

# **INTERACCIÓN ENTRE DELFINES MULARES Y GRANJAS ACUÍCOLAS EN EL ENTORNO DE RED NATURA 2000**



**Autores: José Luis Murcia, Pedro García, Renaud de Stephanis, Pauline Gauffier, Philippe Verborgh, Francisco Ramírez, Ángel Sallent**

**Asociación de Naturalistas del Sureste (ANSE)**



## **1. Introducción**

Las costas del Sureste de la Península Ibérica cuentan con poblaciones reproductoras de diferentes especies de cetáceos. Algunas de ellas, como ocurre con el delfín mular, han conllevado la creación de espacios protegidos por la normativa europea, entre los que destacan el LIC “Valles Submarinos del Escarpe de Mazarrón” de la Región de Murcia.

Durante finales del siglo XX y comienzos del XXI, en el litoral de las provincias de Murcia, Alicante y Almería se ha producido un notable incremento en la instalación de granjas de acuicultura próximas a la costa, dentro del hábitat de distribución de diferentes poblaciones de delfines mulares.

Desde la antigüedad, la interacción entre los delfines mulares y diversos aprovechamientos pesqueros ha sido frecuente en las costas mediterráneas. Como era de esperar, también en el entorno de las instalaciones de acuicultura han encontrado estos animales un recurso alimenticio fácilmente aprovechable.

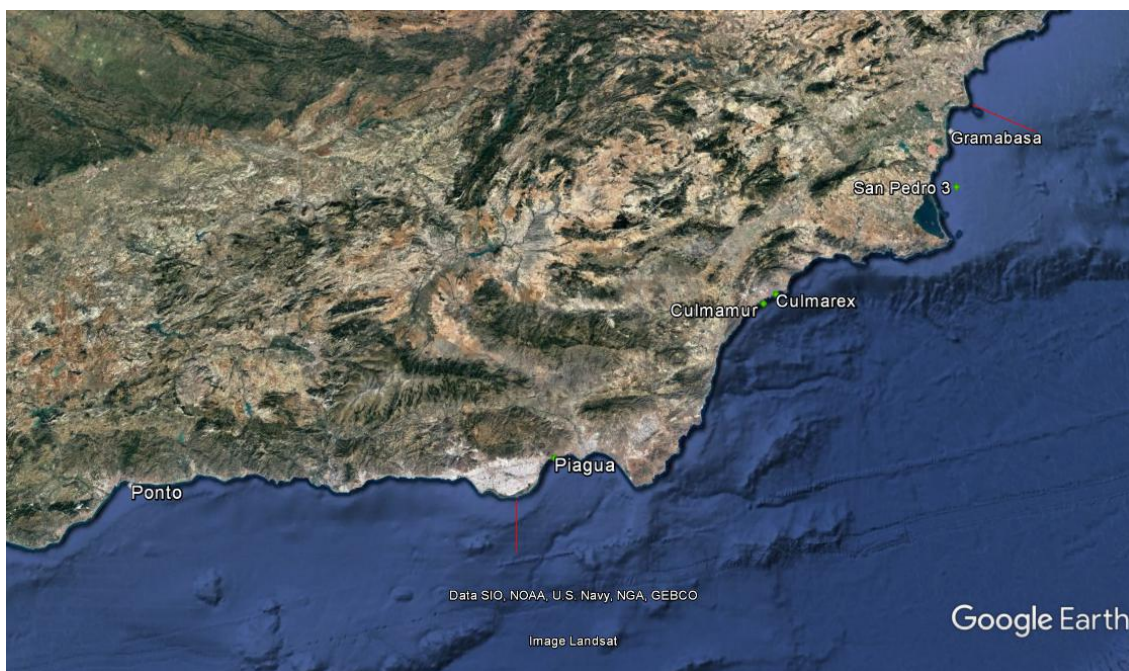
Durante los años 2009 a 2011 y 2014 ANSE desarrolló dos proyectos con la colaboración de la Fundación Biodiversidad que tenían como objetivo obtener información detallada sobre las diferentes poblaciones de delfines mulares en torno a las granjas de acuicultura del Sureste de la Península Ibérica, así como las distintas interacciones que establecían con estas instalaciones. Para la realización de esta labor se llevaron a cabo diferentes estudios utilizando diversas herramientas de investigación: censos desde embarcación, estudios poblacionales usando catálogos de fotoidentificación de aletas dorsales, uso de hidrófonos fijos omnidireccionales en las granjas, encuestas a los trabajadores, seguimiento a pie de granja y estudios isotópicos de dieta.

La información obtenida permitió formar una imagen relativamente precisa del uso que los delfines mulares del sureste ibérico hacían de una actividad humana relativamente reciente, lo que dio pie a la elaboración de una serie de sugerencias a las distintas administraciones de cara a la elaboración de medidas de gestión para esta especie en concreto y la regularización de actividades de acuicultura en el entorno de espacios protegidos de la Red Natura 2000.

## **2. Área de estudio**

El área de estudio queda conformada por una zona principal, que permaneció constante a lo largo de los dos estudios realizados en colaboración con la Fundación Biodiversidad, y una zona periférica, en la cual solo se abordaron acciones en uno de los proyectos mencionados.

La zona principal se corresponde con todas las aguas costeras comprendidas entre la Isla de Tabarca en la Provincia de Alicante y la Bahía de Almería, con las instalaciones de acuicultura de San Pedro del Pinatar, Águilas y Aguadulce. La zona periférica comprende, además, las instalaciones de acuicultura de Guardamar de Segura y de Málaga.



**Imagen 1:** Delimitación del área de estudio. En verde, las granjas de acuicultura en las que se actuó durante los dos proyectos. En blanco, en las que se actuó solo durante un proyecto. El área muestreada desde embarcación queda delimitada por las dos líneas rojas, entre la Isla de Tabarca y Punta Entinas.

### 3. Descripción de las actividades realizadas

#### Campañas de navegación

Esta actividad fue común a ambos proyectos. Durante los años 2009, 2010 y 2011 se llevaron a cabo un total de seis campañas de navegación, con el objetivo principal de realizar catálogos de fotoidentificación para el Delfín mular (*Tursiops truncatus*), con el cual poder discernir su dinámica poblacional en las zonas de estudio, cuales son los grupos que hacen uso del entorno de las granjas de acuicultura para alimentarse, y si este comportamiento es común a todos los individuos en la zona o es exclusivo de algunas manadas. Así mismo, se aprovecharon las navegaciones para tomar biopsias de delfín mular para el análisis isotópico de dieta comentado en su apartado correspondiente. Adicionalmente se realizó una campaña más de navegación hacia la montaña submarina del Seco de Palos. También se recogieron datos de avistamientos

considerados oportunistas fuera de estas campañas. Entre los meses de julio y diciembre de 2014 se llevaron a cabo tres campañas de navegación adicionales con el fin de completar los datos obtenidos durante las campañas de los años 2009 a 2011. Se esperaba además poder observar si se habían producido cambios significativos en la dinámica poblacional de la especie en el intervalo de tres años entre proyectos.

Esta actividad se llevó a cabo en dos embarcaciones: el motovelero Else, embarcación de madera provista de dos palos, con una eslora de 15,2 metros y una manga de 4,5 metros, provisto de un motor IVECO de 170 c.v. de potencia, y la embarcación Orca, de poliéster, tipo Llaut, con 8,60 metros de eslora y manga de 2,50 metros, propulsado por hélice simple y provisto de un motor Perkins de 80 c.v de potencia.

Las navegaciones se realizaron en un tramo de costa de longitud considerable, abarcándose todo el litoral comprendido entre la Isla de Tabarca en la Provincia de Alicante y Punta Entinas en la Provincia de Almería, pero concentrándose cada una de las campañas en un área asociada a una instalación de acuicultura determinada: polígonos de acuicultura de San Pedro del Pinatar y de Águilas en la Provincia de Murcia, y el de Aguadulce en la Provincia de Almería. Dado el carácter costero del delfín mular, para localizar sus grupos el barco se movía generalmente solo hasta los 500 metros de profundidad, excepción hecha en los traslados entre granjas o al cruzar cañones submarinos, en los que se podían alcanzar profundidades de hasta 2000 metros.

### **Monitorización acústica en granjas de acuicultura**

Esta actividad fue común a ambos proyectos. Para su realización, se colocaron dispositivos de seguimiento acústico pasivo omnidireccionales en cinco instalaciones repartidas en las costas de las provincias de Alicante, Murcia, Almería y Málaga, que registraron diversos periodos entre diciembre de 2009 y diciembre de 2011. Durante el segundo proyecto, ya en el año 2014, el número de instalaciones se redujo a tres, todas ellas en las provincias de Murcia y Almería. Ya fuera de proyecto, durante el año 2015 se continuó con la monitorización gracias a la colaboración de la empresa propietaria de las concesiones. Gracias a estos dispositivos se pudo realizar una cuantificación objetiva y continuada durante amplios periodos de tiempo de la cantidad de veces que los delfines mulares visitaban estas instalaciones, y poder contar con datos de calidad para evaluar así de manera más precisa la importancia de las mismas como nuevo recurso trófico para esta especie, en combinación con el resto de estrategias de seguimiento utilizadas en los diferentes proyectos.

Todos los hidrófonos se colocaron entre los 20 y los 30 metros de profundidad, sujetos a los cabos de la estructura de las jaulas. Los datos no fueron recuperados de manera regular, debido a que las especificaciones técnicas del aparato indicaban que las baterías debían durar entre cinco y seis meses y que la capacidad de almacenaje de datos de la tarjeta SD del dispositivos era más que suficiente para ese periodo de tiempo. Tanto para la colocación como para la retirada de los hidrófonos se contó con el trabajo de los buzos de la empresa Culmarex, Culmamur y Viveros Alba.

Los hidrófonos utilizados fueron de la clase C-POD, construidos por la empresa Chelonia Limited, y son dispositivos de detección acústica que detectan una serie de frecuencias atribuibles a diversas especies de cetáceos y que registran su aparición en el tiempo, duración del contacto y variación en la frecuencia detectada con una resolución de microsegundos. Aún así, estos aparatos presentaban una serie de limitaciones, como son las de su radio de detección, que para el delfín mular puede no ser mayor a un radio de 900 metros, y que los ultrasonidos emitidos deben de dirigirse en dirección del receptor para poder ser registrados, ya que el hidrófono solo se activa y registra si el cetáceo está emitiendo justo en la dirección del dispositivo. Sin embargo, se convierten en una buena herramienta para conocer la frecuencia y la temporalidad o estacionalidad de las visitas si los datos se comparaban exclusivamente entre los mismos dispositivos.

### **Realización de seguimiento a pie de granja mediante observadores**

Esta actividad tan solo se llevó a cabo durante el proyecto realizado en el año 2014. Esta acción consistió en la toma de datos por parte de observadores a pie de granja sobre los grupos de mulares asociados a estas instalaciones, duración de los avistamientos, tamaño de los grupos y comportamiento, para evaluar su efectividad como método de estudio y control de las interacciones de esta especie con los polígonos de acuicultura. Esta labor se llevó a cabo en los polígonos acuícolas de San Pedro del Pinatar (Murcia), Águilas (Murcia) y Aguadulce (Almería). Para ello, se combinaron sesiones de observación en las embarcaciones de alimentación de las jaulas, en las plataformas y desde costa cuando lo permitía la cercanía de las instalaciones a tierra.

La mayoría de las observaciones desde embarcación o desde plataforma se realizaron por la mañana en el horario de trabajo de las granjas, de 7:00 a 15:00. Solo en una ocasión se realizó un embarque por la tarde en San Pedro del Pinatar ya que normalmente la empresa no permitía realizar los embarques por las tardes por razones de seguridad. Para realizar las observaciones desde costa se preestableció un horario de 2,5 horas de observación desde el amanecer o justo antes de la puesta de sol. LA determinación de estos horarios se hizo en base a observaciones previas y a comentarios del personal de las granjas, que solía afirmar que la presencia de grupos de delfines mulares era más asidua por las mañanas,

### **Seguimiento de avistamientos de Delfín mular a cargo del personal de trabajo de las granjas de acuicultura**

Una de las acciones previstas en el proyecto de los años 2009 a 2011 fue la de realizar un estudio de la presencia y ausencia de delfines mulares en el entorno de varias instalaciones de acuicultura mediante el uso de cuestionarios proporcionados al personal de las granjas de la empresa colaboradora, el Grupo Culmarex. Se elaboró un estadiillo de fácil relleno para que pudiera llevarse a bordo de los barcos que trabajan en estas instalaciones. Con esta acción se buscaba una visión más completa del uso que hacen estos cetáceos de estas instalaciones como zona de alimentación.

### **Realización de análisis isotópico de muestras y biopsias obtenidas durante la navegación.**

Esta actividad tan solo se llevó a cabo durante el proyecto realizado en el año 2014. Como complemento a los muchos parámetros físico-químicos o biológicos que habitualmente se utilizan para cuantificar los posibles impactos de las actividades antrópicas sobre el medio natural, durante el proyecto desarrollado en 2014 se pretendió utilizar aproximaciones isotópicas para cuantificar el impacto de las granjas de engorde en la dieta de los delfines mulares. Se eligió esta metodología dado que la utilización de técnicas más convencionales, tales como el análisis de contenidos estomacales o las observaciones directas en el campo, presenta ciertas limitaciones relacionadas con el tiempo de integración de la información obtenida (i.e. aportan información sobre ingestas puntuales que pueden ser poco representativas de la dieta real) o con potenciales sesgos en las estimas de dieta relacionados con la persistencia y la identificabilidad diferencial de las presas. Esta nueva aproximación en los estudios de ecología trófica permitió obtener una visión más integrada del consumo de los diferentes recursos, perdiendo cierto detalle en el estudio de las presas consumidas a costa de obtener una información más globalizadora e integradora en la que distintas áreas y/o estrategias de alimentación podían ser perfectamente identificadas y cuantificadas a nivel poblacional.

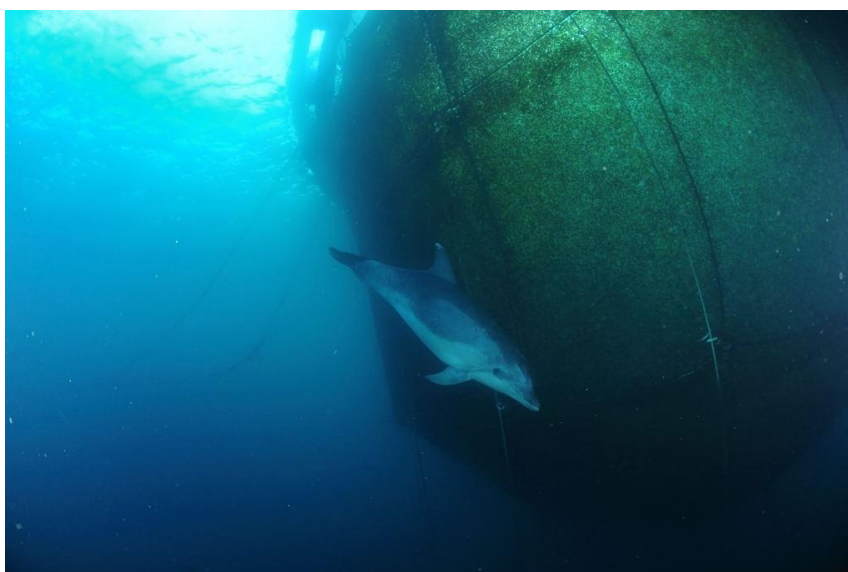
Para llevar a cabo este estudio se debieron recoger muestras de presas potenciales de delfines mulares tanto en el entorno de las granjas de acuicultura como en áreas control alejadas de los polígonos, así como muestras de los peces engordados en las jaulas y del alimento suministrado. Sin embargo, la toma de muestras de delfines mulares fue lo que representó la mayor dificultad técnica. Para conseguir muestras de animales vivos, se realizaron biopsias remotas mediante la utilización de una ballesta de 75 lb de potencia armada con un dardo con puntas de biopsia calibradas para ser utilizadas en cetáceos. De este modo se aseguraba que la herida producida por la punta nunca llegará a tocar el tejido muscular. La flecha se disparaba cuando los animales salían a respirar a una distancia de entre 6 y 15 metros de la embarcación. La punta del dardo penetra entonces en la hipodermis del animal (bajo la aleta dorsal) aproximadamente un centímetro, y rápidamente se libera, reteniendo una pequeña muestra de piel y grasa que era la que se utilizaba para el análisis. Cada uno de los intentos de biopsia (efectivos o no) se acompañó de una hoja de datos en la que se recogió información referida al intento de muestreo y a la respuesta del animal. Adicionalmente se realizó un seguimiento de la herida en avistamientos posteriores.

### **Complementación y análisis del catálogo de fotoidentificación de aletas dorsales de delfines mulares**

Esta actividad se llevó a cabo durante los dos proyectos realizados sobre interacciones de delfines mulares con las granjas de acuicultura. Los análisis realizados al catálogo de fotoidentificación elaborado por ANSE buscaba responder a una serie de preguntas, como la de cuantificar los delfines mulares que hay en la zonas de estudio con su tasa de supervivencia, el porcentaje de animales que usaba las granjas de acuicultura como zona de alimentación y si existía una estructura social en las manadas de mulares en relación con el uso de estas instalaciones.

### **I Encuentro Estatal sobre Delfines y Pesca/Acuicultura**

Esta actividad solo se realizó en el marco del proyecto llevado del año 2009 al año 2011. Consistía en la realización de una reunión de trabajo de expertos y administraciones para el intercambio de información sobre el uso de instalaciones de acuicultura por parte de delfines mulares. Para ello se convocaron unas jornadas nominadas como “I Encuentro Estatal sobre Delfines y Pesca/Acuicultura”, celebradas en Murcia el 13 de mayo de 2011, en las cuales se dieron cita investigadores expertos sobre cetáceos y su relación con actividades pesqueras. Geográficamente estuvieron representadas las comunidades autónomas de Baleares, Andalucía, Valencia, Cataluña, Galicia y Canarias. Ya de carácter internacional, también hubo representación de la isla italiana de Cerdeña.



**Fotografía 1:** Delfín mular buceando al lado de una jaula de engorde en un polígono de acuicultura.

### **Participación y voluntariado**

Una de las piedras angulares de los dos proyectos realizados es la inclusión de la figura del voluntario en las actividades de navegación. En ellas, tras ser previamente formado a través de un cursillo específico, el voluntario colaboraba en la toma de datos a bordo como un investigador más.



**Fotografía 2:** Voluntarios participando en el proceso de toma de datos a bordo.

### **Divulgación de resultados**

Desde el comienzo de ambos proyectos se intentó dar difusión a los mismos, sobre todo aprovechando el potencial de Internet y de las redes sociales, si bien solo el proyecto del año 2014 contemplaba un apartado específico para divulgación de resultados. Se contó para ello con la página web ya existente de la asociación, así como de su perfil de Facebook. Como complemento, se diseñó una página web específica del proyecto en la que además se fueron recogiendo todas las noticias relacionadas con el mismo y el catálogo de aletas dorsales de delfín mular identificadas durante el proyecto. Finalmente, para los momentos más relevantes o noticias más importantes de ambos proyectos, se realizaron envíos de notas de prensa a medios de comunicación regionales y nacionales, que produjeron varios artículos en las ediciones impresas y digitales de La Verdad, el periódico con mayor tirada de la Región de Murcia. De forma complementaria, para la difusión de resultados y convocatorias de cursillos, se realizaron envíos masivos de correos electrónicos a socios y simpatizantes.

### **Propuesta de medidas de gestión concretas dentro y en el entorno de espacios marinos de la Red Natura 2000**

Tras agrupar todas las conclusiones obtenidas a lo largo de los dos proyectos realizados, se elaboraron una serie de propuestas de medidas que fueron presentadas a los técnicos del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, para que las consideraran a la hora de elaborar los planes de gestión de los espacios naturales de la Red Natura 2000 situados en el entorno del área de estudio. Así mismo, en base a los resultados obtenidos, también se propuso la modificación de los límites del LIC Valles Submarinos



del Escarpe de Mazarrón para incluir zonas que las manadas de delfines mulares parecían usar de forma preferente.

#### 4. Conclusiones de los estudios realizados

##### Campañas de navegación y análisis de los datos obtenidos

El uso del seguimiento desde embarcación para realizar una evaluación de las interacciones que se producen entre delfines mulares y los polígonos de acuicultura demostró tener una gran cantidad de ventajas y unos cuantos inconvenientes. Entre los últimos se encuentra siempre el coste de movilizar una embarcación con el personal requerido para llevar a cabo el trabajo, así como el posterior análisis de los datos obtenidos, por lo que las navegaciones han de ser necesariamente limitadas y no se puede mantener un seguimiento continuado. Las ventajas son el poder disponer de estimas de abundancia poblacionales y tasas de supervivencia relativamente fiables con un número de salidas no muy elevado en sitios donde las interacciones son frecuentes. Se puede hacer también seguimiento de las asociaciones individuales y grupales con respecto al uso que hacen los delfines de las instalaciones de acuicultura y su evolución “cultural” dentro de la población.

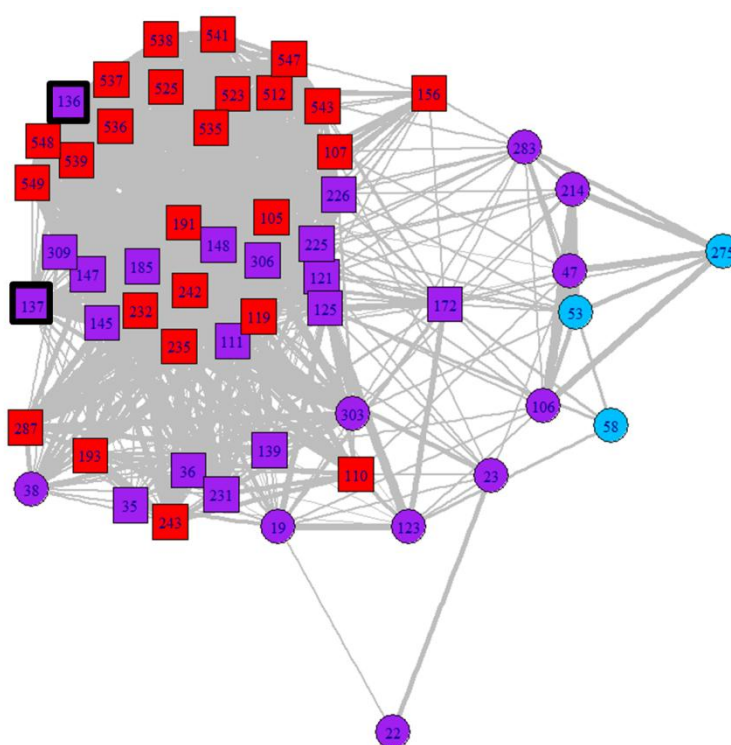
En el caso de polígonos de acuicultura alejados de la costa y de gran tamaño, las navegaciones desde embarcación pueden ser el único método realmente fiable para poder hacer un seguimiento de las interacciones en condiciones, ya que la gran superficie de este conjunto de granjas limita muchísimo la efectividad del resto de los métodos analizados en los distintos proyectos.

	<b>N</b>	<b>SE</b>	<b>CV</b>	<b>95% CI</b>
<b>2010</b>	344	45,94	0,13	271-453
<b>2011</b>	494	47,57	0,10	414-601
<b>2014</b>	96	10,23	0,11	83-125
<b>2015</b>	1154	650,80	0,56	439-3294

**Tabla 1:** Estimaciones de abundancia de individuos marcados y total para los años 2010, 2011, 2014 y 2015, N: media, SE: error estándar, CV: coeficiente de variación, IC 95%: intervalo de confianza al 95%.

Con los datos obtenidos a través de las navegaciones, complementados con los obtenidos a lo largo del año 2015 a través de otros proyectos, se pudieron obtener estimas poblacionales para el área de estudio para los años 2010, 2011, 2014 y 2015, así como otros parámetros, como estimas de supervivencia o la proporción de animales transeúntes frente a la de residentes (un 72% de los ejemplares analizados). De todas formas, estos resultados deben de considerarse con cautela debido al número bajo de

avistamientos y de animales identificados, pero sobre todo al número bajo de recapturas. La robustez de los modelos de captura recaptura depende de la probabilidad de recapturar los animales en la zona de estudio en un periodo determinado. En el caso de probabilidades muy bajas, como es el caso de este estudio, donde la mayoría de animales son identificados nuevamente en cada ocasión, la incertidumbre alrededor de las estimas es muy grande. Por otro lado, no se ha muestreado de forma uniforme la misma zona de estudio cada año lo que hace difícil sacar conclusiones para toda el área considerada sin continuar con la recogida de datos a través de navegaciones. Sin ir más lejos, en el año 2014 solo se pudo considerar la zona al norte de Cabo de Palos en la obtención de datos poblacionales debido a la escasez de avistamientos en área sur.



**Imagen 2:** Red social mostrando las asociaciones entre 56 delfines mulares (Avistados en 3 o más ocasiones), 25, en rojo, vistos sólo en la zona al norte de Cabo de Palos, 3, en azul, vistos sólo en la zona al sur de Cabo de Palos, y 28 vistos en ambas zonas, en lila. Los cuadrados son individuos que se han visto interactuar con alguna granja de acuicultura de la zona norte, los círculos son animales que nunca se han visto en la proximidad de una granja. Los individuos 136 y 137 (borde negro) se vieron interactuar también en la granja del sur. El grosor del vértice representa el índice de asociación entre 2 individuos.

Las navegaciones también permitieron la estima del porcentaje de animales asociados a granjas de acuicultura y la red social establecida entre ellos. Según los resultados de los análisis, los individuos que interactuaron con las granjas están muy relacionados entre ellos. Asimismo, los individuos que no interactúan con las granjas están a su vez relacionados entre ellos pero con menos fuerza. Por otro lado, todos los individuos que

no interaccionan con las granjas se han visto por lo menos alguna vez con individuos que si interaccionan, salvo un único ejemplar. Aunque el análisis solo permitió abarcar un 13% de los animales identificados durante el estudio, ofreció una primera aproximación de cómo se organiza la estructura social de los delfines mulares en la zona de estudio, en relación con las granjas de acuicultura. Las afinidades sociales elevadas entre animales que hacen uso de las granjas podrían sugerir un aprendizaje cultural de esta estrategia de alimentación, transmitido entre los individuos que se relacionan dentro de los distintos grupos sociales.

### **Monitorización acústica en granjas de acuicultura**

El análisis de los datos registrados por los hidrófonos en las distintas granjas revelaron que existen diferencias sustanciales en el registro de la presencia de cetáceos en cada una de ellas, con diferencias importantes en la cantidad de horas de detección positiva (DPH) y en su porcentaje con respecto al total de periodos de una hora estudiados. Estas diferencias no se pudieron achacar en su totalidad a la mera presencia o ausencia de cetáceos y su tiempo de estancia en los alrededores de los hidrófonos, sino que también contribuyeron el tamaño total de los polígonos de acuicultura o las diferencias de comportamiento de los mismo animales.



**Fotografía 3:** Momento de la colocación de uno de los hidrófonos en la línea de anclaje de una granja de acuicultura.

La eficacia en el registro de estos aparatos depende en gran medida de la configuración y el tamaño de la instalación en la que se utilicen. En polígonos muy grandes, el radio de detección, de aproximadamente 900 metros, no permite registrar a grupos de animales que bien puedan estar pasando horas en una instalación cercana, por lo que los falsos negativos serían frecuente y su uso poco efectivo. En cambio, en instalaciones de pequeño tamaño y muy próximas a costa, si un grupo de cetáceos visita la instalación, es mucho más probable que entren en el rango de detección de los hidrófonos y queden registrados. En estos casos, las diferencias que se apreciaron en cuanto a DPH y porcentajes con respecto al total, seguramente fueron un reflejo más fiel de la verdadera

situación de las granjas estudiadas, en este caso, las situadas en Águilas y en Aguadulce. Al parecer, pese a tener una configuración parecida, la de Aguadulce presentó hasta el doble de contactos que la de Águilas, por lo que la conclusión lógica es la de que existían manadas de delfines que interactuaron durante el periodo de estudio con esta granja de manera más asidua. De todas formas, se debe de ahondar en el análisis de los datos recabados a lo largo de todos estos años de estudio.

### **Realización de seguimiento a pie de granja mediante observadores**

El uso de observadores a pie de granja a la hora de estudiar las interacciones producidas entre delfines mulares y granjas de acuicultura permitió evaluar esta opción de estudio de cara a futuros trabajos y estudios de seguimiento. A lo largo del proyecto la técnica presentó ventajas tales como la capacidad de estudiar el comportamiento de los animales en el interior de las instalaciones, la posibilidad de conseguir fotos de aletas dorsales para un seguimiento individual de cada ejemplar y servir de complemento a los registros realizados por hidrófonos. No obstante, en algunos casos se comprobó que hubiera sido necesario complementar dichas observaciones con encuestas realizadas a los trabajadores de las granjas en aquellos sitios en los que la frecuencia de avistamientos resultó ser baja, o con avistamientos desde tierra, en las instalaciones en las que fuera posible, que requieren de menos esfuerzo al no requerir embarcarse y no se produce interferencia con los trabajadores de la instalación. Como complemento a los registros aportados por los hidrófonos, fueron especialmente importantes en granjas de tamaño pequeño, ya que permitieron confirmar los datos de los mismos y se pudieron añadir variables tales como el tamaño de grupo a los datos de presencia-ausencia registrados. Como desventaja frente a otros métodos de estudio, apareció la imposibilidad de hacer un seguimiento exhaustivo y continuado durante largos periodos de tiempo, al estar limitados los observadores al horario laboral de los trabajadores de la instalación, los condicionantes meteorológicos y los ciclos de luz y oscuridad. En granjas de gran tamaño, apareció el mismo problema que con los estudios acústicos: un observador es capaz tan solo de controlar un pequeño porcentaje de la superficie total del polígono y puede obviar interacciones y avistamientos si estos ocurren en otras instalaciones fuera de su rango de visión. Existen dos opciones que podrían paliar esta deficiencia, siendo una de ellas la presencia de un observador especializado en cada uno de los conjuntos de jaulas dentro del polígono, inviable en la práctica dado el elevado número de observadores requerido para cubrir el 100% de superficie de polígonos extensos. La otra solución sería recurrir a la colaboración de los propios trabajadores a través de encuestas y estadillos, requiriéndose una formación previa mínima del trabajador.



**Fotografía 4:** Delfines mulares nadando en el interior de un polígono de acuicultura. Fotografiados por el observador desde la propia granja.

En general, esta actividad resultó útil como complemento de otros estudios, pero mostró sus limitaciones como medida de seguimiento en solitario.

#### **Realización de análisis isotópico de muestras y biopsias obtenidas durante la navegación.**

Los estudios isotópicos de muestras de presas del entorno de las granjas, de presas control, de peces procedentes de acuicultura y del alimento suministrado a los mismos, así como de distintos ejemplares de delfín mular, supusieron la parte más técnica y compleja de los dos proyectos realizados sobre el tópico de las interacciones con granjas. Se debieron de vencer dificultades evidentes, como es el hecho de conseguir biopsias de delfines mulares vivos para poder llevar a cabo el estudio isotópico de dieta, realizado por personal especializado con los permisos necesarios, así como de maquinaria de análisis compleja y personal científico cualificado. La toma de las biopsias de delfines mulares la llevó a cabo personal cualificado y con los permisos en regla de CIRCE, mientras que el análisis de las muestras y la elaboración de conclusiones le correspondió a personal subcontratado de la Estación Biológica de Doñana.



**Fotografía 5:** Biopsia de un ejemplar de delfín mular mediante una flecha de punta hueca con tope de goma espuma.

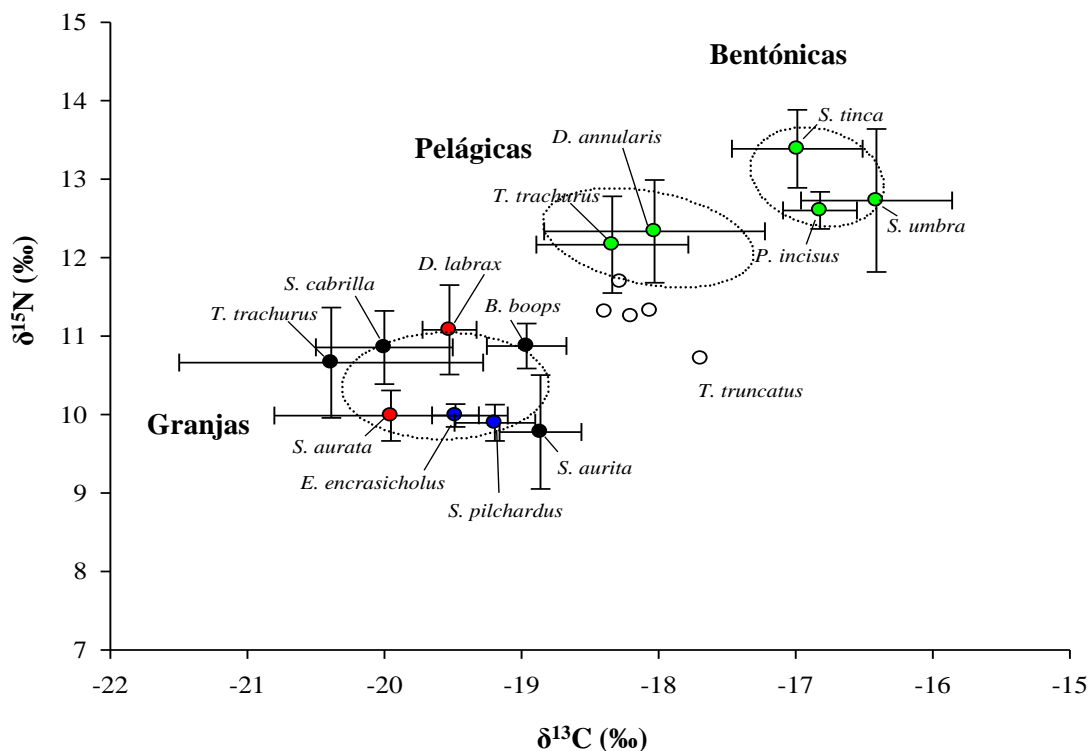
A pesar de lo complejo de la obtención de las muestras y el análisis de las mismas, así como el coste asociado, el enfoque proporcionado por esta actividad permitió explicar el porcentaje de la dieta relacionado con recursos tróficos asociados a granjas. De todas formas, los resultados obtenidos son todavía solo provisionales y se está pendiente de completarlos a través de otros métodos de estudio como análisis de ácidos grasos. Además, una vez obtenidas las muestras, se pueden aprovechar para realizar toda una serie de estudios derivados, como análisis genéticos o de contaminación por metales pesados.



**Fotografía 6:** Proceso de introducción de las muestras en el muestreador automático del sistema de espectrometría de masas, compuesto por un analizador elemental acoplado a un espectrómetro de masas de relaciones isotópicas a través de un sistema Conflo.

Los modelos de mezcla isotópica que se obtuvieron apuntaban hacia un uso relevante de los recursos ofrecidos por las granjas por parte de los delfines, indicando las estimas que se derivan de estos modelos una contribución relativa considerablemente elevada (ca. 50%) de los recursos asociados a las instalaciones de acuicultura, mientras que el resto de la dieta se distribuye de manera equitativa entre recursos pelágicos y bentónicos. Sin embargo, la interpretación de los valores isotópicos "crudos" se debe realizar con cautela puesto que similitudes isotópicas no implican necesariamente similitudes ecológicas dado que diferentes recursos tróficos pueden tener señales isotópicas parecidas. Así pues, mientras que el impacto de las granjas en la señal isotópica de las comunidades de peces anexas parece clara, el uso de estos recursos por parte de los delfines mulares es dudoso. Información adicional y complementaria obtenida por metodologías distintas parece pues necesaria para ayudar a la interpretación de los valores isotópicos obtenidos.





**Imagen 3:** Composición isotópica ( $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ , ‰) de las principales especies presas para los delfines mulares del área de San Pedro del Pinatar (Murcia). Se incluyen tanto las especies propias de la granja (rojo) como aquellas capturadas en sus alrededores (negro); en azul aparecen las presas capturadas por un cerquero en el área inmediata al polígono de acuicultura, y en verde, las capturadas por un trasmallo en zonas más alejadas. De forma simultánea se muestra la composición isotópica de los delfines mulares biopsiados en los alrededores de la granja, los círculos blancos. A efectos del posterior uso de esta información isotópica para reconstruir la dieta de los delfines mulares mediante modelos de mezcla isotópica se han considerado tres categorías que engloban (representado mediante elipses) presas con cierta similitud isotópica: "Granjas" que incluye tanto a las propias especies de la granja como a aquellas cuya señal isotópica se ha visto afectada por esta actividad antrópica; y dentro de las especies cuya señal isotópica no se ha visto afectada por las actividades de la granja se desglosan las especies más "Pelágicas" respecto de las más "Bentónicas".

### Seguimiento de avistamientos de Delfín mular a cargo del personal de trabajo de las granjas de acuicultura

Dado su carácter subjetivo y sujeto a variables difíciles de controlar, los estadillos rellenos por personal de las granjas de acuicultura durante el proyecto realizado entre 2009 y 2011 se tomaron en consideración con cierta cautela, sobre todo a la hora de comparar los datos obtenidos con los conseguidos a través de otros medios, como los hidrófonos. A pesar de ello, se consideró que si se consiguieran unas condiciones uniformes de toma de datos por parte del personal y se sometiera a los encargados de rellenar los estadillos a una formación previa, los datos de avistamientos obtenidos de esta

manera podrían compararse entre si sin ningún problema, arrojando luz sobre el grado de interactividad que pueden llegar a tener los trabajadores con los mulares, así como las posibles afecciones que puede provocar su presencia a las instalaciones o al normal desarrollo de su trabajo.

En este último aspecto cuanto menos, los datos que se obtuvieron durante el proyecto indicaron que el personal de las granjas interactuó con grupos de delfines más de seis veces al mes en tan solo dos meses en cada una de las granjas en las que se realizaron encuestas, con la única excepción de la granja de San Pedro del Pinatar.

Otro aspecto interesante de las encuestas realizadas, es el que permitió conocer si hay presencia de grupos de delfines mulares en varias granjas a la vez, revelando así la existencia de varios grupos distintos de delfines aprovechando este recurso al tiempo, tal y como en 36 avistamientos, un 15% del total considerado.

### **I Encuentro Estatal sobre Delfines y Pesca/Acuicultura**

Durante este encuentro de expertos realizado en el año 2011 se llegó a una serie de conclusiones y recomendaciones que se usaron luego en la elaboración de proyectos y estudios posteriores, como el realizado en el año 2014, así como posteriores recomendaciones para medidas de gestión. Son las que siguen:

- Se constata que los delfines han usado históricamente las actividades pesqueras para obtener alimento de forma complementaria a la captura de animales libres.
- Existe abundante información que documenta la mortalidad de delfines en multitud de artes de pesca. La evolución reciente es positiva, pero se considera necesario mejorar la información disponible en algunas áreas geográficas como Galicia.
- Los estudios sobre el uso de las instalaciones de acuicultura por los delfines apuntan a un claro aprovechamiento de estas instalaciones de manera permanente y/u ocasional. Aunque por el momento tan solo se ha presentado alguna situación de conflicto especialmente grave, se llama la atención en evitar el contacto e interacción en el agua con los delfines por parte del personal de las granjas y/o de visitantes a las mismas. Debe llamarse la atención, e informar adecuadamente, a las personas que trabajan en acuicultura, para evitar el contacto con los delfines, no ya por la aplicación de la legislación nacional, sino fundamentalmente por su propia seguridad. De la misma manera, debe evitarse cualquier actividad destinada a la alimentación de los animales tanto en el agua como desde embarcaciones.
- Se considera necesario establecer protocolos de seguimiento de la interacción de las actividades pesqueras con los cetáceos, adaptándolos a las diferentes técnicas y artes.



**Fotografía 6:** Delfines mulares interactuando con el arte de un barco de pesca de arrastre.

- La aparición de nuevas técnicas y metodologías para la investigación de cetáceos mediante el uso de hidrófonos y otros aparatos similares requeriría de cierta unificación de criterios sobre las metodologías de estudio y su aplicación.
- Según la información disponible, los dispositivos para ahuyentar delfines de las redes de pesca, conocidos como “pingers”, no son herramientas adecuadas para tal fin, por lo que su uso solo debe estar autorizado en casos excepcionales. A menudo pueden lograr el efecto contrario, identificando las redes con la presencia de comida para los delfines. Se recomienda la prohibición de dichos dispositivos y de otros disuasores acústicos. Se pide incluso la prohibición de llevarlos a bordo, excepto para fines de investigación y prueba con la debida autorización.
- Para evitar accidentes, debe evitarse el calado de redes entre predadores.
- Es necesario que las administraciones autonómicas y estatales establezcan los mecanismos para un Registro Estatal de Varamientos de Cetáceos, donde se coordine toda la información recopilada en las costas de la Península, y de los archipiélagos canario y balear.
- De la misma manera, es necesaria y urgente la creación de una “Catálogo Estatal de Aletas (dorsales) de Cetáceos”, al menos de las especies catalogadas con algún grado de amenaza, y poner en común la información disponible de los diferentes grupos de investigación.
- Es urgente proceder a la tramitación y aprobación de los Planes de Conservación de las especies de Cetáceos Amenazados, especialmente en el caso de la marsopa, así como acelerar los Planes de Gestión de los LIC, algunos ya redactados (Canarias y Región Murcia entre otros).

## **Participación y voluntariado**

En ambos proyectos, el interés suscitado y la participación de voluntarios fue muy elevada. Como muestra de ello, se realizaron hasta 14 cursillos de formación en los que llegaron a participar hasta 371 personas. No todas las personas que participaron en el cursillo acabaron participando en los embarques debido a diversas razones, la más común de las mismas era la falta de disponibilidad, ya que la mayor parte de la gente solo podía embarcarse en los fines de semana, pero la dificultad de planificar las salidas de navegación con una antelación superior a los tres días debido a lo incierto de los pronósticos meteorológicos por encima de las 72 horas, impedía que muchos de los aspirantes a navegar pudieran planificarse para hacerlo con la suficiente anticipación. En total, 105 personas acabaron finalmente navegando y participando de forma activa en la toma de datos a bordo.

## **Divulgación de resultados**

Teniendo en cuenta tan solo el proyecto del año 2014, se generaron 9 entradas específicas del proyecto para la página web de la asociación, que automáticamente son compartidas a través de Facebook y Twitter. En total accedieron a estas noticias unas 9000 personas.

Se publicaron a demás tres noticias relacionadas con el proyecto en la edición digital e impresa del diario regional de mayor tirada, La Verdad (41000 ejemplares y 265000 lectores potenciales).

Finalmente, como parte de la difusión del proyecto, se procedió al diseño y montaje de una página web específica para el mismo, pero alojada en el servidor de la página web de ANSE. Esta página incluía la localización geográfica del proyecto, una breve descripción del mismo y de los objetivos a conseguir y de los resultados esperados. Así mismo, todas las noticias relacionadas con el mismo se recogieron en esta página. En esta página también se subió el catálogo de las aletas dorsales de delfines mulares identificados durante la realización del proyecto, para ponerlos a disposición de las empresas de acuicultura y de los particulares, dándoles la posibilidad de colaborar con el estudio remitiendo observaciones con fotografías en los que se pudiera identificar a algún ejemplar incluido en el catálogo. Esta página se viene actualizando a día de hoy al ritmo que se actualiza el propio catálogo de aletas.

## **Propuesta de medidas de gestión concretas dentro y en el entorno de espacios marinos de la Red Natura 2000**

Tras los trabajos desarrollados en ambos proyectos, junto a información recopilada fuera de los mismos, fue posible elaborar un conjunto de medidas, a debatir con empresas de acuicultura y administraciones competentes, para una adecuada gestión de las poblaciones de delfín mular que hacen uso de las instalaciones de acuicultura dentro y en el entorno de Espacios Naturales Protegidos de la Red Natura 2000.

Todos los trabajos desarrollados hasta el momento sobre el uso de las instalaciones de acuicultura por los delfines indicaban un claro aprovechamiento de estas instalaciones para la obtención de alimento de manera permanente y/u ocasional por grupos de estos animales. Aunque hasta el momento de la finalización de los proyectos se presentaron pocas situaciones de conflicto especialmente grave, se llegó a la conclusión de que era necesario evitar el contacto e interacción en el agua con los delfines por parte del personal de las granjas y/o de visitantes a las mismas. Para ello, se consideró necesario llamar la atención, e informar adecuadamente, a las personas que trabajan en acuicultura, para evitar el contacto con los delfines, no ya por la aplicación de la legislación nacional, sino fundamentalmente por su propia seguridad.

De la misma manera, y para evitar en lo posible situaciones de interacción entre los trabajadores de las granjas y los delfines mulares, debe evitarse cualquier actividad destinada a la alimentación de los animales tanto en el agua como desde embarcaciones.

Se consideró necesario el establecer protocolos de seguimiento de la interacción de las actividades pesqueras con los cetáceos, adaptándolos a las diferentes técnicas y artes. En el caso de la acuicultura, deberían de establecerse estadillos de seguimiento para un registro de avistamientos por parte del personal que realiza el mantenimiento y seguimiento de las instalaciones, tal y como se llevó a cabo en una de las actividades del proyecto ejecutado entre 2009 y 2011, incidiendo en la necesidad de la formación previa del personal.

El uso de hidrófonos para el registro de la presencia de delfines mulares en instalaciones de acuicultura se reveló a lo largo de los dos proyectos realizados como una herramienta efectiva en polígonos de pequeño, siempre y cuando se realice un adecuado seguimiento y mantenimiento de los aparatos.

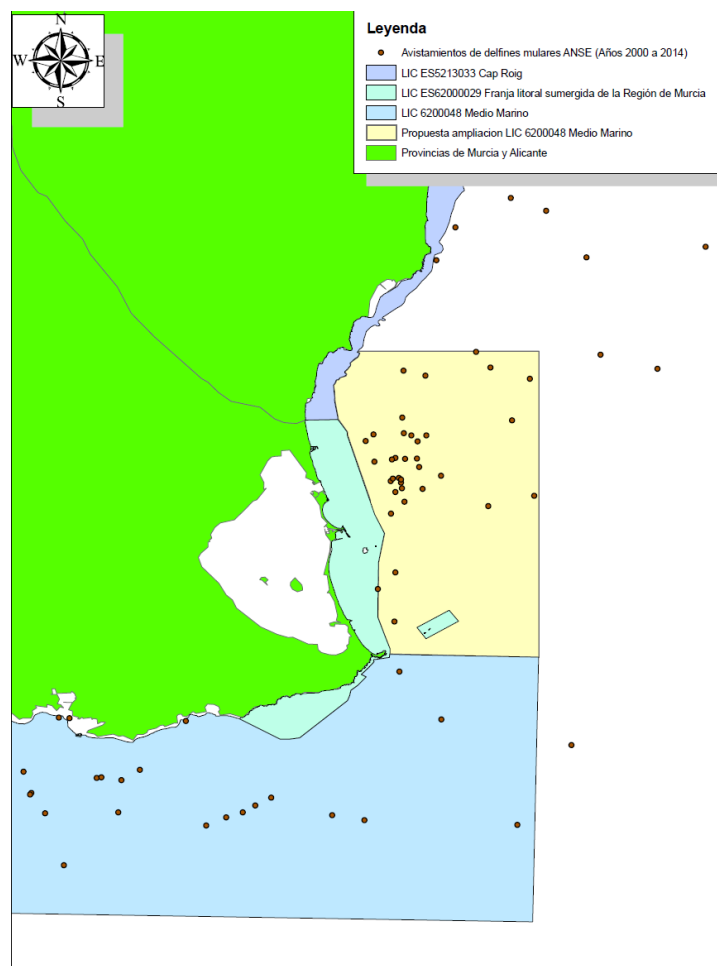
Por el contrario, se constató que la presencia de observadores a bordo de las embarcaciones de trabajo en las instalaciones de acuicultura no aporta información significativa de calidad para el estudio de las poblaciones de delfines mulares que hacen uso de las granjas, debido a las limitaciones en aspectos básicos como la toma de fotografías de los animales para fotoidentificación, dificultad de estudio del comportamiento y seguimiento, determinación del tamaño del grupo, etc. Sin embargo, se mostró de utilidad durante el proyecto para determinar la efectividad de los hidrófonos instalados.

En cuanto al uso de dispositivos acústicos para ahuyentar delfines de las redes de pesca o de los polígonos, conocidos como “pingers”, no son herramientas adecuadas para tal fin, según la información disponible, por lo que su uso solo debe estar autorizado en casos excepcionales. A menudo pueden lograr el efecto contrario, identificando las redes con la presencia de comida para los delfines. Se recomendó la prohibición de dichos dispositivos y de otras medidas disuasorias de carácter acústico en instalaciones de acuicultura.

Finalmente, se recomendó que, al menos en espacios naturales de Red Natura 2000 y zonas próximas, se elaborasen catálogos de fotoidentificación de las poblaciones locales

de delfines mulares, y se pusieran a disposición de los usuarios del mar en general y del personal de las granjas de acuicultura y sector pesquero en particular, para que pudieran colaborar en la identificación y seguimiento de individuos y poblaciones de delfines que interactúan en algún momento con las actividades humanas, facilitando las labores de seguimiento y monitorización.

Por otra parte, en base a los resultados obtenidos en las campañas de navegación y a su análisis, se propuso a los técnicos del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, la ampliación de los límites del LIC “Valles Submarinos del Escarpe de Mazarrón” hacia el norte de Cabo de Palos, para englobar así la zona de influencia de las granjas de acuicultura de San Pedro del Pinatar, dado el elevado número de avistamientos de delfines mulares realizados entre Cabo de Palos y la Isla de Tabarca durante la realización de los dos proyectos.



**Imagen 4:** Propuesta de ampliación del LIC “Valles Submarinos del Escarpe de Mazarrón” presentada por ANSE al MAGRAMA

## 5. Agradecimientos

Los autores queremos agradecer la ayuda recibida por el más de centenar de voluntarios que han participado de una manera u otra en la recopilación de los datos que hicieron posible el llegar a las conclusiones expuestas en este y otros trabajos.

Así mismo, queremos agradecer a la Fundación Biodiversidad, dependiente del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino su apoyo y colaboración.

Finalmente, agradecer toda la colaboración y el apoyo prestado por las empresa de acuicultura Culmarex, Culmamur y Viveros Alba, al permitirnos usar sus instalaciones para la realización de diversos estudios de los presentados en esta comunicación.