0
	<i>Ziphius cavirostris</i>	0
2016	<i>Tursiops truncatus</i>	25
	<i>Stenella coeruleoalba</i>	6
	<i>Delphinus delphis</i>	0
	<i>Globicephala melas</i>	0
	<i>Grampus griseus</i>	0
	<i>Balaenoptera physalus</i>	27
	<i>Physeter catodon</i>	0
	<i>Ziphius cavirostris</i>	0
2017	<i>Tursiops truncatus</i>	18
	<i>Stenella coeruleoalba</i>	0
	<i>Delphinus delphis</i>	0
	<i>Globicephala melas</i>	0
	<i>Grampus griseus</i>	0
	<i>Balaenoptera physalus</i>	3
	<i>Physeter catodon</i>	1
	<i>Ziphius cavirostris</i>	0

3.2.2. Avistamientos oportunistas

La relación directa con los pescadores es clave para la obtención de datos oportunistas. Son ellos quienes más tiempo pasan en el mar y quienes más información tienen sobre incidentes o sucesos relevantes. Se han llegado a reunir numerosos datos procedentes de avistamientos oportunistas, esto ha sido posible gracias a la creación de un grupo en

la *app* de *Whatsapp*. Este grupo, llamado “Embarcación colaboradora”, está formado por numerosos pescadores profesionales de toda la costa valenciana y fue creado a partir del departamento responsable de protección marina de la Conselleria de Medio Ambiente. Este grupo fue creado inicialmente como parte de un proyecto referente a la captura incidental de tortugas, pero actualmente ha tomado también una dinámica en que se comparte información sobre avistamientos, con coordenadas y documentación gráfica, lo cual es de gran utilidad para poder llevar un registro de las zonas de pesca dentro de aguas valencianas y también cuando reportan interacciones con sus artes pesqueras. Los datos reportados en este grupo de forma continua se van sumando a una base de datos para su posterior análisis. En la Tabla 4 se resumen los datos pertenecientes a 2018, año en que se han reportado más avistamientos. Puesto que los integrantes del grupo son pescadores y no necesariamente tienen por qué saber diferenciar una especie de cetáceo de otra, en ocasiones, si la información del avistamiento no viene acompañada de archivos de vídeo o fotos, la especie queda como indeterminada, aunque conociendo que sí es un delfín.

Tabla 4. Resumen de datos obtenidos del Banco de Datos de Biodiversidad. Fuente: “Embarcación colaboradora”.

Especie	n avistamientos
<i>Tursiops truncatus</i>	6
<i>Stenella coeruleoalba</i>	2
<i>Balaenoptera physalus</i>	1
indeterminado (delfín)	6

3.2.3. Uso de hidrófono en las redes de pesca

Una de las metodologías clave para evidenciar la presencia de delfines en las cercanías de las redes de trasmallo es la acústica pasiva, mediante la instalación de un hidrófono en la misma red. Los sonidos son ondas complicadas por tener muchos componentes diferentes y variar muy rápidamente en el tiempo. Los resultados que se van a representar en los espectrogramas obtenidos de las grabaciones del hidrófono van a tener dos variables: el tiempo (t) y la frecuencia (v) (Gérard A., 2011). Los silbidos de los delfines han sido descritos en numerosas ocasiones a lo largo del tiempo, resulta relativamente fácil, tras haber obtenido los espectrogramas de las grabaciones procesados, diferenciar el silbido de un individuo concreto dentro de un mismo grupo, se considera la “firma” del individuo (McCowan y Reiss, 2001). Cada individuo queda identificado por el perfil que dibuja su “firma”. Las líneas completas de las redes de los pescadores miden aproximadamente 4 km. Las ecolocalizaciones, *clicks*, no son capturadas por el hidrófono a no ser que pasen y emitan el *click* muy cercanos a él ya que tienen una frecuencia muy elevada, estos *clicks* son utilizados fundamentalmente para ecolocalizar, pero en ocasiones lo utilizan también para comunicarse. Los silbidos, o vocalizaciones, tienen una baja frecuencia por lo que pueden ser percibidos por el hidrófono aunque no estén extremadamente cerca de él y simplemente estén desplazándose por las proximidades, ya sea a lo largo de la red como a cierta distancia de ella (Fundació Oceanogràfic, 2017).

Durante un periodo aproximado de dos meses (de agosto a octubre de 2017), se estuvo instalando durante las horas en que el enmalle quedaba calado un hidrófono capaz de registrar silbidos de delfines, cuya finalidad era registrar presencia de delfines. Paralelamente a la instalación diaria de este hidrófono, los pescadores reportaban si habían tenido interacciones o no. De este modo se pudo obtener una relación de datos en que se puede relacionar el registro de silbidos en las cercanías del punto de calado con daños ocasionados en el material de pesca. La revisión y análisis de las grabaciones

fue realizada con el software *Raven Pro 1.5 (Cornell University)* por personal especialista en acústica submarina de la *Fundació Oceanogràfic (2017)*.

3.2.4. Censo aéreo

Para corroborar que las interacciones mencionadas por los pescadores puedan ser con delfines y evaluar la población de estas especies, es necesario realizar una exploración del área de estudio para poder evidenciar la presencia de estas poblaciones. Para ello, tras la valoración y comparación de costes de los recursos disponibles para la realización de un censo de cetáceos en el área de pesca artesanal de la CPG, se tomó la determinación de realizar censos aéreos sobre esta área. Inicialmente se programaron un total de 4 vuelos distribuidos en tres meses, según se muestra en el calendario de la Tabla 5. Finalmente, por disponibilidad de la empresa de aviación y por condiciones meteorológicas, únicamente se pudo llevar a cabo uno de los vuelos, el miércoles 9 de mayo. Este vuelo fue realizado con un avión CESSNA 172N. El avión tiene las alas en la parte superior, lo que, a pesar de no tener las ventanas en forma de burbuja, deja el espacio totalmente libre para poder hacer observaciones hacia el mar.

Tabla 5. Organización temporal para la realización de los vuelos para llevar a cabo los muestreos de los censos aéreos.

L	M	X	J	V	S	D
		A	B	R	I	L
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						
		M	A	Y	O	
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			
		J	U	N	I	O
					1	2
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

El muestreo fue diseñado con el software *Distance 7.1* aplicando la metodología de transectos lineales (Buckland *et al.*, 2001). Tras delimitar el área de estudio cuyas coordenadas se detallan en la Tabla 6, se indicaron las condiciones específicas del transecto según distancia a recorrer y distancia lateral a abarcar. La altitud a la que sobrevolar el área de muestreo fue 150 metros (500 pies) a una velocidad de 90 nudos.

Tabla 6. Relación de coordenadas geográficas que delimitan el área de pesca artesanal con trasmallo para los pescadores profesionales de la Cofradía de Pescadores de Gandía.

Vértice	Longitud	Latitud
G	-0.214250	39.185977
M	-0.161464	39.193352
B	-0.085417	39.082792
C	0.027927	38.945466
F	0.097553	38.888217
E	-0.010076	38.872323
D	-0.083756	38.927323
A	-0.196776	39.064402
L	-0.227036	39.144695

Habiendo indicado las condiciones de vuelo específicas para el muestreo, en la Tabla 7 se detallan las variables que fueron introducidas y las calculadas por el software *Distance 7.1*. Resultaron un total de 10 transectos que sumaban 85,19 km de recorrido, proporcionando una cobertura del área de un 19,5% (cobertura = (distancia total de los transectos * anchura observada a ambos lados del avión) / área de estudio total).

Tabla 7. Variables teóricas y realizadas del diseño de transecto lineal. *Distance 7.1*.

GLOBAL STRATUM:	
APPROXIMATED LINE LENGTH	90000 Meters
REALIZED LINE LENGTH	85190,617 Meters
SAMPLER LINES GENERATED	10
SAMPLER WIDTH	400 Meters
EXPECTED SAMPLER AREA COVERAGE	68152493,357 square Meters
LINE SPACING	4066,86 Meters
DESIGN AXIS ANGLE	120 degrees
REALIZED SAMPLER AREA COVERAGE	67607273,41 square Meters
STRATUM AREA	346459480,511 square Meters
PROPORTION OF STRATUM SAMPLED	0,195

En el muestreo aéreo participaron dos observadoras, a cada una le correspondía un lado del avión y anotaba en la hoja de toma de datos todas aquellas observaciones realizadas. En la hoja de toma de datos se anotaba: hora de inicio y fin del muestreo, condiciones del mar y condiciones meteorológicas, el transecto que se estaba recorriendo, la especie (si se identificaba con claridad), el tamaño del grupo, hora de la observación, ángulo tomado a partir de los 0° en la horizontal, la subdivisión con referencia en ala del avión en la que se realizaba la observación (Figura 8), comportamiento de los animales y, en el apartado de ‘observaciones’, cualquier detalle más que pudiera resultar de interés y posterior utilidad. En la Figura 8 se puede ver el detalle de las marcas que subdividen el ala, como referencia para determinar la distancia a la que se encontraba el avistamiento de la línea de transecto que se estaba recorriendo. Las subdivisiones indicaban las distancias de 100, 200, 300 y 400 metros, aunque la atención de las observadoras se centraba entre los 100 y los 200 metros.



Figura 8. Detalle del ala del avión con subdivisiones para determinar la distancia a la que se realizaban observaciones.

En la Figura 9 se representan los transectos lineales realizados sobre el área explotada por pescadores artesanales según las condiciones descritas en la Tabla 7.

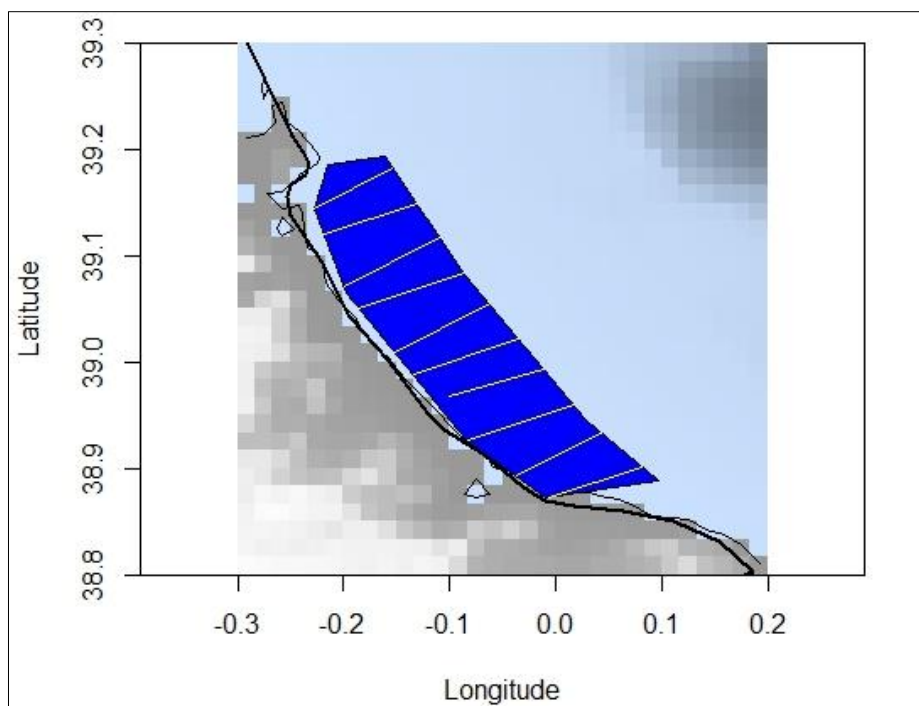


Figura 9. Representación de los transectos realizados en el muestreo aéreo de la zona de pesca artesanal.

Realizar censos aéreos aporta ciertas ventajas frente a los muestreos desde embarcación, algunas de las cuales se vieron reflejadas en la comparación de costes y esfuerzo entre embarcación y avión. De entrada, un muestreo aéreo permite cubrir mucha más superficie en mucho menos tiempo, con lo que se gana eficiencia espaciotemporal. En ocasiones, una perspectiva aérea puede aportar una mejor visión en zonas de abundante vegetación o bajo la capa superficial del agua (Buckland *et al.*, 2001). El problema recurrente que supone el constante movimiento de los animales queda también resuelto con los aviones, ya que difícilmente un animal será más rápido que la velocidad de vuelo.

Por haber podido salir a muestrear un único día, no se pueden considerar en este trabajo los resultados obtenidos en este vuelo para realizar una estima de abundancia de población.

3.2.5. Valoración de daños en las redes

La valoración del deterioro del material de pesca se ha realizado registrando los datos del día en que hubo interacción, si ha habido o no avistamiento de delfines, el tipo de capturas que han sacado o restos de las capturas que había y con una medición individual de los agujeros generados en las redes del trasmallo post-interacción. De este modo se puede obtener el porcentaje red dañada y realizar un cálculo aproximado de los costes de reparación, así como el tiempo de no utilización del material por estar deteriorado y no ser efectivo. Los parámetros utilizados para la valoración de daños han sido: metros de red agujereada frente a metros de red medidos, agujeros por paño, días de trabajo perdidos por reparar la red y edad de la red.

Los pescadores de Gandía empezaron a describir los problemas con los delfines hace 4 años, a partir de estas quejas se puso a su disposición un formulario llamado "Ficha de interacciones de cetáceo con la pesca profesional" en el que ellos pueden anotar todas las observaciones sobre el incidente sufrido. La CPG ha cedido estos partes para su análisis. De estos partes se obtienen datos sobre la esperanza de vida útil de la red,

sus estimaciones de % dañado, edad de la red en el momento del incidente y los costes (€) que ellos mismos estiman que tendrá la reparación de la red.

La CPG ha facilitado también el registro de capturas diarias en kg por embarcación de los años de los que existen datos de interacción.

La cuantificación realizada para este estudio del estado de las redes tras haber sufrido daños se ha realizado mediante la medición individual de los agujeros encontrados en cada paño. Se tenían en cuenta los agujeros a partir de cierto tamaño, de este modo quedaban descartados agujeros por cangrejos u otras causas que puedan ocasionar daños de menor magnitud. Los agujeros, según se señala en la Figura 10, se han medido longitudinalmente, de modo que los resultados que se obtienen tras el análisis se refieren al % de longitud de red no útil.



Figura 10. Agujero en red. Indicación de la dimensión en que se tomaba la media.

El valor económico de estos daños se ha calculado teniendo en cuenta la esperanza de vida de la red, las pérdidas en capturas que puede ocasionar pescar con la red rota, las pérdidas en capturas en el día en que se han ocasionado los daños y los costes económicos y temporales de reparación.

3.3. Métodos para el análisis de datos

3.3.1. Análisis espacial de datos de avistamientos e interacción

El análisis espacial de los datos de avistamientos y de las localizaciones de interacción se ha realizado mediante en lenguaje de programación R (R Core Team, 2017) y RStudio (RStudio Team, 2016). La librerías y códigos utilizados vienen detallados en el ANEXO I de este trabajo.

Los datos de avistamientos procedentes de las distintas fuentes se han tratado conjuntamente. Antes de aplicar modelos analíticos se ha realizado una primera exploración de los datos diferenciando entre las distintas especies presentes. Se ha utilizado el método de *Kernels* (Worton, 1989) a través de la función `kernelsUD` (UD: *utilization* distribution) para estimar la probabilidad de distribución (*home range*) de cada especie y de las localizaciones donde se sufren los daños. Utilizando el modelo de distribución, se considera que el uso del hábitat por los animales se puede describir por una función de densidad de dos variables, el resultado que aporta el UD es la probabilidad de densidad de las especies que se están analizando según sus coordenadas en el espacio. El *home range* deduce del UD el área mínima en que la probabilidad de encontrar al animal es igual al valor específico. Por ejemplo, el *home range* del 95% aporta la menor área en que la probabilidad de encontrar al animal es igual al 0.95 (Cermeño *et al.*, 2015).

Para el análisis espacial se han utilizado Modelos Aditivos Generalizados (GAM). Los GAM se utilizan con frecuencia cuando no se tiene una hipótesis previa sobre la forma de la relación entre la variable respuesta y la explicativa, y se prefiere que sean los mismos datos quienes aporten esta información. En este caso los GAM se han utilizado para predecir la probabilidad de presencia y pseudo-ausencia sobre un grid del área de estudio.

Las covariables que se han valorado para el ajuste del modelo han sido: batimetría, pendiente y orientación de la pendiente. La batimetría ha sido obtenida de ETOPO2 (Amante y Eakins, 2009), la pendiente y la orientación de la pendiente derivadas de esta con el paquete de R SDMMTools (VanDerWal *et al.*, 2014).

Puesto que el ajuste del modelo está basado en desviación (máximas verosimilitudes), los GAM se comparan mediante el AIC (Seoane *et al.*, 2014). En el modelo utilizado, se han determinado los grados de libertad por validación cruzada (GCV), lo que permite optimizar el grado de suavizado. A partir del valor mínimo de AIC y el % de desviación explicado se ha elegido el modelo más adecuado (Esteban *et al.*, 2014). A partir del modelo GAM se realiza una predicción de densidad de población de las dos especies de interés: *Tursiops truncatus* y *Stenella coeruleoalba*.

3.3.2. Análisis estadístico de datos de capturas

El análisis estadístico de las capturas diarias (kg/día) también se ha realizado mediante en lenguaje de programación R (R Core Team, 2017) y RStudio (RStudio Team, 2016). La librerías y códigos utilizados vienen detallados en el ANEXO I de este trabajo.

Se han comparado los datos de los días con y sin interacciones. Para ello se ha utilizado la prueba no paramétrica, la prueba de *U* de *Mann-Whitney* de comparación de dos muestras independientes, equivalente no paramétrico de la prueba *t* de *Student*. Se ha escogido una prueba no paramétrica por la gran diferencia en cantidad de valores en cada situación. Son mucho más los días en que no ha habido interacción que los que sí han tenido. Los valores que resultan de esta prueba aportan, con una confianza del 95% si las dos medias comparadas son significativamente diferentes o no. Si el valor $P > 0.05$, entonces los kg de capturas en un día en el que ha habido interacción no son significativamente diferentes de un día en que no ha habido interacción.

3.3.3. Valoración daños en redes

La valoración de los costes de reparación en dinero y tiempo se ha realizado teniendo en cuenta las medidas tomadas manualmente y la información aportada por los pescadores sobre costes de material para la reparación y horas invertidas en ello. Finalmente se obtiene un resultado de costes que supone para una embarcación anualmente el sufrir interacciones con delfines.

4. Resultados

4.1. Análisis espacial de poblaciones y partes de incidencias

En la Figura 11 se muestran las localizaciones de los avistamientos de *S. coeruleoalba* en la zona frente a Comunidad Valenciana. En la Figura 12 se ha realizado una ampliación de la zona de pesca artesanal de la CPG, superponiendo sobre ella los puntos de los avistamientos de *S. coeruleoalba* que coinciden con la Figura 11.

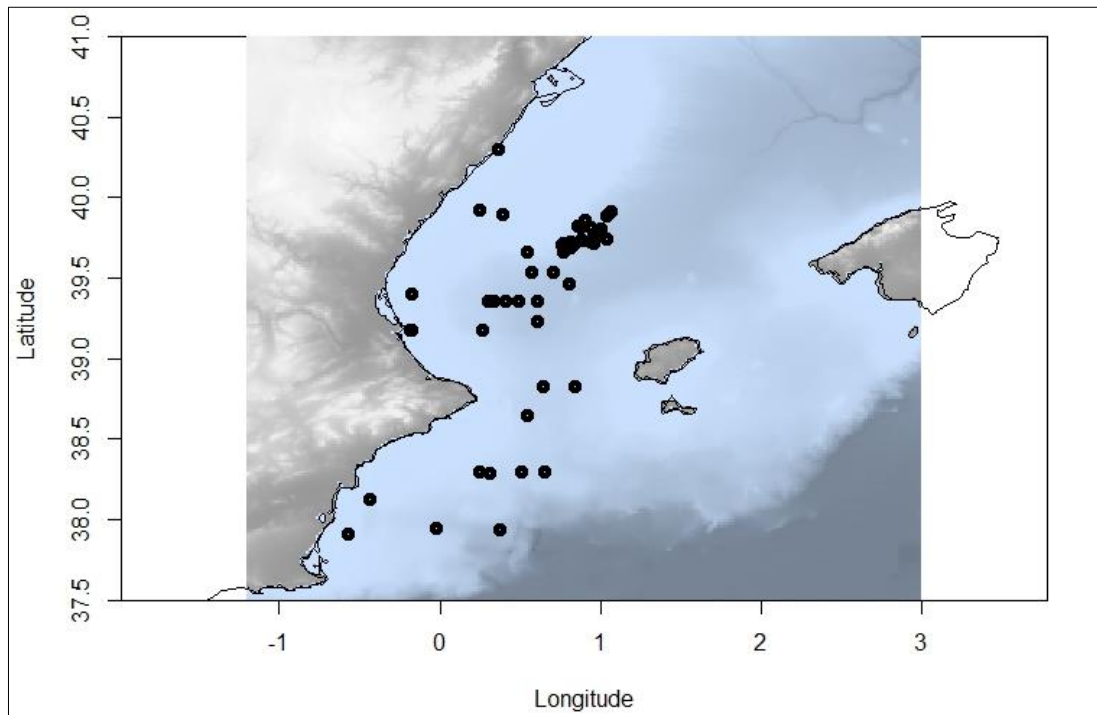


Figura 11. Distribución de avistamientos de *Stenella coeruleoalba* en las costas valencianas. Fuente: (BDB, 2018).

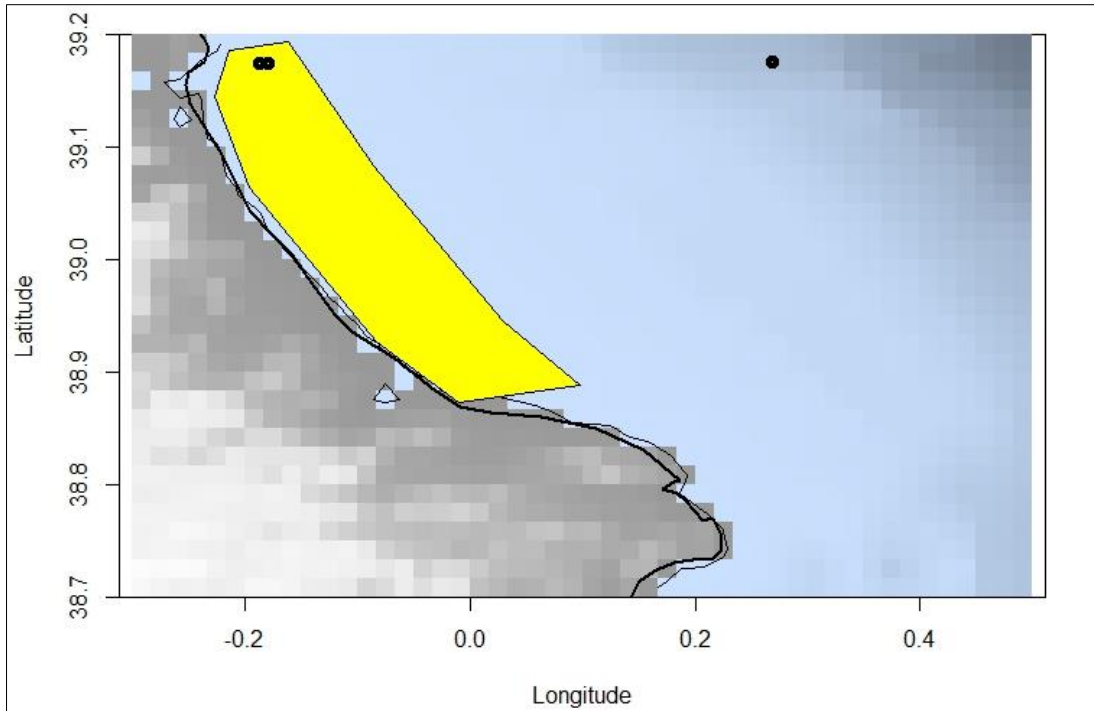


Figura 12. Avistamientos *Stenella coeruleoalba* en el área de pesca de artes menores de la Cofradía de Pescadores de Gandía. Fuente: (BDB, 2018)

La Tabla 8 reúne los resultados del modelo GAM utilizado. Estos resultados permiten elegir el mejor ajuste del modelo para hacer la representación gráfica que más información vaya a aportar sobre los datos. Las covariables que se han valorado para el ajuste del modelo han sido: batimetría, pendiente y orientación de la pendiente. En este caso se han incluido en el modelo los datos de todo el año, sin diferenciar entre temporadas o estaciones (meses del 1 al 12). El modelo que mejor se ajusta es el que únicamente considera la covariable batimetría, aportando un 54.2% de desviación descrita. Aunque no es el modelo con un % de desviación descrita mayor, la información que se podría aportar al incluir la covariable pendiente al modelo no es significativa, por lo que se considera un mejor ajuste por el valor de AIC menor.

Tabla 8. Comparación de resultados del ajuste del modelo para estimar la probabilidad de presencia de delfines listados (*Stenella coeruleoalba*) según las distintas covariables. K= 6; (GCV= coeficiente de validación cruzada); (df = cantidad de parámetros que considera); (AIC = varianza explicada).

Covariables	GCV	df	AIC	Desviación descrita (%)
s(BAT)	0.40507	5.828095	257.1096	54.2
s(BAT)+s(SLOPE)	0.40300	8.661651	260.3855	55.7
s(SLOPE)	0.55140	5.828098	270.1627	37.2
s(ASPECT)	0.85117	3.901793	304.6224	1.71

A partir de los resultados de la Tabla 8 se ha determinado que el mejor ajuste del modelo, con el que queda más suavizado el resultado es el que considera únicamente la covariable de batimetría. En la Figura 13 se representa el resultado del GAM con la covariable batimetría. Las zonas sombreadas indican la desviación con una confianza del 95%. A partir de la función que se observa en la Figura 13, la población de *S. coeruleoalba* aumenta a partir de los -350 metros hasta los -50, que es donde se encontraría la mayor concentración de población de esta especie.

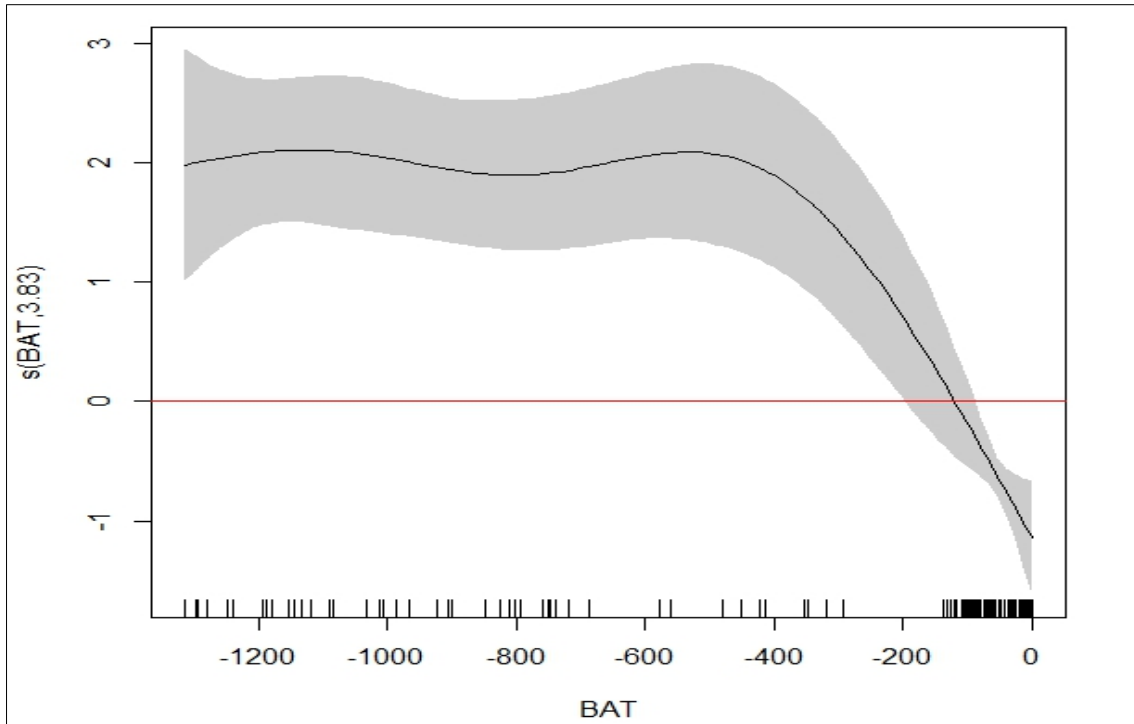


Figura 13. Representación gráfica de la función del modelo a partir de la covariable batimetría (BAT).

En la Figura 14 se han representado las localizaciones de los avistamientos de *T. truncatus* en la extensión de la Comunidad Valenciana. En la Figura 15 se ha realizado una aproximación al área de pesca artesanal de la CPG, sobre la que se han representado los puntos correspondientes a los avistamientos de *T. truncatus*.

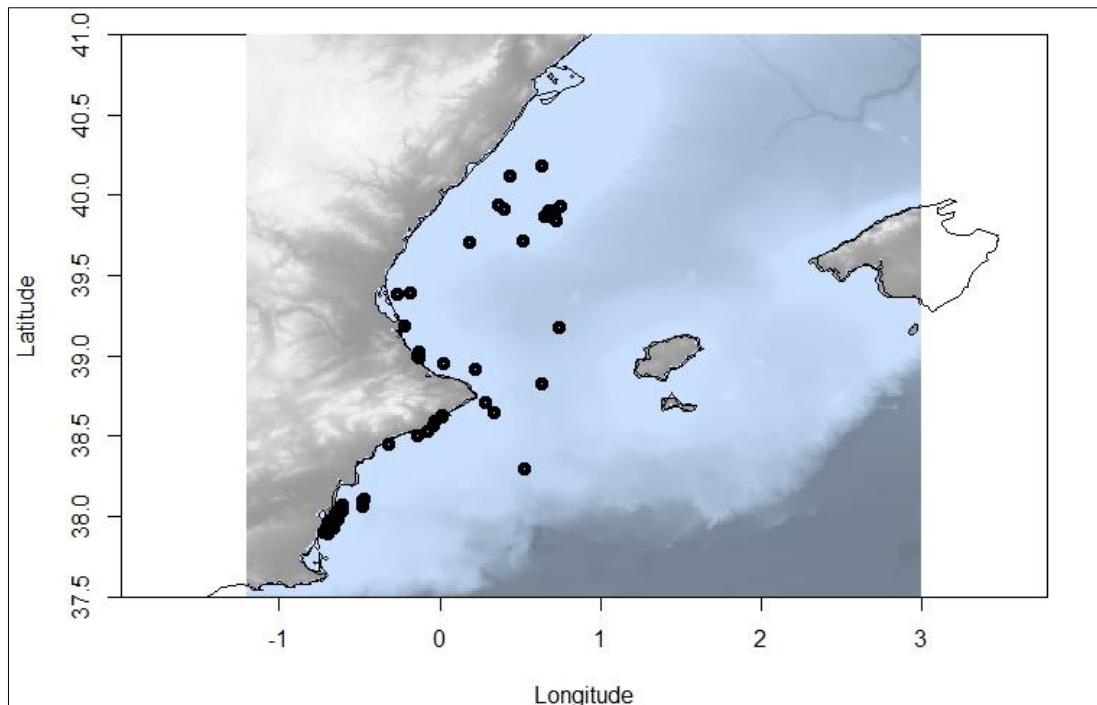


Figura 14. Distribución de avistamientos de *Tursiops truncatus* en las costas valencianas. Fuente: (BDB, 2018).

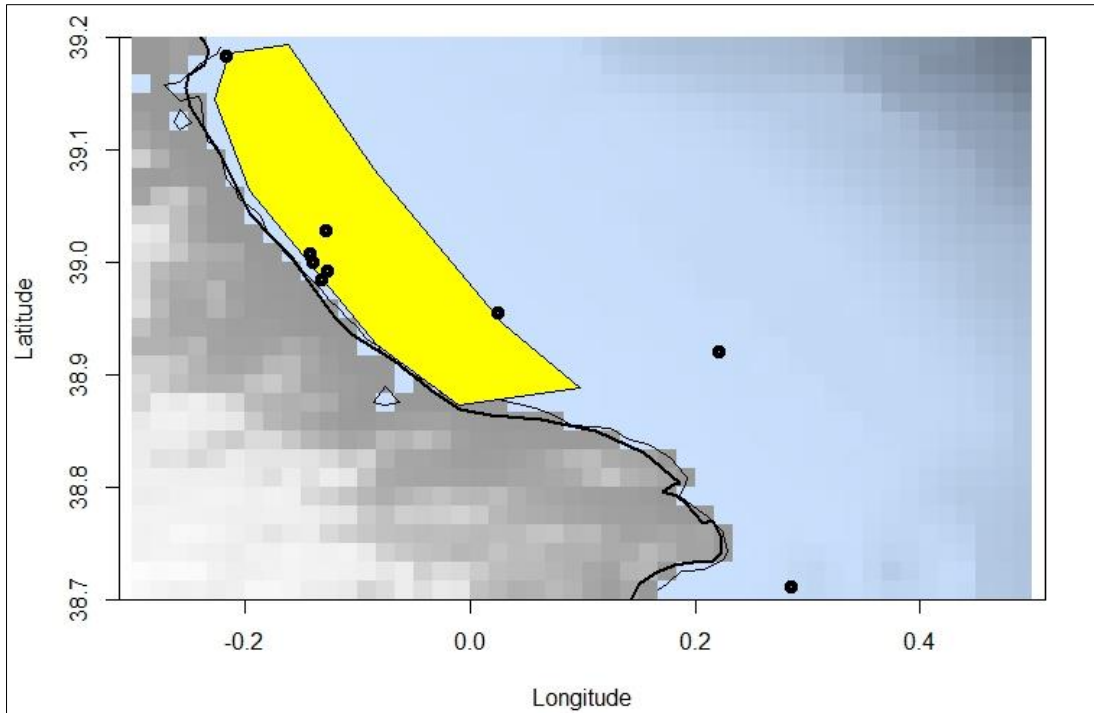


Figura 15. Avistamientos de *Tursiops truncatus* en el área de pesca de artes menores de la Cofradía de Pescadores de Gandía. Fuente: (BDB, 2018).

En la Tabla 9 se muestran los resultados del modelo GAM a partir de los cuales se ha elegido el mejor ajuste del modelo para poder representar la función que más información vaya a aportar sobre los datos. Las covariables que se han valorado para el ajuste del modelo han sido las mismas que en el análisis de delfín listado. En este caso se han incluido en el modelo únicamente los datos del periodo primavera-verano (meses del 4 al 9), ya que para el resto de los meses no se disponía de datos. La desviación descrita en este caso es muy baja, por lo que los resultados de la función resultante del modelo no caben esperar que se ajusten estrechamente con la realidad.

Tabla 9. Comparación de resultados del ajuste del modelo para estimar la probabilidad de presencia de delfines mulares (*Tursiops truncatus*) según las distintas covariables. $k = 6$; (GCV= coeficiente de validación cruzada); (df = cantidad de parámetros que considera); (AIC = varianza explicada).

Covariables	GCV	df	AIC	Desviación descrita
s(BAT)	0.60411	3.000025	138.8492	32.4
s(BAT)+s(SLOPE)	0.61705	4.000126	140.7382	33.0
s(SLOPE)	0.89350	3.481141	158.5880	1.75
s(ASPECT)	0.85399	3.825480	160.7123	6.84

En este caso el mejor ajuste del modelo por tener el menor valor de AIC ha sido el que únicamente incluye la covariable de batimetría. En la Figura 16 está representada la función del modelo con la covariable batimetría. La población de *T. truncatus* en este caso aumenta inversamente con la profundidad, de modo que se encuentra una mayor densidad de población entre los -150 y 0 metros de profundidad. Según esta función el

delfín mular tendría una distribución que no coincide con la observada en las figuras de distribución geográfica de los datos.

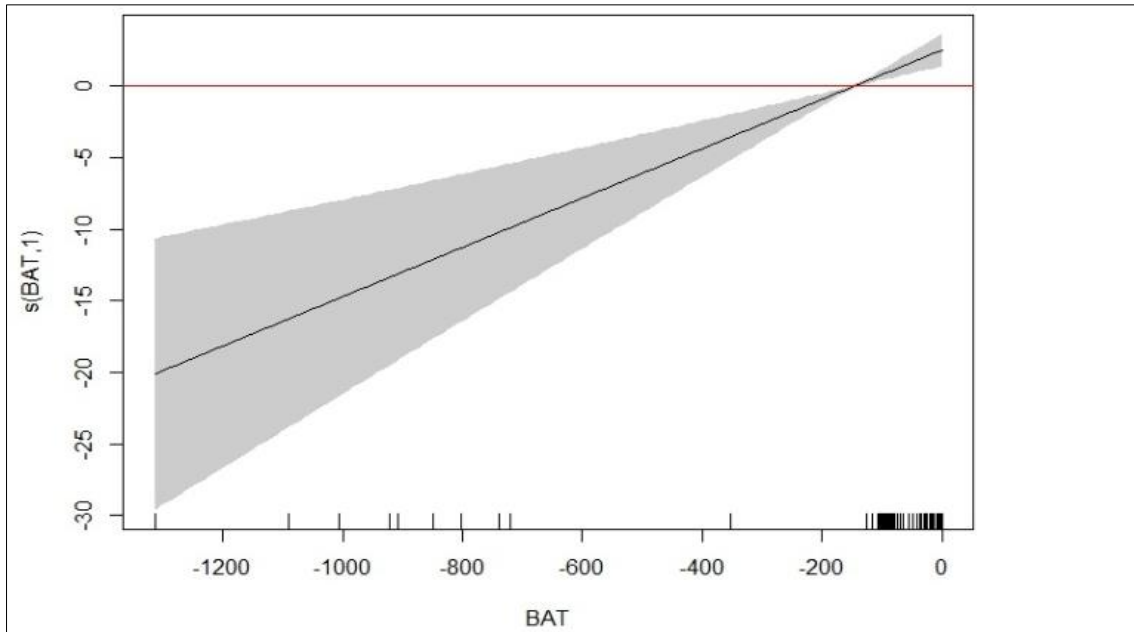


Figura 16. Representación gráfica de la función del modelo a partir de la covariable batimetría (BAT).



Figura 17. Foto de un ejemplar de *Tursiops truncatus*, a una milla náutica aproximadamente de la entrada al puerto de Gandía. Foto: Blanca Feliu Tena.

En la Figura 18 se han representado las localizaciones de los avistamientos oportunistas comunicados en “Embarcación colaboradora”. Se consideran delfínidos por no haber podido identificar la especie con seguridad. En la Figura 19 se ha realizado una ampliación de la zona de pesca artesanal de la CPG, representando sobre esta zona los puntos de los avistamientos de delfínidos. La mayoría recaen sobre esta zona, concentrándose muchos de ellos en las cercanías de la entrada del puerto de Gandía.

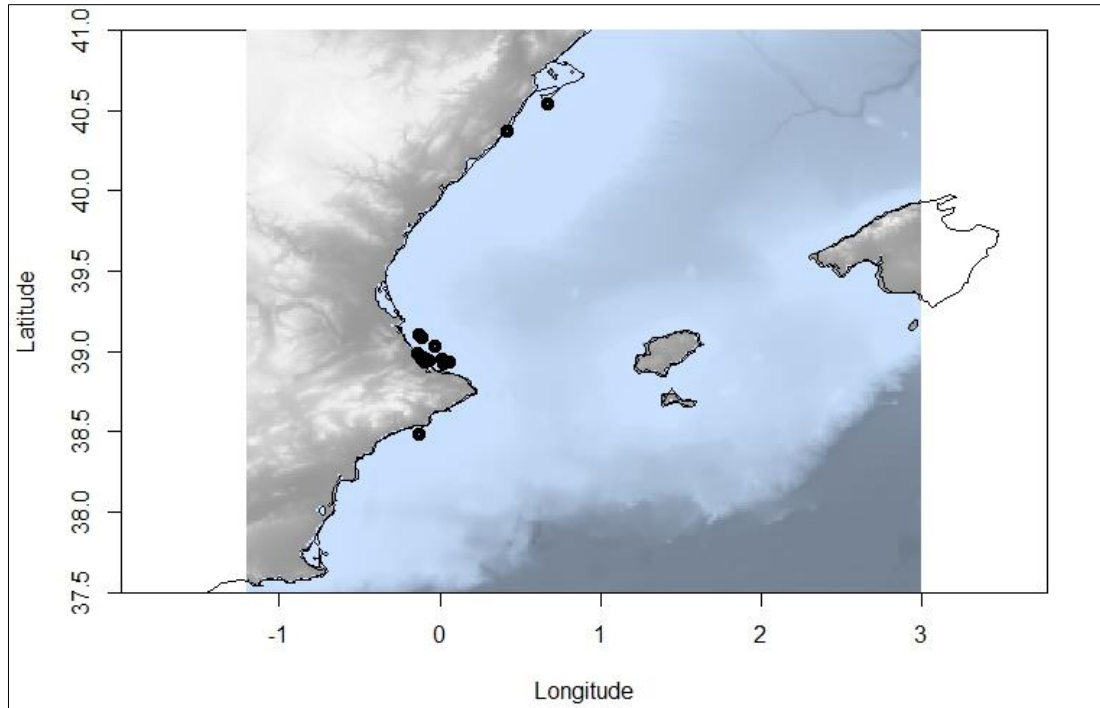


Figura 18. Distribución de avistamientos de delfínidos de especie no identificada en las costas valencianas. Fuente: "Embarcación colaboradora".

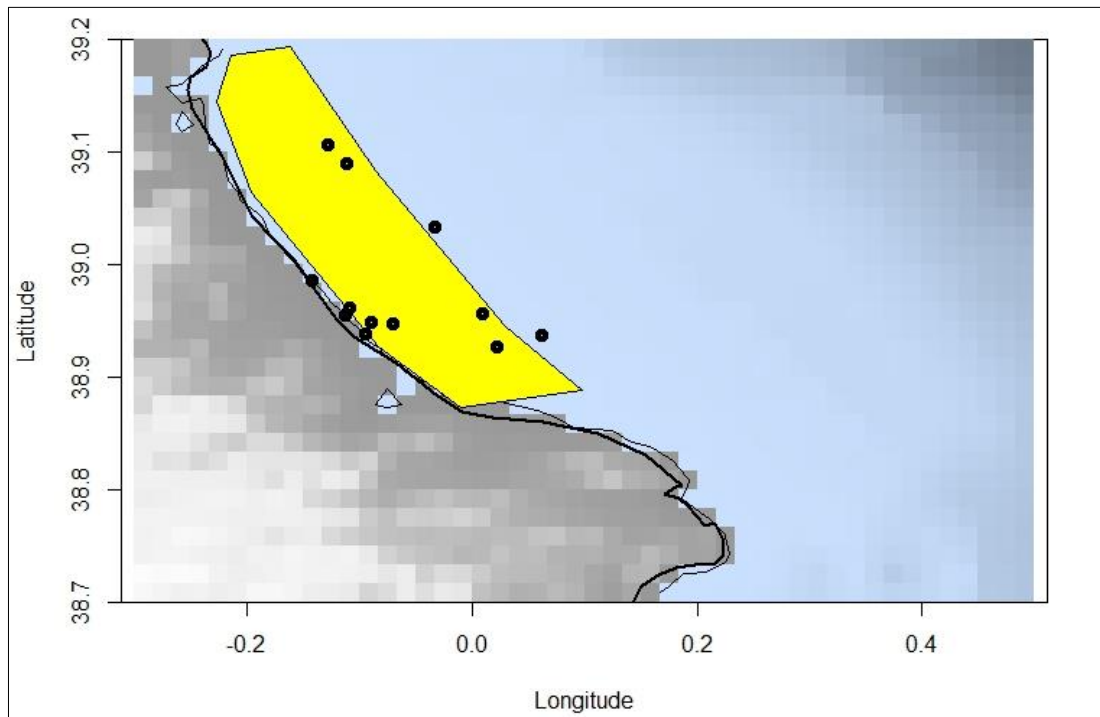


Figura 19. Avistamientos de delfínidos de especie no identificada en el área de pesca de artes menores de la CPG. Fuente: "Embarcación colaboradora".

En la Figura 20 se representa geográficamente el resultado del análisis predictivo a partir de los GAM para delfín listado. La población de esta especie sigue claramente una distribución dependiente de la batimetría y la pendiente. Existe una probabilidad entre 0 y 0.3 de encontrar ejemplares de esta especie en la plataforma continental mientras que la probabilidad de su presencia aumenta hasta 0.5 en el talud continental y hasta 0.8 y 1 con las profundidades más elevadas. Se puede ver perfectamente representado el canal de Ibiza, así como el perfil de la plataforma continental de la costa peninsular.

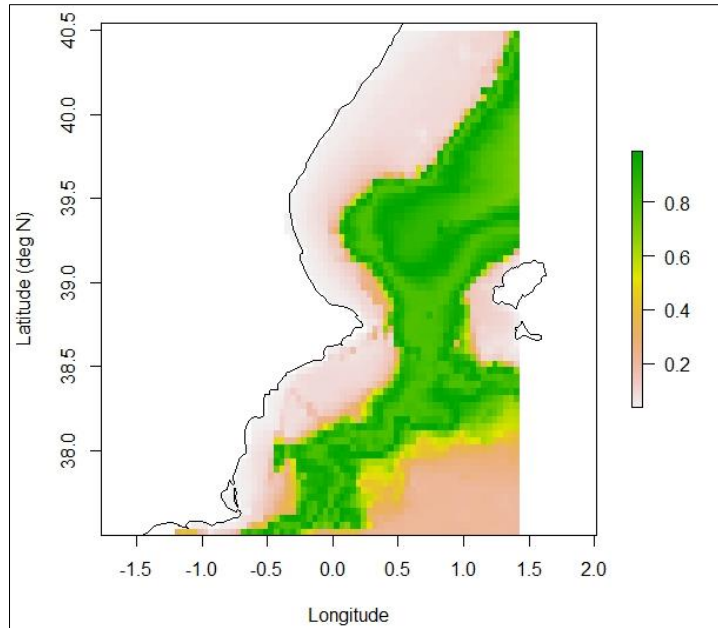


Figura 20. Predicción de presencia de delfines listados (*Stenella coeruleoalba*).

En la Figura 21 se ha representado geográficamente la predicción de la distribución de la población de delfín mular con datos obtenidos del periodo primavera-verano. Su distribución es contraria a la observada anteriormente con los datos de delfín listado. La población de delfín mular es mucho más densa en las zonas costeras, presentando una probabilidad de 0.8 en la línea más pegada a la costa y se reduce la probabilidad de su presencia con el aumento de la profundidad. Quedan en este caso muy marcados también los límites de la plataforma continental a partir de la probabilidad de presencia de esta especie.

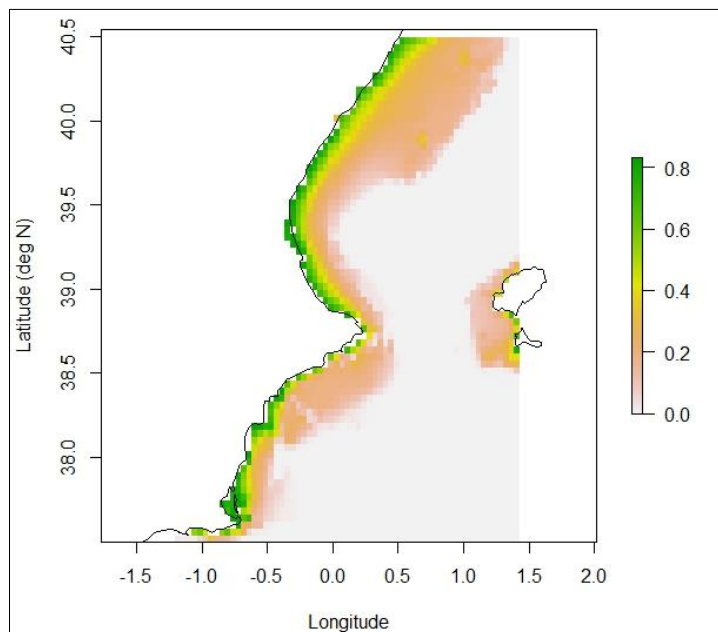


Figura 21. Predicción de presencia de delfines mulares (*Tursiops truncatus*).

En la Figura 22 se han representado las localizaciones indicadas en las “Fichas de interacción” facilitadas por la CPG. Se distribuyen en la mitad más cercana a la costa con batimetrías de menos de 20 metros de profundidad.

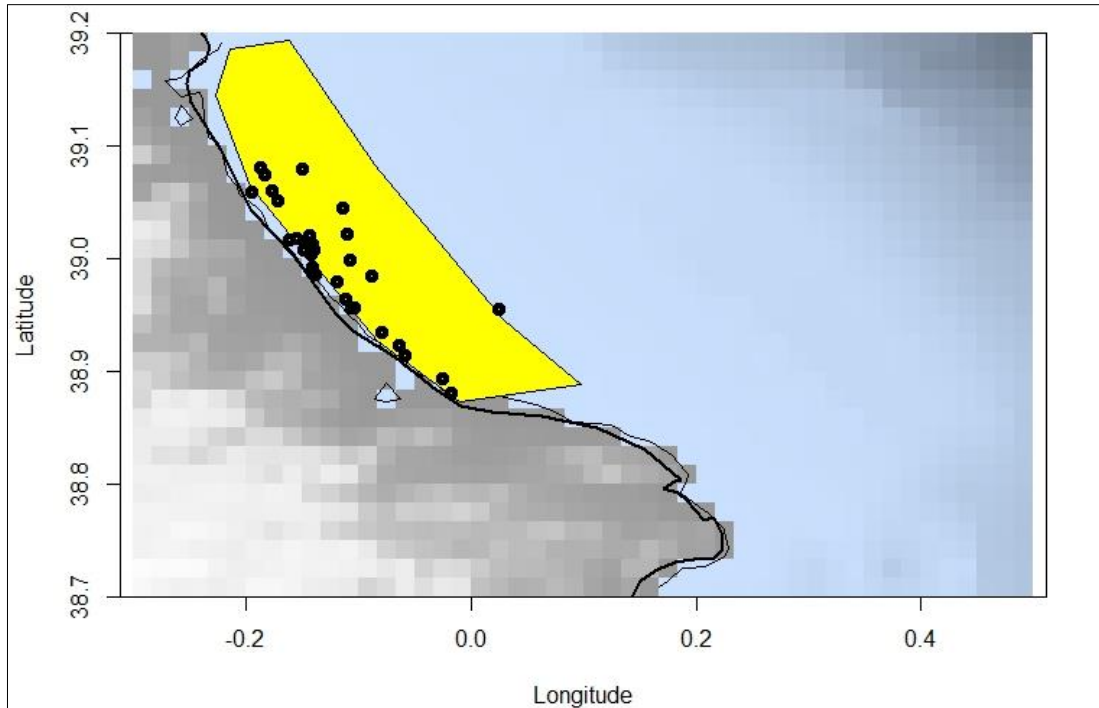


Figura 22. Localizaciones en que los pescadores han rellenado el informe de interacción con delfines en la CPG. Fuente: Base de datos de la CPG.

En la Figura 23, con los datos representados en la Figura 22 se ha realizado un análisis de la densidad de probabilidad de uso del hábitat usando *kernelUD*. Se puede ver como la probabilidad de que se manifiesten daños en las redes es mayor en la zona central del área de pesca artesanal de la CPG.

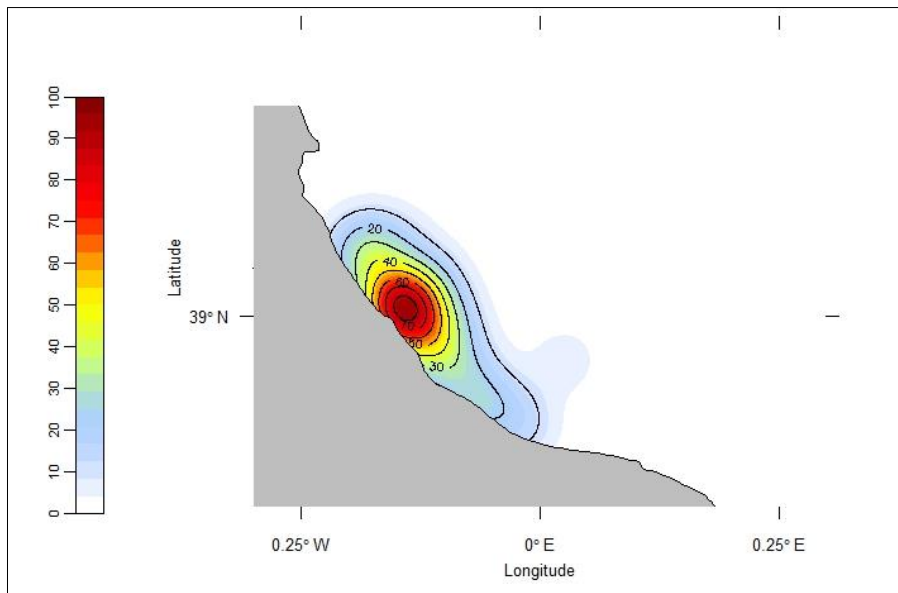


Figura 23. Home range (KernelUD con las localizaciones de las interacciones).

En la Figura 24 se ha representado la función *kernelUD*, en la que se puede observar la distribución de uso del espacio. Indica la densidad de probabilidad de uso del espacio de casa una de las especies de delfines presentes en la zona. En la parte superior y con los contornos marcados en color negro se explica la probabilidad de distribución del delfín listado. En la parte inferior, con los contornos marcados en verde, se explica la probabilidad de distribución del delfín mular. En la parte central, justo al norte del cabo de San Antonio, sin haber marcado los contornos que determinan el salto de un valor

probabilístico a otro, se representa la zona con probabilidad de distribución de interacciones de delfines con pesquerías. Puede observarse en la Figura 24 que ambas especies difieren en su probabilidad de presencia en el área de estudio en la zona de Gandía. Las interacciones se centran sobre todo en la zona central del área de trabajo de los pescadores de la CPG. La zona de distribución de delfín mular se aprecia coincidente con la zona en que los pescadores describen las interacciones con sus redes.

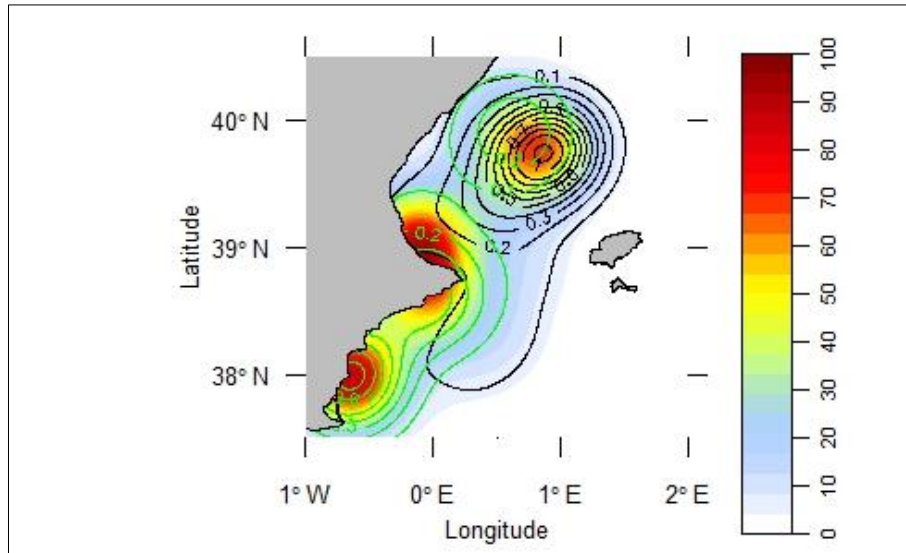


Figura 24. Home range (KernelUD para *T. truncatus*, *S. coeruleoalba* y interacciones. Contorno negro: *S. coeruleoalba*; Contorno morado: *T. truncatus*; Sin contorno: Interacciones.

4.2. Grabaciones en las cercanías de las redes

La Tabla 10 recoge las fechas en que estuvo el hidrófono operativo, señalando si en la revisión de las grabaciones se escuchaban silbidos de delfines y si los pescadores informaron de incidentes. De todas las grabaciones revisadas se han podido escuchar silbidos de delfines en tres ocasiones. Solo en una de las tres grabaciones en que se escuchaban silbidos se informó de que se habían generado agujeros en las redes. Uno de los días en que no se registraron sonidos de delfines en las grabaciones, se informó de que había habido agujeros en las redes.

Tabla 10. Recopilación datos acústicos analizados. Fuente: (Fundació Oceanogràfic, 2017).

Fecha	Identificación de delfines	INCIDENTES*	Profundidad (m)
02/09/2017	No	No	-
09/09/2017	No	No	-
22/09/2017	No	Si	10.06
04/10/2017	Sí	Si	3.66
16/10/2017	Sí	No	12.80
17/10/2017	Sí	No	12.44
18/10/2017	No	No	5.49
19/10/2017	No	No	5.49
20/10/2017	No	No	5.49

*Los incidentes que se indican en esta tabla fueron informados a los responsables de la Fundació Oceanogràfic, pero no se rellenó ninguna parte en la Cofradía de Pescadores de Gandía.

Tanto en la Figura 25, del día 04/10/2018, como en la Figura 26 del día 16/10/2018, se han registrado dos señales acústicas idénticas, con lo que se entiende que han sido

emitidas por el mismo individuo. En la Figura 25 se repite el mismo patrón tres veces, mientras que en la Figura 26 se repite dos.

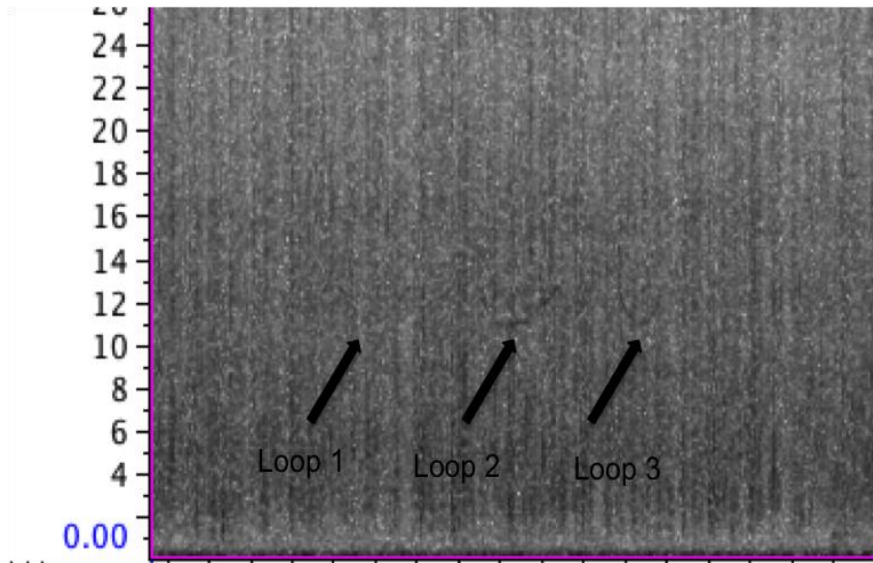


Figura 25. Observación del primer silbido registrado en los datos, en fecha 04/10/2018. Se repite tres veces la misma señal acústica.

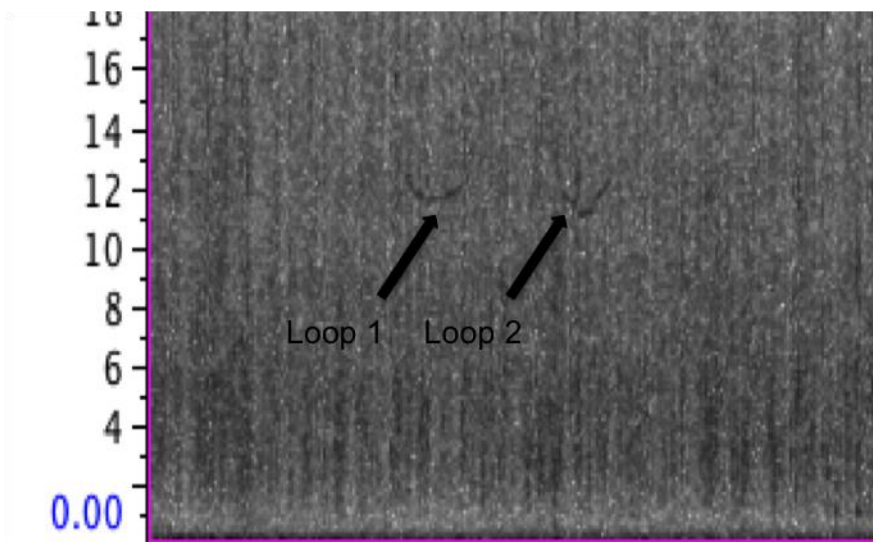


Figura 26. Observación del segundo silbido registrado en los datos, en fecha 16/10/2018. Se repite dos veces la misma señal acústica

En la Figura 27 se pueden apreciar, por lo menos, las señales acústicas de dos ejemplares de delfínido claramente diferenciados: *Dolphin 1* y *Dolphin 2*. Como una tercera señal distinta se percibe el nombrado *Whistle A*, que no se puede afirmar que sea un tercer individuo distinto o una variante de alguno de los otros dos.

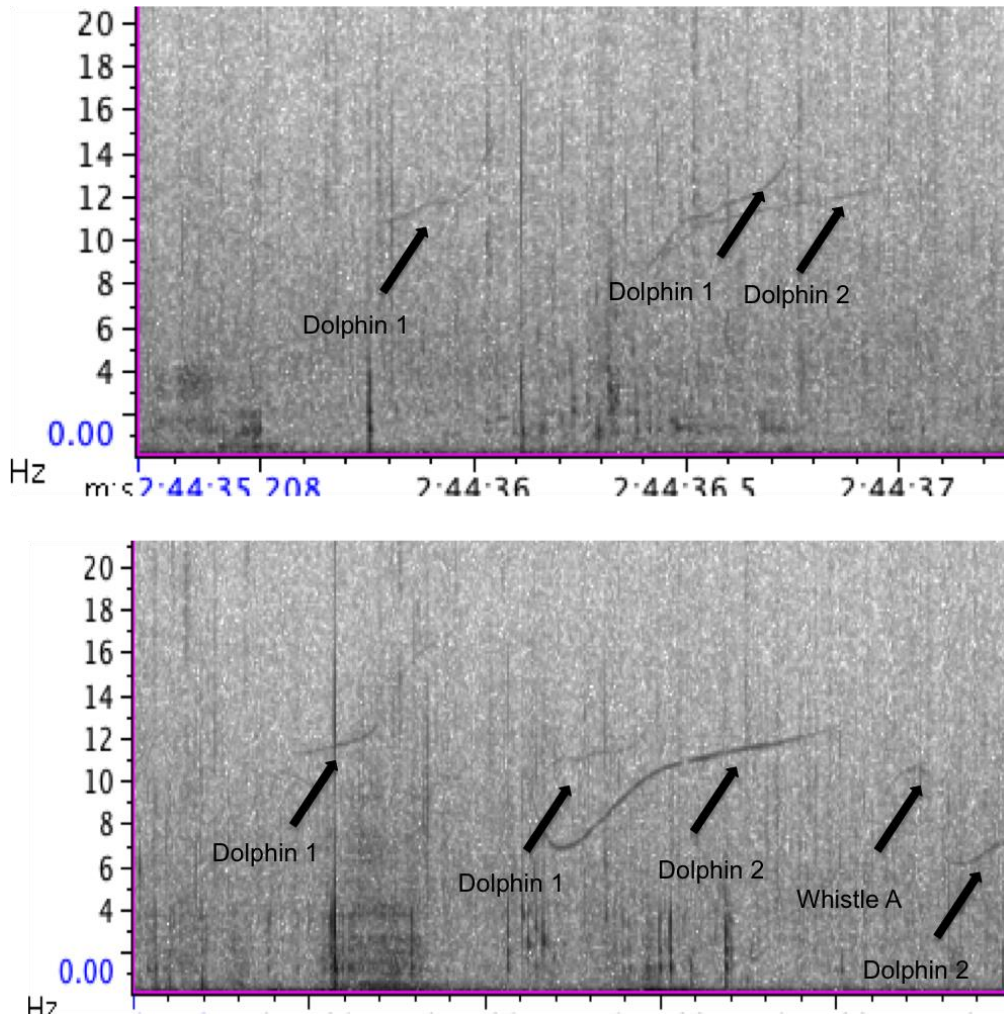


Figura 27. Observaciones de presencia de delfines el día 17/10/2018. Por lo menos son dos individuos claramente diferenciados: *Dolphin 1* y *Dolphin 2*. *Whistle A* no se puede afirmar que sea un tercer individuo o una variación de uno de los anteriores.

4.3. Valoración de los daños en los trasmallos

Por una parte se dispone de los datos de las “Fichas de interacciones de cetáceos con la pesca profesional” que los mismos pescadores rellenan en la CPG y siendo estos partes de los años 2016, 2017 y 2018. Por otra parte, los datos obtenidos a partir de la medida manual de los agujeros en las redes. Por último, los datos de las capturas en kg/día de estos mismos tres años.

En la Tabla 11 se ha hecho un resumen del total de 50 fichas rellenas en la CPG. Se han calculado en esta tabla las medias de cada uno de los parámetros para cada año, con lo que las medias en costes estimados por los mismos pescadores para cada interacción sufrida oscilan entre los 222€ y los 536€, coincidiendo en la variabilidad que se observa en el % medio de red dañada. En el caso de algunas embarcaciones se ha sufrido más de una interacción cada año.

Tabla 11. Resumen de los partes de interacción registrados en la Cofradía de Pescadores de Gandía.

Año	Nº Partes	Vida útil	Edad de la red	% daño medio	Costes medios estimados/barco/interacción (€)
2016	11	533	27	24.1	462.7
2017	24	429	68	30.7	536.5
2018	15	365	36	9.3	222.1

La estimación de la vida útil de la red con el paso de los años desde que empezaron a rellenar Fichas de interacciones de cetáceos parece tener una tendencia a la baja (Tabla 11).

En la Tabla 12 se ha realizado un cálculo a partir de la información facilitada por los pescadores y los daños medidos en sus redes. En total se han medido las redes de dos embarcaciones, las medidas corresponden a tres días en que ha habido interacciones. Para la reparación de los agujeros en las redes los pescadores compran unas mallas de 50 metros cada una que recortan a medida para cubrir agujeros. Cada malla de 50 metros cuesta 20€. Como media, cada malla sirve para reparar dos de los paños dañados con una magnitud de daño medio. En la Tabla 12, teniendo en cuenta que en el caso de la embarcación *Mar Verd* los datos corresponden a dos casos de interacción, se estima que los costes medios por embarcación e interacción oscilan entre los 300 y los 800 euros. Estos cálculos se han realizado teniendo en cuenta la mano de obra, en caso de hacerlo el mismo patrón de la embarcación, no son gastos lo que se considera sino días perdidos de trabajo, que en la suma total equivale a los costes de mano de obra. Se han valorado en esta ocasión ambas posibilidades, pero la suma de costes que supone para el pescador es similar.

Tabla 12. Cálculo de los costes económicos y temporales de las medidas tomadas en redes tras haber sufrido daños. (*H. rep.* = horas de reparación); (*Días (8h/día)* = días de reparación dedicando 8 horas al día); (*Pérdidas (€)* = ganancias perdidas en caso de dejar de pescar los días de reparación); (*Semanas (Fin de sem.)* = semanas en caso de dedicar tiempo solamente los fines de semana); (*Mano obra (€)* = costes en caso de pagar a alguien 5€/h por la reparación).

Barco	Daño (m)	Malla (Ud.)	Malla (€)	H. rep.	Días (8h/d)	Pérdidas (€)	Semanas (Fin de sem.)	Mano obra (€)
Mar Verd	64.0	12	240	128.0	16.0	655.4	8	640
Vistamar	18.7	9	108	37.3	4.7	186.7	2	187

En la Tabla 13 se han resumido las mediciones de los daños en las redes de la embarcación *Mar Verd*. De un total de 1350 metros de red medidos, han sido un total de 64 m de red agujereados. Esos 64 metros son espacio vacío en que la red no es funcional. C así un 5% de la red medida estaba descompuesta.

Tabla 13. Resumen de las redes medidas para una de las embarcaciones (*Mar Verd*) de la CPG.

Embarcación	Mar Verd
Fecha	16/02/2018
Paños/tramo	5
Metros/paño	45
Total paños	83
Nº paños medidos	30
Paños medidos (m)	1350
Paños con agujeros	24
Total agujeros	75
Total red no útil (m)	64
Total red no útil (%)	4.74

En la Figura 28 se aprecia de forma visual la magnitud del daño a lo largo de los 30 paños medidos. El paño más dañado tiene un 15.5% de red agujereada.

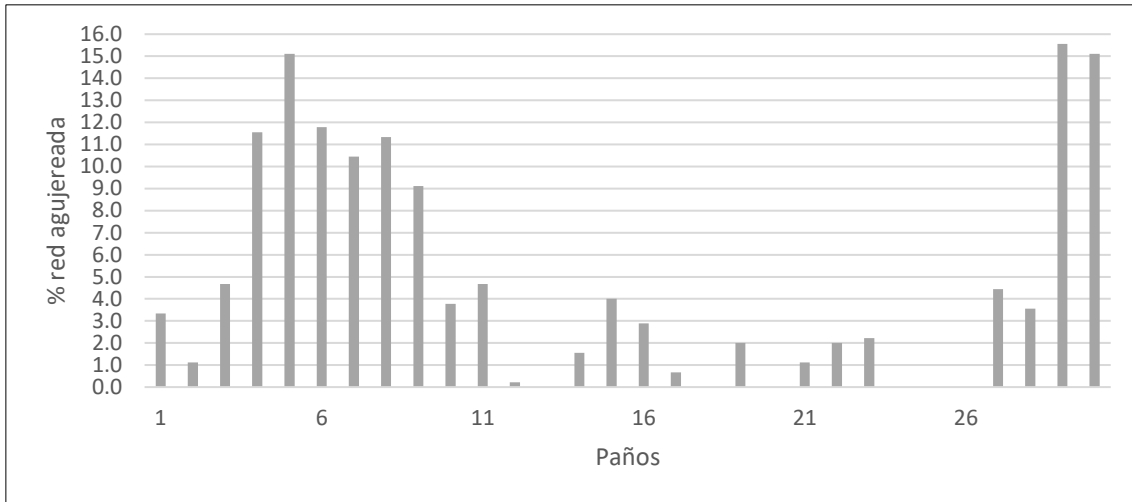


Figura 28. Porcentajes (%) de metros agujereados por paño de la embarcación Mar Verd.

En la Tabla 14 se ha realizado un resumen de las mediciones de los daños en las redes de la embarcación *Vistamar*. De un total de 1575 metros de red medidos, han sido un total de 18.67 metros de red agujereados. Un 1.19% de la red medida estaba descompuesta.

Tabla 14. Resumen de las redes medidas para una de las embarcaciones (*Vistamar*) de la CPG.

Embarcación	
Vistamar	
Fecha	15/06/2018
Paños/tramo	5
Metros/paño	45
Total paños	70
Nº paños medidos	35
Paños medidos (m)	1575
Paños con agujeros	18
Total agujeros	23
Total red no útil (m)	18.67
Total red no útil (%)	1.19

En la Figura 29 se puede apreciar de forma visual la distribución de los agujeros en la extensión de los 35 paños medidos. En este caso el paño en peor estado tenía un 11% de red agujereada.

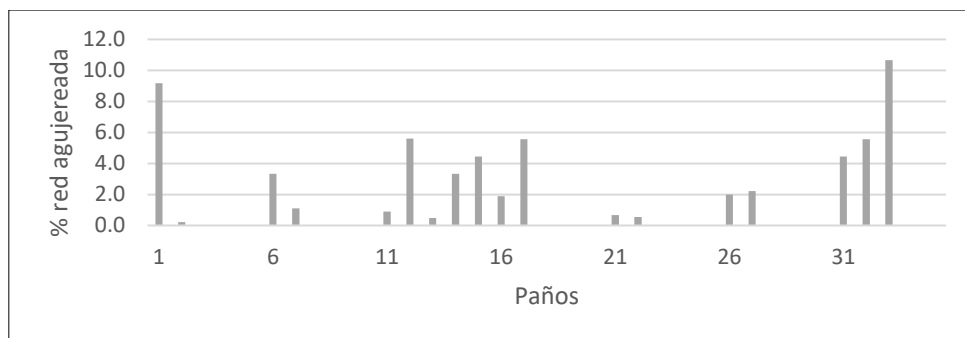


Figura 29. Porcentajes (%) de metros agujereados por paño de la embarcación Vistamar.

Se han calculado las medias de las capturas diarias (kg/día) separando los datos en días con interacción y días sin interacción. Además de las medias aritméticas, se han

calculado también otros valores estadísticos que pueden resultar interesantes para la interpretación de estos resultados. En la Tabla 15 aparecen estos datos y quedan resaltados los días en que la media de capturas (kg/día) ha resultado menor en los días con interacciones.

Tabla 15. Resumen de peso (kg) capturas totales diarias los años 2016, 2017 y 2018 de las embarcaciones que han informado de interacciones en sus redes. Fuente: Base de datos de la CPG.

Año	Barco	Mínimo	1r cuartil	Mediana	Media SIN interacciones	Media CON interacciones	3r cuartil	Máximo
2018	Mar Verd	2.40	28.85	39.15	40.96	32.00	50.73	89.50
	Lalin	11.20	14.95	18.70	18.70	32.89	22.45	26.20
	N. Vicenta	15.90	34.00	48.80	49.22	59.60	61.95	114.10
	L'Est	6.60	29.95	46.30	53.97	31.30	65.10	214.85
2017	L'Est	5.50	33.70	42.50	76.34	135.20	71.45	3032.9
	Alexandra I	5.70	34.96	55.88	79.23	37.00	103.17	530.50
	Noemi II	2.00	18.27	27.45	31.24	50.20	37.77	112.30
	Mar Verd	4.00	23.68	34.80	48.85	154.80	58.58	325.10
	Lalin	7.10	22.30	29.10	37.33	33.04	41.90	208.20
	Ondina Tres	14.80	30.40	44.40	75.71	83.30	79.75	703.10
	Vistamar	2.90	22.00	30.80	39.18	46.48	45.90	238.35
	Mar Blau	0.80	27.45	50.15	63.28	54.90	90.60	246.10
	Delfin I	2.50	27.80	45.20	58.63	23.10	74.30	325.75
	La Safor	6.80	32.05	43.90	54.23	26.06	60.80	223.80
2016	N. Vicenta	7.70	23.20	40.10	51.79	26.10	58.00	394.40
	N. Vicenta	5.10	30.98	44.20	48.75	52.10	61.25	144.75
	Miralba	1.00	21.90	30.40	36.14	25.20	42.30	189.40
	Mar Blau	2.60	30.12	41.80	46.20	52.70	56.30	160.00
	Vrg.Rebollet	2.30	20.30	32.60	38.42	43.42	49.08	127.10
	L'Est	0.00	25.30	37.03	48.19	37.70	48.30	314.05

En la Tabla 16 se muestra un resumen de los resultados de la Prueba *U* de *Mann-Whitney*, aplicada a los datos de la Tabla 15. Según los valores de *P* obtenidos, en ninguno de los casos la media de los datos de capturas en días sin interacción es significativamente diferente a la media de los datos de capturas en días con interacción. En todos los casos el valor de $P > 0.05$, con una confianza del 95%.

Tabla 16. Prueba *U* de *Mann-Whitney* para comparar los resultados obtenidos en la tabla anterior.

Año	Barco	U	P
2018	Mar Verd	421	0.1853
	Lalin	60	0.2663
	Nueva Vicenta	137	0.2039
	L'Est	89	0.4266
2017	L'Est	99	0.2046
	Alexandra I	109	0.4422
	Noemi II	16	0.1830
	Mar Verd	7	0.1160
	Lalin	449	0.7942
	Ondina Tres	27	0.3703
	Vistamar	390	0.2423
	Mar Blau	270	0.8568
	Delfin I	139	0.2712
	La Safor	174	0.2215
2016	N. Vicenta	114	0.4804
	N. Vicenta	66	0.6330
	Miralba	299	0.4797
	Mar Blau	65	0.5134
	Vrg.Rebollet	305	0.2506
	L'Est	109	0.9633

5. Discusión

En este estudio se destaca la importancia de la combinación de distintos conjuntos de datos para poder llegar a establecer unos resultados firmes y fiables, sobre todo cuando la problemática descrita atañe al desarrollo económico de un sector primario como es la pesca.

Los primeros resultados a abordar son aquellos que tratan la presencia y distribución de dos especies de cetáceos: *S. coeruleoalba* y *T. truncatus*. Es evidente que estas dos especies de delfines habitan de forma frecuente la zona costera valenciana (Figura 11, Figura 14 y Figura 18). Además, en numerosas ocasiones coinciden las localizaciones de los avistamientos dentro de la zona de pesca artesanal de la Cofradía de Pescadores de Gandía (Figura 12, Figura 15 y Figura 19). Analizando por separado los resultados de la predicción de ambas especies de delfínidos, a partir de la Figura 20 y Figura 21 donde se puede observar una predicción con estima de probabilidad de presencia de cada especie, queda evidente que las poblaciones siguen un patrón de distribución totalmente opuesto. *S. coeruleoalba* presenta preferentemente una distribución a partir del talud continental y con el aumento de la profundidad, mientras que *T. truncatus* se distribuye a lo largo de toda la línea de costa, donde se encuentran profundidades mucho menores y donde se desarrolla la pesca artesanal, estos resultados coinciden con lo que dicen otros autores, como por ejemplo en Shane *et al.*, 1986.

A partir de la comparación de las distribuciones de las poblaciones de delfines y las distribuciones de las localizaciones de las interacciones, se puede decir que es probable que exista una interacción entre delfines y pesca artesanal. En caso de que esta interacción sea real, deberíamos hablar además de delfines mulares, *Tursiops truncatus*. La distribución de esta especie es claramente coincidente con la localización del área de pesca artesanal en que faenan los trasmalleros.

Por otro lado, aunque no es evidente que los delfines listados (*Stenella coeruleoalba*) estén dentro de la zona de pesca, hay unos pocos datos de avistamientos, un porcentaje menor, que los ubican en ella. Estos avistamientos están también apoyados por documentación gráfica aportada a "Embarcación colaboradora". No se puede evidenciar a partir de los datos analizados que el área de pesca forme parte de su distribución, pero tal vez se podrían plantear desplazamientos ocasionales. Esta interacción con delfín listado sí ha sido comprobada en otras zonas de la Comunidad Valenciana en una interacción sufrida por una embarcación de Peñíscola (datos propios).

La interacción entre pescadores y delfines ya era un problema en el siglo pasado (Hammond *et al.*, 2012) y de hecho era frecuente matar a los delfines para evitar estos daños. Estas prácticas cesaron oficialmente en los años 60 (Hammond *et al.*, 2012). Actualmente resulta difícil evaluar la gravedad de estas interacciones. Cabe destacar que las "Fichas de interacciones de cetáceos con la pesca profesional" resultan un tanto incompletas en cuanto a que los pescadores no rellenan la ficha siempre que han sufrido una interacción, bien sea por falta de tiempo, por no creer en la utilidad de hacerlo o por falta de interés. Esto provoca que no pueda considerarse si las interacciones son sufridas en una temporada concreta del año o con unas condiciones de las redes más o menos nuevas.

Los resultados de los análisis de los datos obtenidos mediante el uso de hidrófonos apoyan el hecho de que exista esta interacción (y las roturas no sean debidas a enganches con rocas o basura). Se han escuchado silbidos de delfines en las cercanías de las redes hasta en tres ocasiones. Estos resultados permiten afirmar que los delfines

se desplazan cerca de las redes del trasmallo, estando caladas a 3.66 metros de profundidad en una de las ocasiones en que se escuchan silbidos. A partir de estos datos parece fácil decir que, por lo menos, los delfines pueden estar presentes a muy poca profundidad. No obstante, un dato que resulta curioso en este caso es que uno de los días en que los pescadores informaron de que habían encontrado agujeros nuevos en la red, no se escuchan señales acústicas de delfines en las grabaciones. Esto puede ser debido a que no se comunicaran en el rango de frecuencia en que el hidrófono registra el sonido o que los agujeros en las redes hubieran podido ser ocasionados por otras causas.

La problemática de interacciones de delfínidos con el arte pesquero del trasmallo no es la primera vez que se describe en el mar Mediterráneo en tiempos recientes. Así por ejemplo, en la zona noreste de Mallorca (Islas Baleares), se produce una interacción de delfínidos con las redes de trasmallo del mismo modo que se describen en las costas valencianas (Brotons *et al.*, 2008).

El análisis de la valoración de daños en los trasmallos presenta diversidad de factores. Desde que los pescadores empezaron a manifestar problemas de interacción con cetáceos se han registrado en la CPG un total de 50 fichas rellenas con los datos de la interacción. Es cierto que, coincidiendo en los tres años, las redes son relativamente jóvenes cuando sufren interacción. Por la certeza ya comentada de que los pescadores no siempre rellenan las Fichas de interacción, no se puede certificar que haya más probabilidad de sufrir interacción cuando las redes tienen poco tiempo de uso. Tal vez otra explicación a este hecho sea que los pescadores son más sensibles con este tema cuando acaban de estrenar el material de pesca y por estar más dolidos son más insistentes con las quejas. Los costes estimados por los mismos pescadores a nivel anual en caso de sufrir daños de este tipo oscilan según el año, aunque por falta de datos no se podría llegar a estimar un coste anual por interacción que fuera fiel a la realidad, ya que no se es constante con transmitir la información. Aunque la información no se considere completa, si se realiza una comparación entre los valores que los mismos pescadores estiman que les cuesta la reparación de las redes y los valores calculados a partir de las mediciones realizadas para este estudio, se puede observar como los valores medios de costes por embarcación y por interacción, son similares.

Una de las cosas llamativas que sí puede considerarse es la esperanza de vida útil de la red que consideran los pescadores, aun no siendo un daño directo, con el paso del tiempo desde que se empezó a informar de las interacciones ha disminuido la frecuencia con la que necesitan renovar el material de pesca.

Cabe destacar también que no todas las interacciones son de la misma magnitud. La problemática de las interacciones, como se ha comentado en repetidas veces a lo largo de este trabajo, no es única de la zona de Gandía. Se recogieron los datos de un caso de interacción con delfines listados en la costa norte de la Comunidad Valenciana, en Peñíscola. En este caso los costes de reparación aumentaban en 1069€ de mano de obra más 400€ en material de reparación. De todos modos, por el estado en que habían quedado las redes, no se contemplaba una reparación, en este caso eran redes perdidas. Esto es un caso aislado y no comparable a las interacciones aquí vividas, ya que en Peñíscola la especie que se estuvo observando durante la recogida de redes fue el delfín listado y aquí, en Gandía, se ha podido observar que con mucha mayor probabilidad las interacciones sean con delfines mulares.

En referencia a si existen pérdidas significativas en las capturas los días en que sufren interacciones, los análisis realizados indican que no existe una diferencia significativa

entre los kg de pescado capturados en un día de pesca sin interacción y un día de pesca con interacción. Por lo que no supondría esto un daño a tener en cuenta en la valoración de costes económicos para el pescador. De todos modos, deben tomarse estos datos con precaución, pues la variabilidad en las capturas entre barcos y días es muy elevada y depende de gran cantidad de variables ambientales que no se han tomado en consideración en este trabajo.

Los costes de reparación del material de pesca (Tabla 12), son variables. En el caso de la embarcación *Mar Verd*, con 64 metros de red dañada, se estima que los costes de reparación en caso de contratar a alguien para que cosa, además de la compra del material necesario, son 880€. Se asume además que la red cuando está reparada no pesca con la misma eficiencia. Si el pescador decide remendar la red él mismo, tiene dos opciones, dejar de pescar y trabajar en el arreglo de la red perdiendo días de pesca, lo que supondría dejar de ganar 655.4€ además de los 240€ de material para la reparación. O bien, dedicarse a remendar la red durante los fines de semana, lo que supondría un total de 8 semanas hasta lograr remendar la red completa y poder volver a pescar con el total de metros operativo. No todas las interacciones suponen las mismas pérdidas, pero todas suponen unos gastos adicionales con los que hay que lidiar.

Valorando los valores medios calculados y estimados por los pescadores, se puede realizar una estimación general obteniendo un valor medio de costes por embarcación, interacción y año de 400€.

Los resultados obtenidos en este trabajo proporcionan una estimación real de la problemática que sufren los pescadores con la interacción de los delfines, aunque todavía queda trabajo por hacer para poder afianzar la estimación de costes.

Análisis de posibles medidas de mitigación: Se han probado con el uso de *pingers* que pueden emitir señales con una frecuencia de ancho de banda de entre 20 kHz y 160 kHz (Gazo *et al.*, 2008), *a priori* se programaban a una frecuencia que puede llegar a resultarles molesto a las especies de delfines pero no dañarles, del mismo modo que también se tuvo en cuenta que no afectaran a las especies objetivo del arte pesquero. Como resultado del estudio de Gazo *et al.* (2008) se pudo observar como las redes que llevaban incorporados estos *pingers* sufrían un deterioro menor que las redes que carecían de él, aun así, eran asaltadas por los delfines. Se observó también que las especies objetivo no se veían afectadas por la frecuencia a la que emitían el sonido los *pingers*.

Una valoración a largo plazo, así como una constancia en informar de las interacciones por parte de los pescadores aportaría información de gran importancia para plantearse proponer medidas compensatorias para los pescadores. Otras medidas que se pueden plantear son medidas mitigadoras, aunque se haya visto que hay estudios que las han implementado sin éxito. Se habla de medidas compensatorias ya que debido al estado de conservación en que se encuentran las dos especies de delfines que se pueden encontrar en la zona, no existe la posibilidad de realizar una gestión sobre esta población.

6. Conclusiones

En el transcurso de este trabajo se han logrado afianzar algunas ideas iniciales y apreciar algunas nuevas. Se ha tratado el problema descrito por los pescadores de la Comunidad Valenciana y se ha buscado cuanto se ajusta a la realidad a partir del estudio del medio en el que los pescadores trabajan.

Para poder corroborar que los daños en las redes son causados por los delfines, se ha necesitado inicialmente comprobar la presencia de delfines en la zona. Para ello el primer objetivo expuesto en el apartado 2 de este trabajo. No se ha logrado en este caso la realización de un censo poblacional por falta de datos de calidad, pero sí se puede afirmar después de haber explorado y analizado espacialmente los datos procedentes, en su mayoría, de avistamientos oportunistas, que hay presencia de delfines en las costas valencianas y en el área de pesca artesanal de la CPG. Las dos especies observadas han sido el delfín mular y el delfín listado. Mas cercano a la costa el delfín mular, por lo que en caso de haber interacción de delfines con la pesca sería esta especie la que ocasionaría los daños. Esto también es apoyado por los datos de grabaciones acústicas.

La valoración económica de los costes que supone para el pescador el deterioro de su material resulta en 3,75€/metro de red a reparar. Este valor corresponde únicamente al coste del material necesario para la reparación, a falta de sumar la mano de obra en caso de que necesite contratar a alguien o los días en que deja de salir a pescar por estar dedicando el tiempo a la reparación de la red. Estos valores pueden resultar muy variables según se gestione la reparación. La estima calculada teniendo en cuenta la valoración de costes estimada por parte de los pescadores y el cálculo realizado a partir de las mediciones de los agujeros en las redes es: 400€/embarcación/interacción/año.

No se puede asumir que todos los daños que se encuentran en las redes tras su uso en un día de trabajo puedan ser ocasionados por delfines, pero bien es cierto que coincide la presencia de delfines con los daños en las redes y dentro de las limitaciones del área pesquera de artes menores de la CPG. Aparentemente las interacciones deben ser con delfines mulares, por presentar una población más localizada en la línea costera, pero podría hablarse de ocasionales desplazamientos de delfines listados a las cercanías de la zona pesquera ya que algunos de los avistamientos de delfines listados se encuentran dentro del área de pesca artesanal de la CPG.

Las interacciones parecen reales tras la exploración de los diferentes conjuntos de datos con los que se contaba. Una vez aceptado esto, cabe plantear una posible gestión que, por el estado de conservación de las dos especies de delfines que se pueden ver afectadas, esta gestión tendrá que venir de la mano de una relación administrativa entre las cofradías de pescadores valencianas y el departamento de la Generalitat Valenciana pertinente.

Una primera idea de gestión es la mitigación de daños, utilizando *pingers* como método para ahuyentar a los animales, pero vistos los resultados obtenidos en otros estudios (Gazo *et al.*, 2008). Haciendo una valoración grosera de la eficiencia de esta práctica, tal vez no deba contemplarse como primera opción. Los *pingers* tienen un coste elevado y su efectividad no es ninguna garantía. Otra de las posibilidades es la compensación económica por las pérdidas y costes de reparación del material de pesca. Una tercera posibilidad puede considerarse el poner a disposición de los pescadores material de repuesto que puedan usar mientras se repara el que haya sufrido interacción.

Debido también al estricto estado de conservación en que se encuentran estas especies, viniendo ya de datos históricos mencionados anteriormente en que se realizaban matanzas, en la actualidad la tendencia que tiene es que vayan en aumento el número de interacciones, lo que hoy es un problema, en unos años puede convertirse en un conflicto. Una gestión adecuada puede poner fin a esta evolución perjudicial tanto para el sector pesquero como para la conservación de las especies de cetáceos del Mediterráneo.

7. Referencias

- Alcuri, G. (2017). Sonar biológico - elementos físicos y biométricos. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, 15, 43-57.
- Álvarez-Fernández, E., René-Pierre, C., Jordá, J., Emili Aura, J., Avezuela, B., Badal, E., . . . Wood, R. (2014). Occurrence of whale barnacles in Nerja Cave (Málaga, southern Spain): Indirect evidence of whale consumption by humans in the Upper Magdalenian. *Quaternary International* 337, 163-169.
- Amante, C., & Eakins, B. (2009). Arc-minute global relief model: procedures, data sources and analysis. *ETOPO1 1*.
- Barchi, J., Teruel, J., & Sádaba, J. (1998). *Islas Columbretes. Guía Submarina*. Castellón: BP Oil.
- BDB. (19 de junio de 2018). *Banco de Datos de la Biodiversidad*. Obtenido de Generalitat Valenciana: <http://www.bdb.gva.es/es>
- Bearzi, G. (2002). Interactions between cetaceans and fisheries in the Mediterranean Sea. En G. Notarbartolo di Sciara, *Cetaceans of the Mediterranean and Black Seas: state of knowledge and conservation strategies* (págs. Section 9, 20 p.). Monaco: A report to the ACCOBAMS Secretariat.
- Bearzi, G., Fortuna, C., & Reeves, R. (2012). *Tursiops truncatus (Mediterranean subpopulation)*. Obtenido de The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T16369383A16369386.: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012-1.RLTS.T16369383A16369386.en>
- Bearzi, G., Holcer, D., & Notarbartolo di Sciara, G. (2004). The role of historical dolphin takes and habitat degradation in shaping the present status of northern Adriatic cetaceans. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.*, 14: 363-379.
- Bjoldal, A. (29 de agosto de 2018). *Capítulo 2: Uso de medidas técnicas en la pesca responsable*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/docrep/008/y3427s/y3427s04.htm>
- Blanco, C., Aznar, J., & Raga, J. (1995). Cephalopods in the diet of the striped dolphin *Stenella coeruleoalba* from the western Mediterranean during an epizootic in 1990. *J. Zool Lond*, 237: 151-158.
- Brotos, J., Grau, A., & Rendell, L. (2008). Estimating the impact of interactions between bottlenose dolphins and artisanal fisheries around the Balearis Islands. *Marine mammal science*, 24(1), 112-127.
- Buckland, S., Anderson, D., Burnham, K., Laake, J., Borchers, D., & Thomas, L. (2001). *Introduction to Distance Sampling. Estimating abundance of biological population*. New York: Oxford University Press.
- Carwardine, M. (1995). *Ballenas, delfines y marsopas - Manuales de identificación*. Barcelona: Ediciones OMEGA.
- Cermeño, P., Quílez-Badia, G., Ospina-Alvarez, A., Sainz-Trapaga, S., M. Boustany, A., Seitz, A., . . . Block, B. (2015). Electronic tagging of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*, L.) reveals habitat use and behaviors in the Mediterranean sea. *PLoS ONE* 10 (2): e0116638. doi:10.1371/journal.pone.0116638.

- Cetáceos y navegación. (07 de septiembre de 2018). *Fauna: Cetáceos y Navegación*.
Obtenido de Cetáceos y Navegación: <http://www.cetaceosynavegacion.com/>
- Corkeron, P., Bryden, M., & Hedstrom, K. (1990). Feeding by bottlenose dolphins in association with trawling operations in Moreton Bay, Australia. En P. Corkeron, *The bottlenose dolphin* (págs. 329-336).
- D'Agrosa, C., Lennert-Cody, C., & Vidal, O. (2000). Vaquita bycatch in Mexico's Artisanal Gillnet Fisheries: Driving a Small Population to Extinction. *Conservation Biology*, 1110-1119.
- Esteban, R., Verborgh, P., Gauffier, P., Giménez, J., Afan, I., García, P., . . . de Stephanis, R. (2014). Identifying key habitat and seasonal patterns of a critically endangered population of killer whales. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 94(6), 1317-1325.
- Fundació Oceanogràfic. (2017). *September-October Report. Unpublished data*. València.
- Gazo, M., Gonzalvo, J., & Aguilar, A. (2008). Pingers as deterrents of bottlenose dolphins interacting with trammel nets. *Fisheries Research*, 92, 70-75.
- Gérard A., A. (2011). El sonograma: una representación práctica de los sonidos. *Revista Boliviana de Física*, 18, 37-49.
- Gomez de Segura, A., Tomás, J., & Raga, J. (2004). Sector Centro (Comunidad Valenciana y Región de Murcia). En J. Raga, & J. Pantoja, *Proyecto Mediterráneo. Zonas de especial interés para la conservación de los cetáceos en el Mediterráneo español* (págs. 67-131). Madrid: Ministerio de Medio Ambiente. Organismo autónomo de parques nacionales.
- Green, A., & Corkeron, P. (1991). An attempt to establish a feeding station for bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) on Moreton Islands, Queensland, Australia. *Aquatic Mammals*, 125-129.
- Hammond, P., Bearzi, G., Bjorge, G., Forney, K., Karkzmarski, L., Kasuya, T., . . . Wilson, B. (2012). *Tursiops truncatus*, common bottlenose dolphin. *The IUCN Red List of threatened species*, e.T22563A17347397.
- Lara Martínez, G. (2016). *Caracterización y modelado de la producción de sonidos de las ballenas beluga (Delphinapterus leucas) basados en modelos de análisis / síntesis de voz*. Valencia: Tesis Doctoral.
- McCowan, B., & Reiss, D. (2001). The fallacy of 'signature whistles' in bottlenose dolphins: a comparative perspective of 'signature information' in animals. *Animal behaviour*, 62, 1151-1162.
- Merean, C., Bar-Matthews, M., Bernatchez, J., Fisher, E., Goldberg, P., Herries, A., . . . Williams, H. (2007). Early human use of marine resources and pigment in South Africa during Middle Pleistocene. *Nature*. Vol 449, 905-909.
- Notarbartolo di Sciara, G. (2002). Section 3: Cetacean species occurring in the Mediterranean and Black seas. En G. Notarbartolo di Sciara, *Cetaceans of the Mediterranean and Black seas: State of knowledge and conservation strategies* (pág. 17). Monaco, February 2002: A report to the ACCOBAMS Secretariat.

- Price, S., Bininda-Emonds, O., & Gittleman, J. (2005). A complete phylogeny of the whales, dolphins and even-toed hoofed mammals (Cetartiodactyla). *Biol. Rev.*, 80, 445-473.
- R Core Team. (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Raga, J., & Pantoja, J. (2004). *Proyecto mediterráneo. Zonas de especial interés para la conservación de los cetáceos en el Mediterráneo español*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.
- Reeves, R., Smith, B., Crespo, E., & Notarbartolo di Sciara, G. (2003). *Dolphins, whales and porpoises: 2002–2010 Conservation Action Plan for the World's Cetaceans*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK ix + 139pp: IUCN/SSC Cetaceans Specialist Group.
- RStudio Team. (2016). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA. URL <https://www.rstudio.com/>.
- Seoane, J., Carmona, C., Tarjuelo, R., & Planillo, A. (septiembre de 2014). *Análisis bioestadístico con modelos de regresión en R*. Obtenido de UAM: <http://www.uam.es>
- Shane, S., Wells, R., & Würsig, B. (1986). Ecology, behavior and social organization of the bottlenose dolphin: a review. *Marine Mammal Science*, 2(1), 34-63.
- VanDerWal, J., Falconi, L., Januchowski, S., Shoo, L., & Storlie, C. (2014). *SDMTools: Species distribution modelling tools: tools for processing data associated with species distribution modelling exercises*. R package version 1.1-221. <https://CRAN.R-project.org/package=SDMTools>.
- Worton, B. (1989). Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology*, 70, 164-168.