

# Campañas de marcaje

## Proyecto LIFE+ INDEMARES

### Delta del Ebro – Illes Columbretes SEO/BirdLife

#### Marcajes GPS Delta y Columbretes

Gaviota de Audouin – GPS Delta del Ebro 2010

Gaviota de Audouin – GPS Delta del Ebro 2011

Pardela cenicienta – GPS Columbretes 2011

Gaviota de Audouin – GPS Delta del Ebro 2012

Pardela cenicienta – GPS Columbretes 2012

#### Marcajes con geolocalizadores (GLS) varias zonas

Petrel de Bulwer, pardela cenicienta y charrán común - GLS 2011

Petrel de Bulwer, pardela cenicienta y charrán común - GLS 2012

# Campaña de marcaje de SEO/BirdLife: Gaviota de Audouin – GPS Delta del Ebro (mayo de 2010)



SEO/BirdLife

## INDEMARES



INDEMARES



# **Campaña de marcaje de SEO/BirdLife: Gaviota de Audouin – GPS Delta del Ebro (mayo de 2010)**

## **Marcajes:**

José Manuel Arcos  
Juan Bécares  
Santiago Bateman

## **Colaboradores (Universitat de Barcelona):**

Manolo García  
Lluís Jover  
Rocío Moreno  
Carolina Sanpera

## **Textos:**

José Manuel Arcos  
Juan Bécares

## **Mapas:**

Juan Bécares

## **Fotografías<sup>1</sup>:**

José Manuel Arcos  
Juan Bécares

## **Coordinación:**

José Manuel Arcos

## **Dirección:**

Asunción Ruiz

---

<sup>1</sup> Foto portada: Gaviotas de Audouin *Larus audouinii* en la colonia de la Punta de la Banya; el ejemplar del centro lleva colocado un registrador de GPS. Foto: J.M. Arcos.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	2
Área de estudio y especie objetivo .....	2
Consideraciones previas sobre los emisores.....	3
Estrategia de marcaje.....	5
Análisis isotópico .....	6
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	7
Esfuerzo y cobertura.....	7
Funcionamiento de los registradores de GPS .....	7
Patrones de distribución, ritmos de actividad y ecología trófica.....	8
<b>CONSIDERACIONES FINALES</b> .....	13
<b>Agradecimientos</b> .....	14
<b>REFERENCIAS</b> .....	14
<b>APÉNDICE</b> .....	16



Foto: J.M. Arcos



## INTRODUCCIÓN

La Fundación Biodiversidad coordina el proyecto *Inventario y Designación De La Red Natura 2000 en Áreas Marinas del Estado Español*, INDEMARES (LIFE + 07/NAT/E/000732; 2009-2013), que cuenta también con las siguientes entidades beneficiarias: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM), Instituto Español de Oceanografía (IEO), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), OCEANA, WWF-España (WWF), Alnitak, Coordinadora para el Estudio de los Mamíferos Marinos (CEMMA), Sociedad Española para el estudio de los cetáceos en el archipiélago Canario (SECAC) y la Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife).

Este proyecto tiene por objetivo identificar y caracterizar las áreas marinas prioritarias para su conservación en base a los criterios de las Directivas Hábitats y Aves, colaborando de esta forma al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la Unión Europea a los Estados Miembros en materia ambiental, lo que constituye una aportación fundamental en el marco de la nueva Directiva sobre la Estrategia Marina. El trabajo se concentra en 10 áreas objetivo, pre-seleccionadas por sus valores en cuanto a hábitats y especies marinas.

La Sociedad Española de Ornitología finalizó en 2009 el proyecto *Áreas importantes para las aves (IBA) marinas en España* (LIFE04 NAT/ES/000049; 2004-2009), que abarcó la totalidad de las aguas españolas y permitió identificar y delimitar las zonas marinas más importantes para la conservación de las aves en España (Arcos *et al.* 2009). Este proyecto ha proporcionado una visión de conjunto que ha permitido identificar las áreas prioritarias para la conservación de las aves en aguas españolas. En total son 42 espacios que abarcan casi 43.000 km<sup>2</sup>, más otros 4 espacios (c. 15.000 km<sup>2</sup>) que *a priori* son de gran valor pero que quedaron como IBA potenciales por considerarse insuficiente la información recogida en ellos. Partiendo de esos resultados, el trabajo sobre aves debe dirigirse a:

- 1) Estudios de seguimiento a gran escala que permitan ratificar el inventario de IBA marinas, mediante: (a) confirmación (o no) de los valores orníticos de aquellas zonas *a priori* importantes, que quedaron como IBA marinas potenciales por considerarse insuficiente la información disponible; (b) comprobación de la estabilidad del inventario de IBA marinas a largo plazo, y (c) evaluación de posibles cambios en los patrones de distribución de las aves a lo largo del tiempo.
- 2) Estudios de detalle en las áreas prioritarias (IBA marinas), que proporcionen información de calidad sobre los patrones de distribución de las aves marinas a pequeña y mediana escala, sus ritmos de actividad y los usos que hacen del medio (interacciones con otros organismos y con actividades humanas, amenazas), y que en última instancia permitan desarrollar las medidas de gestión adecuadas para mantener su buen estado de conservación (o mejorarlo).

El trabajo de campo en INDEMARES, dirigido a lograr estos objetivos, se centra principalmente en la realización de censos desde embarcación y el seguimiento remoto de aves, al igual que en el proyecto precedente de IBA marinas. Asimismo se

incluyen acciones más directamente relacionadas con las actividades humanas, como encuestas, reuniones participativas, salidas en pesqueros, etc.

El objetivo final de este trabajo es el de complementar y afianzar la base establecida ya por el inventario de IBA marinas para designar la red de Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) marinas en España, que en cumplimiento de la Directiva Aves contribuye a la red Natura 2000. Dicha red debe ser coherente, cubriendo las áreas más importantes para las aves marinas en España, y requiere de la información de detalle obtenida durante el proyecto INDEMARES para la adecuada gestión de sus valores.

La presente campaña de marcaje se llevó a cabo en el área del Delta del Ebro-Columbretes, identificada como área INDEMARES e IBA marina (ES409). Como IBA probablemente sea la más importante en el contexto mediterráneo, por su valor único como área de alimentación para numerosas especies amenazadas (entre las que destacan la pardela balear *Puffinus mauretanicus* y la gaviota de Audouin *Larus audouinii*, así como entorno de cría de otras muchas, destacando aquí la nidificación de las dos terceras partes de la población mundial de gaviota de Audouin (en el Delta del Ebro). El grado de humanización de la zona es muy elevado, destacando la importancia de la actividad pesquera, así como la presencia de puertos industriales y una petroquímica, una plataforma petrolífera y proyectos de explotación de energía eólica en el mar (Arcos et al. 2009). Conocer por tanto el grado de interacción entre las aves marinas que utilizan la zona y estas actividades humanas es vital para poder gestionar bien el espacio y garantizar la buena conservación de las aves y su hábitat. En este caso el objetivo era caracterizar de forma detallada los patrones de actividad y los movimientos de la gaviota de Audouin en esta zona. Previamente se habían marcado con éxito estas aves con emisores vía satélite (PTT) en el marco del Proyecto LIFE de IBA marinas, pero la precisión de estos aparatos no permitió un análisis minucioso de los movimientos de las aves entorno a la colonia, si bien fue de gran utilidad para conocer sus movimientos a lo largo de todo su ciclo vital. Esta vez se utilizaron registradores de GPS, por primera vez de un tamaño suficientemente pequeño para poder marcar estas aves. La acción debe considerarse como experimental, por ser novedosa y plantear diversos problemas logísticos.

## ***MATERIAL Y MÉTODOS***

### **Área de estudio y especie objetivo**

El marcaje se realizó en la colonia de gaviota de Audouin *Larus audouinii* de la Punta de la Banya, en el Delta del Ebro. Esta colonia alberga cerca de 2/3 de la población mundial de la especie (Bertolero et al. 2009), por lo que la conservación de la población local es crucial para la viabilidad de la especie (Madroño et al. 2004). La colonia se reparte en diversos núcleos, que en los últimos años se han concentrado entre la zona de las salinas y la playa adyacente (Fig. 1). La acción se llevó a cabo entre el 12 y el 24 de mayo de 2010, coincidiendo con el final del periodo de incubación.



**Figura 1.** Zonas de marcaje de las gaviotas de Audouin. Núcleo de las salinas (n=5); núcleo de la playa (n=5) y núcleo de las salinas 2 (n=2). Imagen: Google Earth.

### Consideraciones previas sobre los emisores

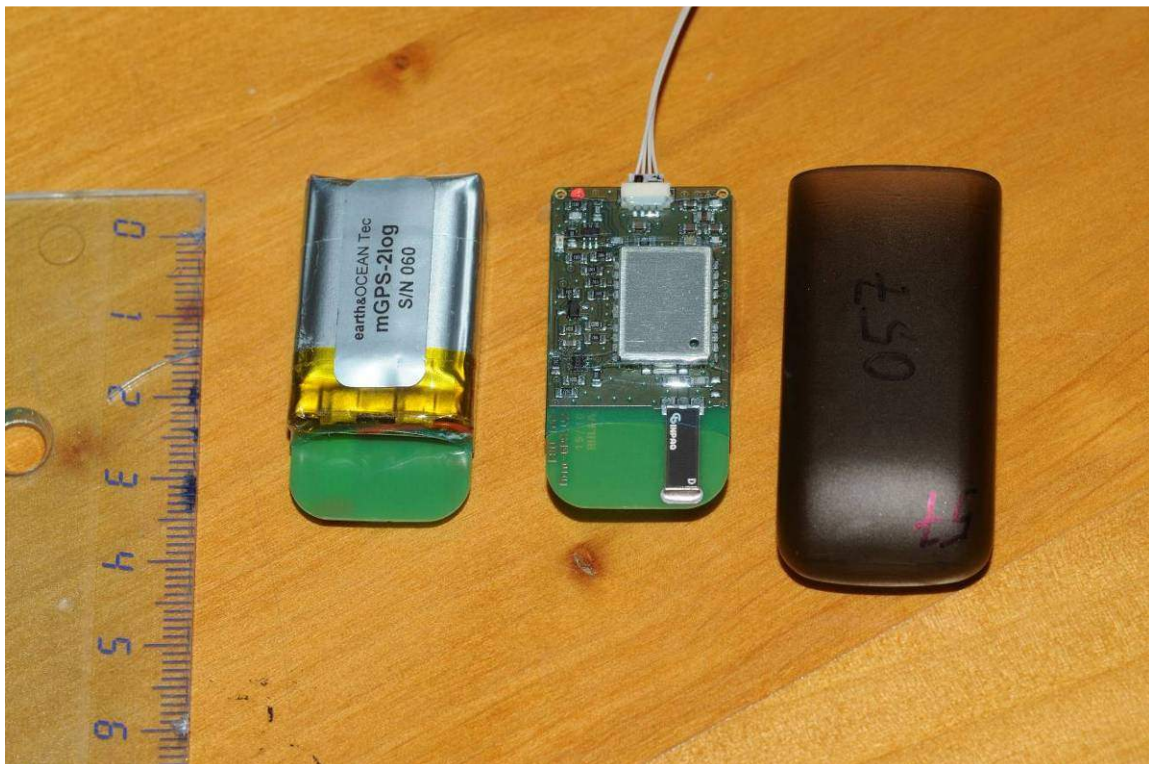
El personal técnico de SEO/BirdLife tenía experiencia previa en el marcaje de gaviotas de Audouin, habiendo colocado emisores vía satélite (PTT) a un total de 23 ejemplares durante el Proyecto LIFE de IBA marinas (Arcos et al. 2009). Estos marcajes, mediante arnés, permitieron obtener información de gran valor sobre los movimientos de estas aves a lo largo de todo su ciclo anual, pero su precisión y frecuencia de localizaciones no permitía profundizar en el estudio detallado del uso del espacio en torno a las colonias de cría.

Así, pues, se optó esta vez por emplear registradores de GPS, por primera vez de un tamaño suficientemente pequeño (15 g; Earth&OCEAN Technologies) como para marcar gaviota de Audouin (ver Wilson et al. 2002, Phillips et al. 2003). Éstos proporcionan una mayor precisión y frecuencia de señales, si bien su duración es menor (dependen de una batería interna, mientras que los PTT pueden llevar alimentación con placas solares). El equipo tenía ya experiencia en la utilización de estos aparatos con pardelas cenicientas *Calonectris diomedea* durante el Proyecto LIFE de IBA marinas (cuando los emisores disponibles en el mercado pesaban como mínimo 22 g), que arrojaron resultados de gran valor por su precisión y frecuencia de localizaciones, permitiendo inferir aspectos comportamentales (Louzao et al. 2009).

El marcaje con registradores de GPS debe considerarse como experimental, pues implicaba varios aspectos novedosos que podían conllevar problemas:

- (1) Se requiere la recaptura de las aves para recuperar los aparatos. Este requisito carece de importancia en el caso de las pardelas, que se capturan directamente en la hura sin problema alguno, pero sí podía ser un condicionante en el caso de las gaviotas de Audouin, que crían en nidos al descubierto y con la ayuda de trampas. No existían experiencias previas de recaptura, y bien podía ser que las aves capturadas una primera vez fueran reacias a entrar una segunda vez en la trampa.
- (2) Para este tipo de marcaje se requería un sistema de anclaje que fuera rápido y fácil de quitar, y por tanto los arneses no parecían la mejor solución. Se optó por probar con cinta TESA, como con las pardelas, pero las plumas del dorso de las gaviotas son más cortas y el marcaje podía ser más problemático.
- (3) Los aparatos eran novedosos, y existían muy pocas experiencias previas con ellos (GPS de 15g).

Los registradores estaban encapsulados de forma que pudieran pasar varios días en el mar, resistiendo buceos de hasta 15-20+ m. Asimismo eran de fácil programación, permitiendo ajustar la frecuencia de registros de posición y otros detalles (Fig. 2).



**Figura 2.** Registradores de GPS utilizados con gaviota de Audouin: se muestra la carcasa y el registrador GPS. Foto: Juan Bécares.



## Estrategia de marcaje

En esta primera campaña se utilizaron 10 registradores de GPS, con los que se marcó a las gaviotas de Audouin durante su periodo de incubación (mayo). En principio se planteó colocar los aparatos y dejarlos cerca de una semana antes de su recuperación. En función del desarrollo de la acción, se planteó también la posibilidad de realizar una segunda ronda de marcajes (reutilización de aparatos). Se decidió repartir esfuerzos entre diferentes núcleos (dos por ronda), para evaluar posibles diferencias comportamentales entre zonas de nidificación (Fig. 1).

El anclaje del dispositivo se realizó con cinta TESA en las plumas del dorso del ave, ya que se trataba de un marcaje temporal de poca duración (inferior a una semana). La colocación se realizó de manera similar a la colocación que se realizaba en pardela cenicienta, utilizando una placa de metacrilato enganchada a las plumas del dorso como base, dado su buen funcionamiento en campañas previas con esta especie. Además, este sistema de anclaje se había probado hace unos años en gaviotas de Audouin cautivas (en esa ocasión con emisores PTT) y el marcaje resistió perfectamente, sin que supusiera una aparente molestia para el ave (5 días de prueba). Una vez montados sobre el ave, los registradores de GPS incrementaban su peso en aproximadamente 5g, ya que se incluye el peso de la cinta TESA y la placa de metacrilato. Para facilitar la recuperación de los emisores en caso de pérdida dentro de la colonia, se colocó un trozo de cinta reflectante (Fig. 3). Además del GPS, cada gaviota se marcó tanto con anilla metálica como con una anilla de PVC con un código alfanumérico que permite su identificación individual en el campo (ver Tabla 1). Esto permite reforzar la información obtenida por el GPS, una vez éste se retira.



**Figura 3.** Gaviota de Audouin equipada con el registrador GPS. Se puede observar la cinta reflectante para recuperar con mayor facilidad en caso de caída del GPS en el nido. Foto: Juan Bécares.

Las aves marcadas (adultos reproductores) se capturaron en el nido con cajas trampa de caída (Fig. 4) o tipo tienda de campaña, durante la incubación. Se contó con el personal investigador y/o técnico encargado de su seguimiento (en este caso personal de la Universitat de Barcelona, UB) para minimizar el impacto sobre la especie, además de obtener información adicional de los ejemplares marcados (ver siguiente punto).



**Figura 4.** Trampa para la captura de Gaviota de Audouin colocada en un nido. Foto: Juan Bécares.

Los GPS se programaron para que grabaran una posición cada 10 minutos, sin que se apagaran si perdían la cobertura. De esta forma se buscaba un equilibrio entre una frecuencia elevada de localizaciones y una duración razonable de la batería. El encendido en continuo (con registros cada segundo) aportaría un mayor detalle, pero limitaría la duración de la batería (alrededor de un día).

### **Análisis isotópico**

La colaboración con un equipo de la Universitat de Barcelona que realiza un seguimiento detallado de la colonia de la gaviota de Audouin en la Punta de la Banya, para estudiar su ecología trófica, permitió profundizar en el estudio de la ecología trófica de la gaviota de audouin, mediante el análisis isotópico de muestras de sangre recogidas en el momento del marcaje y de la recuperación. Los isótopos en sangre reflejan la composición de la dieta en los días previos a la recogida de la muestra, y permiten complementar la información obtenida por los GPS durante el tiempo que han estado colocados (Hobson & Wassenaar 2008). En concreto se analizaron la relación de isótopos estables de Carbono ( $\delta^{13}C$ ) y Nitrógeno ( $\delta^{15}N$ ). El primero nos indica la fuente de carbono, es decir, el hábitat; cuanto más positivo más marino, cuanto más negativo más dulceacuícola. El segundo nos indica el nivel trófico y la nitrificación del hábitat; cuanto más alto indica niveles tróficos más altos; generalmente las aves con hábitos más marinos presentan valores más elevados, pero hay que tener en cuenta que el arrozal está muy nitrificado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Esfuerzo y cobertura

En total se marcaron 12 ejemplares en 3 núcleos distintos (Fig. 1), 10 en una primera ronda (dos núcleos, con 5 ejemplares en cada uno) y otros 2 en una segunda ronda (Tabla 1). De éstos, 11 ejemplares se pudieron recapturar, mientras que un ave aparentemente abandonó el nido. Es habitual que una fracción de las aves reproductoras deserten por razones diversas (meteorología, condición física de las aves, depredación del nido, etc.), por lo que este abandono no tiene por qué estar relacionado con el marcaje. De los 11 ejemplares recuperados, 4 aportaron datos de gran valor sobre sus movimientos y ritmos de actividad. Otros 3 ejemplares volvieron con el GPS sin datos por un problema de programación, y 4 aves perdieron el emisor antes de ser recapturados. Los dos emisores que funcionaron correctamente en la primera ronda son los que se reutilizaron en la segunda ronda, con éxito.

**Tabla 1.** Ejemplares de gaviota de Audouin anillados y equipados con registradores GPS en mayo de 2010 en la colonia de cría de la Punta de la Banya en el delta del Ebro.

GPS	Anilla	PVC	Nido	Fecha COL	Hora COL	Peso COL	Fecha RET	Hora RET	Peso RET (g)
57	6180275	BBP7	6	13/05/10	10:55	560	20/05/10	9:50	590
58	6180276	BBP8	7	13/05/10	11:05	715	19/05/10	10:30	670
59	6180277	BBP9	8	13/05/10	11:15	580	19/05/10	10:30	530
60	6180278	BBPA	9	13/05/10	11:25	590	20/05/10	Perdido	
61	6180279	BBPB	10	13/05/10	11:35	710	20/05/10	9:50	710
62	6180274	BBP5	1	12/05/10	11:30	700	20/05/10	Perdido	
63	6133870	I (met+ne); D(am+bl+az)	2	12/05/10	11:40	720	21/05/10	Perdido	
64	6133704	AFM3	3	12/05/10	11:50	780	20/05/10	11:40	680
65	6180273	BBP6	4	12/05/10	12:00	700	21/05/10	Perdido	
66	6180272	BBP4	5	12/05/10	12:10	660	21/05/10	Abandona	
58	6180291	BBPT	11	20/05/10	19:00		22/05/10	18:40	595
59	6180292	BBPU	12	20/05/10	19:15		24/05/10	7:30	

### Funcionamiento de los registradores de GPS

El funcionamiento de los registradores de GPS fue muy bueno cuando recogieron datos, si bien cabe mencionar que una fracción de las aves no aportó datos. Esto se debe a una combinación de circunstancias adversas, inherentes a una campaña exploratoria como la presente.

- (1) La entrega de los aparatos se retrasó casi un mes sobre la previsión inicial del fabricante, llegando justo para iniciar el marcaje (que de hecho se retrasó más de una semana por este motivo). Así, la acción se inició sin haber podido probar los aparatos antes, razón por la que algunos fallaron (mala programación).



- (2) El marcaje con cinta TESA en gaviota de Audouin era novedoso, y en base a esta experiencia parece ser más difícil que los GPS aguanten sujetos al dorso tanto tiempo como en el caso de las pardelas cenicientas. En primer lugar por ser las plumas más cortas y débiles en el dorso. Pero aún así, las aves que se recapturaron con emisor tenían éste bien sujeto, por lo que se cree que hay un factor añadido. En efecto, tras los marcajes se observó como algún ejemplar intentaba quitarse el dispositivo con el pico, y ésta podría haber sido la razón de que se perdieran 4 aparatos.
- (3) El requisito de recapturar las aves podía implicar la pérdida de varios emisores (o de todos) en caso de complicarse esta fase del marcaje. Sin embargo la campaña fue exitosa en este aspecto. Las aves se recapturaron con relativa facilidad, y no parecieron acusar molestias en ningún momento.

Pese a estos contratiempos, hay que tener en cuenta que todos los aparatos colocados en la segunda ronda, cuando el equipo tenía más experiencia, fueron recuperados y funcionaron correctamente. Los 3 GPS que no llegaron a funcionar se reutilizaron posteriormente, una vez solucionado el problema de configuración, en los marcajes de pardela cenicienta de Baleares y Canarias, con éxito.

La precisión de la señal es la propia del sistema GPS, con un error que en la mayoría de localizaciones no supera los 25 m. Esto supone un gran avance respecto a otros sistemas de seguimiento remoto como puedan ser los PTTs, que suelen presentar errores del orden de varios cientos de metros o incluso varios kilómetros. Esta mejora de los GPS permite conocer con mucha mayor precisión los patrones de utilización del hábitat por parte de las aves marcadas, así como inferir su comportamiento. En efecto, la trayectoria de estas aves se puede conocer con suficiente precisión para poder diferenciar entre viajes, movimientos de alimentación, periodos de reposo en el mar, o permanencia en la colonia; asimismo, se puede analizar esta información en función de la hora del día y así inferir los ritmos de actividad. La frecuencia de localizaciones (una cada 10 minutos, que da un promedio de 132 por día) se considera suficiente, si bien la recogida de datos en continuo ganaría mucho más detalle.

### **Patrones de distribución, ritmos de actividad y ecología trófica**

Los 4 registradores que funcionaron correctamente aportaron un total de 3.236 localizaciones (Tabla 2). Éstas se muestran en bruto en la Figura 6, y con el trazado de todos los viajes en la Figura 7.

Aunque la muestra es pequeña, los datos son de gran calidad y reflejan el gran potencial de este tipo de marcajes. Cabe resaltar el alto grado de especialización de los individuos marcados: el tipo de viajes varió considerablemente entre los distintos ejemplares, a la vez que fueron bastante homogéneos para cada individuo. De hecho cada uno de los ejemplares mostró una estrategia particular.

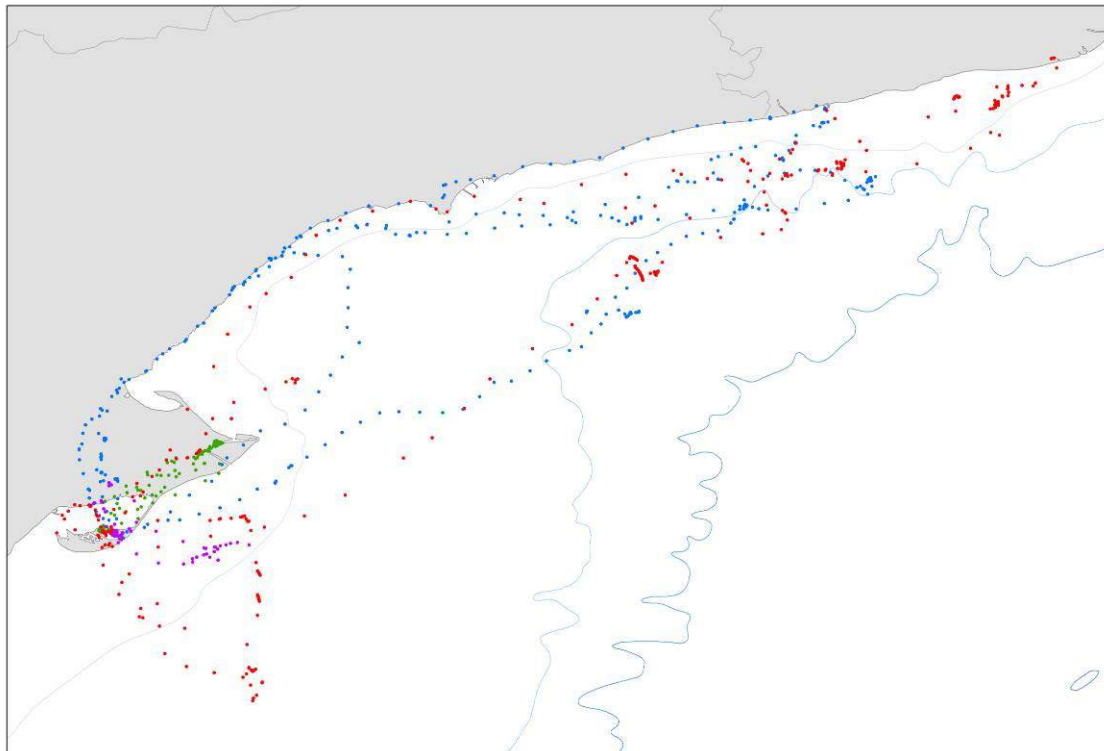


**Tabla 2.** Número de localizaciones obtenidas por ejemplar y viaje de cada una de las 4 gaviotas de Audouin de las que se obtuvieron datos de GPS.

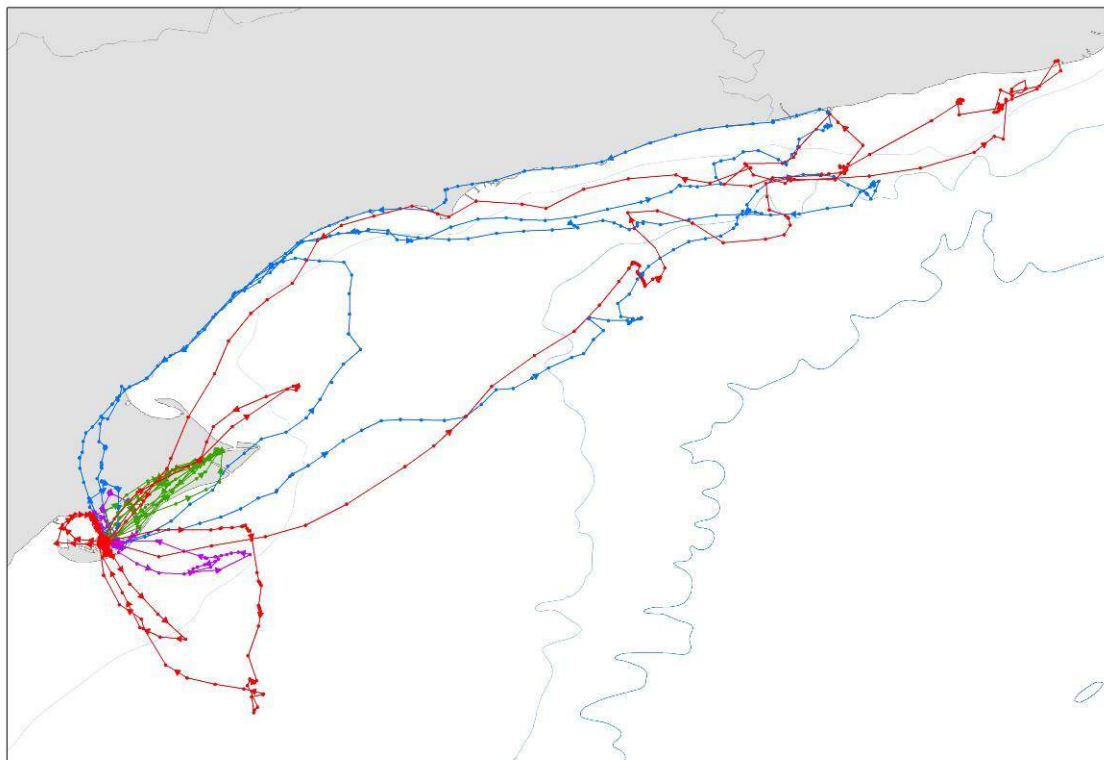
Anilla	Viaje	Número de localizaciones
6180276	1	25
	2	8
	3	12
	4	8
	5	231
	6	6
	7	61
	8	27
	9	11
	Nido (incubación)	445
Total 6180276		834
6180277	1	38
	2	27
	3	37
	4	48
	5	61
	6	49
	Nido (incubación)	576
Total 6180277		836
6180291	1	76
	2	33
	3	33
	4	10
	Nido (incubación)	418
Total 6180291		570
6180292	1	195
	2	36
	3	203
	Nido (incubación)	562
Total 6180292		996
Localizaciones totales		<b>3.236</b>



**Figura 5.** Adulto de gaviota de Audouin *Larus audouinii* marcado con un registrador de GPS. Foto: J.M. Arcos.



**Figura 6.** Localizaciones de las 4 gaviotas de Audouin marcadas con registradores GPS en el delta del Ebro. Azul: Anilla metálica 6180292; Rojo: Anilla metálica 6180276; Lila: Anilla metálica 6180291; Verde: Anilla metálica 6180277

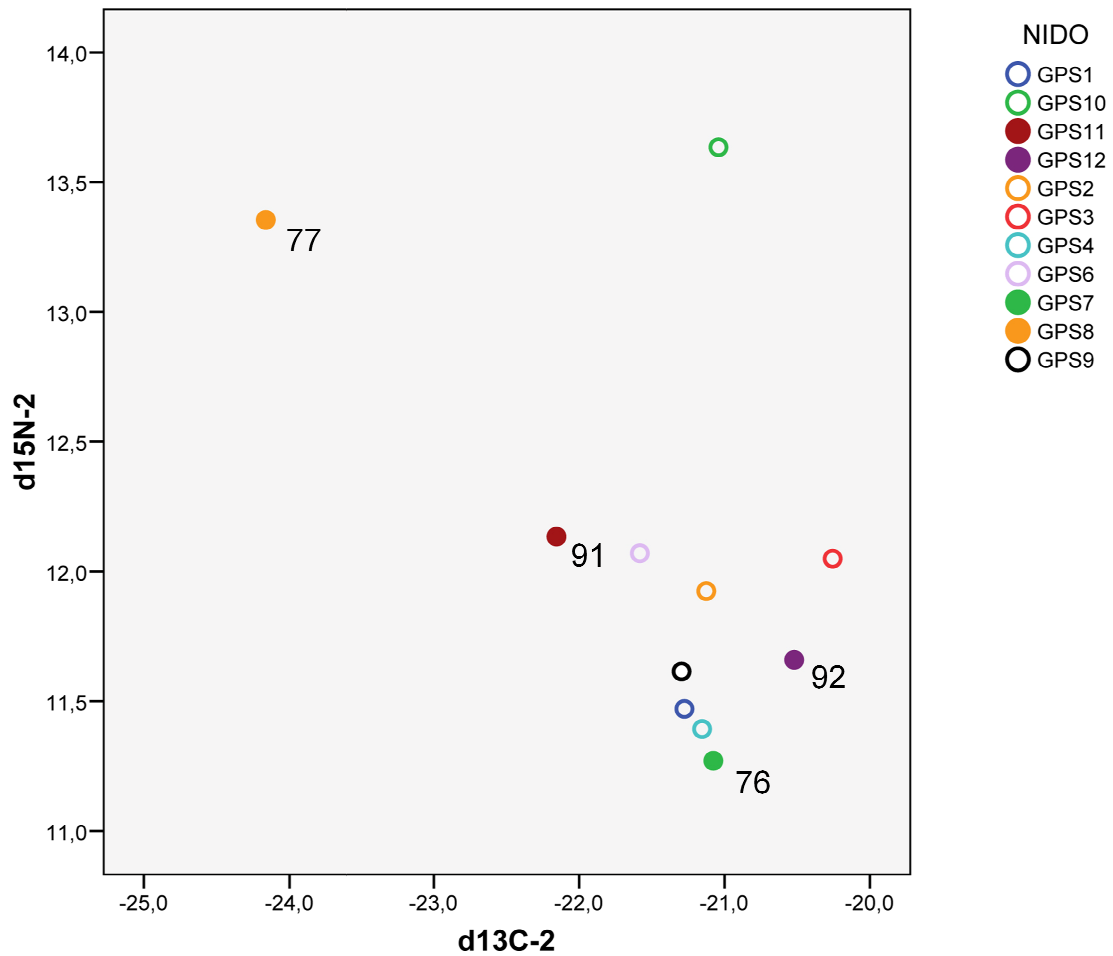


**Figura 7.** Viajes de alimentación de las 4 gaviotas de Audouin marcadas con registradores GPS en el delta del Ebro. Azul: Anilla metálica 6180292; Rojo: Anilla metálica 6180276; Lila: Anilla metálica 6180291; Verde: Anilla metálica 6180277

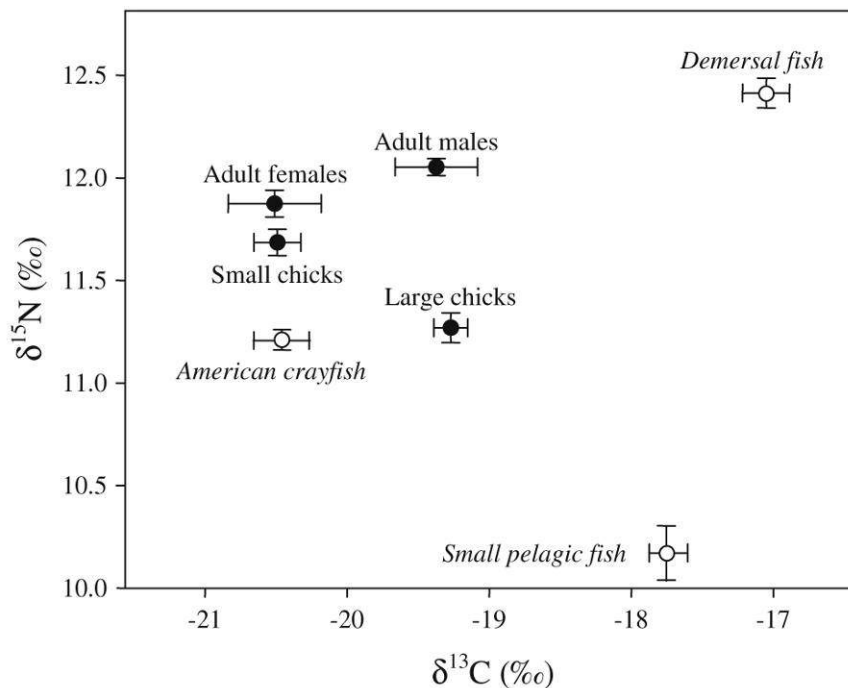
Los viajes de alimentación desglosados por individuos se muestran en detalle en el Apéndice. Como se puede apreciar, un ejemplar realizó exclusivamente viajes cortos (anilla 6180277, referida como “77” en adelante) para alimentarse en arrozales (siempre en la misma zona del Delta), otro alternó viajes hacia el interior del Delta (arrozales y puerto pesquero de Sant Carles de la Ràpita) con viajes al mar relativamente cortos (anilla 6180291, “91”), y dos realizaron viajes al mar notablemente largos (curiosamente hacia la misma zona, al sur de Barcelona) alternados con viajes cortos y puntuales al interior del Delta (anillas 6180276 –“76” y 6180292 –“92”). Estos viajes llegaron a más de 140 km en línea recta respecto a la colonia de cría, una distancia excepcional para una gaviota reproductora (en viaje de alimentación), que confirmaría estudios previos sobre la gaviota de Audouin basados en observaciones desde costa y embarcaciones (Arcos & Oro 1996).

Los ejemplares marcados también mostraron diferencias en cuanto a los ritmos de actividad (Apéndice, Figs. A7-A8). Las aves que realizaron viajes cortos (77 y 91) mostraron actividad exclusivamente diurna, que en el caso de la 91 probablemente se corresponda con la actividad de las barcas de arrastre, de las que obtendría descartes. De las aves que realizaron viajes largos, una de ellas fue casi exclusivamente diurna (92, probablemente asociada a arrastreros), mientras que la otra (76) alternó actividad diurna y nocturna en el mar. En este caso podría capturar pequeños peces pelágicos en horas crepusculares de forma natural, así como asociada a traíñas (Arcos & Oro 2002). Es interesante notar que la zona al norte del Delta se encontraba en veda de arrastre durante el estudio, por lo que los viajes en esa dirección deberían alargarse más allá de Tarragona (como fue el caso) para encontrar descartes. Al mismo tiempo la abundancia de pequeños pelágicos en todo el sector al norte del Delta es notable en esa época (Palomera et al. 2007).

Por último, es interesante resaltar la concordancia entre las diferentes estrategias de alimentación de las aves marcadas y los niveles de isótopos que mostraron en sangre (Fig. 8). El ejemplar “especializado” en arrozales (donde probablemente se alimenta de cangrejo americano *Procambarus clarkii*, Navarro et al. 2010) mostró los valores más dispares en relación al grueso de aves (anilla 77), con valores máximos de  $\delta^{15}\text{N}$  (en este caso no tan ligados al nivel trófico como a la elevada nitrificación del hábitat de alimentación) y los más negativos de  $\delta^{13}\text{C}$  (indicando hábitat dulceacuícola). El resto de aves presentó valores más similares, presumiblemente relacionados con presas mayoritariamente marinas (ver Sanpera et al. 2008), pero aún así se observan diferencias que pueden explicarse por las diferentes estrategias de forrajeo: valores más altos de  $\delta^{15}\text{N}$  en el ejemplar que presumiblemente utilizó más los descartes (anilla 91; mayor nivel trófico en las presas demersales que en los pequeños pelágicos) y más bajos en las dos aves con recorrido más largo, que presumiblemente se alimentaron en mayor proporción de pequeños pelágicos (el valor más bajo en el ave más nocturna, probablemente la que más consumo hizo de pequeños pelágicos). Estos datos concuerdan muy bien con los niveles isotópicos registrados en los distintos tipos de presas (Navarro et al. 2010, ver Fig. 9). Si bien en 2010 la muestra ha sido muy baja, la combinación de GPSs e isótopos muestra un gran potencial, que se espera desarrollar en próximos años.



**Figura 8.** Valores isotópicos (d13C y d15N) en sangre de todas las aves marcadas, a partir de la muestra extraída al recapturarlas. Los ejemplares que dieron datos de GPS se indican con el número correspondiente de anilla (últimos dos dígitos).



**Figura 9.** Valores isotópicos en sangre de gaviotas de Audouin y sus principales presas en el Delta del Ebro (producción de Barro et al. 2010).

---

## **CONSIDERACIONES FINALES**

---

Los resultados de la campaña muestran el gran valor de los registradores de GPS para el estudio de los patrones de distribución y ritmos de actividad para una especie de ave marina como la gaviota de Audouin. Esto es especialmente cierto si los datos se combinan con otros enfoques para conocer la ecología trófica de la especie, como ha sido el análisis de isótopos estables.

Pese a que los datos fueron muy limitados, éstos muestran estrategias muy diferentes en la población de gaviota de Audouin del Delta del Ebro. Teniendo en cuenta la relación entre estrategia de alimentación e isótopos (los segundos con mayor tamaño muestral), parece que la mayoría de las aves hacen uso predominante del medio marino, donde combinan la captura de pequeños peces pelágicos (de forma natural y/o asociados con trañas de noche e incluso arrastreros de día) con la captura de presas demersales accesibles de día a través de los descartes del arrastre (Oro & Ruiz 1997, Oro 1999, Arcos 2001, Arcos et al. 2001, Arcos & Oro 2002). La precisión y frecuencia de los GPS permite incluso inferir la asociación con barcas de pesca, aunque esto requiere de un estudio más detallado y se podría ver mejor con una frecuencia de registro de datos más elevada. El potencial de esta aproximación para evaluar la interacción de las gaviotas con actividades humanas y evaluar las posibles amenazas para esta especie tan sensible es indiscutible.

Cabe destacar la gran distancia recorrida por dos de las cuatro aves que dieron datos, hasta más de 140 km de la colonia, coincidiendo con una veda de arrastre al norte de la zona de estudio. Esto representa probablemente el área de campeo más grande conocida para una gaviota, y confirma los resultados preliminares de Arcos & Oro (1996). Estos viajes fueron más allá de la zona identificada como IBA marina para la gaviota de Audouin y otras especies (ES409, *Delta del Ebro-Columbretes*; Arcos et al. 2009), y refuerza el valor de otra IBA marina (ES410, *Aguas del Baix lobregat-Garraf*). Futuros marcajes deberían dirigirse, entre otros aspectos, a ver la persistencia de este tipo de viajes, y cómo influyen en la estrategia de alimentación las condiciones ambientales (incluidas las vedas de pesca). Los datos también sugieren la posibilidad de que las gaviotas de Audouin que crían en Baleares puedan llegar a alimentarse en las aguas más ricas de la plataforma continental ibérica, a “tan sólo” unos 150 km de distancia.

En síntesis, la campaña de 2010 debe considerarse como experimental, debido al carácter novedoso de los marcajes y a los contratiempos iniciales que impidieron poner a prueba los registradores de GPS antes del marcaje. Aún así los resultados obtenidos son de gran calidad, y demuestran el gran potencial de este tipo de estudios, especialmente si se combina el marcaje con otras aproximaciones al estudio de la ecología trófica de las aves, como ha sido el caso con los isótopos estables. Para el próximo año se plantea dedicar un esfuerzo considerablemente mayor a este tipo de marcaje, manteniendo la colaboración de 2010 con la Universitat de Barcelona y otros centros de investigación. Esto es especialmente factible ahora que han salido al mercado registradores de GPS mucho más económicos, ya puestos a prueba en Canarias (marcaje de pardelas cenicientas) en 2010. Los resultados obtenidos permitirán entender mejor la biología de una de las especies más sensibles del Mediterráneo, así como su interacción

con las actividades humanas y las amenazas que de ello se deriven. Para ello se están evaluando los puntos débiles de la campaña de 2010, como es el sistema de sujeción de los aparatos en esta especie.

## ***Agradecimientos***

---

Queremos expresar nuestro agradecimiento al personal del *Servei de Protecció de Fauna, Flora i Animals de Companyia (Conselleria de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya)* y del *Parc Natural del Delta de l'Ebre* por la emisión de los permisos necesarios y por las facilidades puestas para desarrollar esta acción. Asimismo, agradecer a David Bigas, Meritxell Genovart, Jordi Martí y Daniel Oro la ayuda prestada durante el trabajo en la colonia. El equipo de la Universitat de Barcelona que colaboró con esta acción desarrolla el proyecto 'El papel del arrozal en la ecología trófica y reproductiva de la gaviota de Audouin (*Larus audouinii*)' (CGL2008-05448-C02-01/BOS, MCyIn).

## ***REFERENCIAS***

---

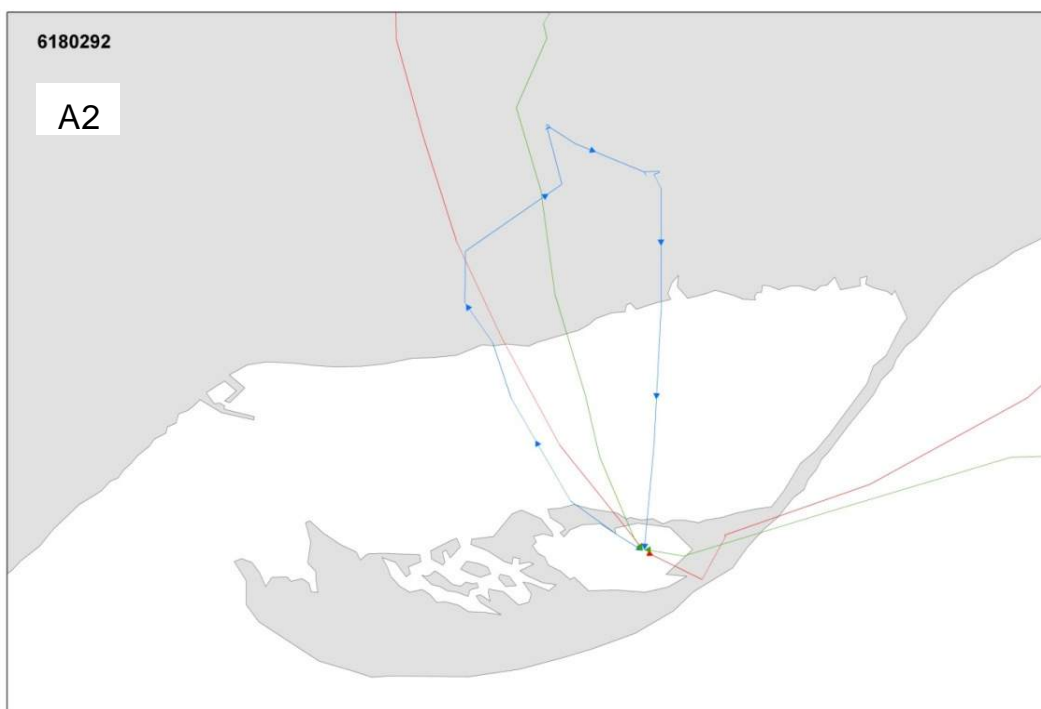
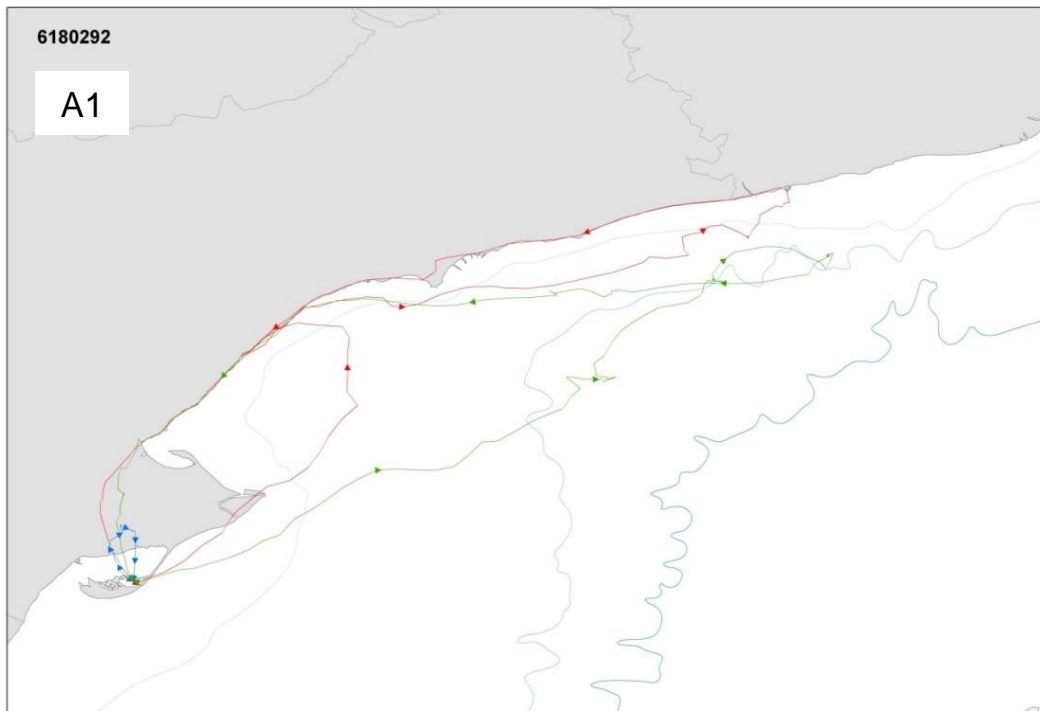
- Arcos, J.M. & Oro, D. (1996). Changes in foraging range of Audouin's gulls *Larus audouinii* in relation to a trawler moratorium in the western Mediterranean. *Colonial Waterbirds* 19: 128-131.
- Arcos, J.M. (2001). Foraging ecology of seabirds at sea: significance of commercial fisheries in the NW Mediterranean. PhD thesis, Universitat de Barcelona.
- Arcos, J.M., Oro, D. & Sol, D. (2001). Competition between the yellow-legged gull *Larus cachinnans* and Audouin's gull *Larus audouinii* associated to commercial fishing vessels: the influence of season and fishing fleet. *Marine Biology* 139: 807-816.
- Arcos, J.M. & Oro, D. (2002). Significance of nocturnal purse seine fisheries for seabirds: a case study off the Ebro Delta (NW Mediterranean). *Marine Biology* 141: 277-286.
- Arcos, J.M., M. Louzao & D. Oro. (2008). Fisheries ecosystem impacts and management in the Mediterranean: seabirds point of view. *American Fisheries Society Symposium*, 49: 1471-1479.
- Bertolero, A., Genovart, M., Martínez-Abraín, A., Molina, B., Mouriño, J., Oro, D. & Tavecchia, G. (2009). Gaviota cabecinegra, picofina, de Audouin, tridáctila y gavión atlántico en España. Población en 2007 y método de censo. SEO/BirdLife. Madrid.
- Hobson, K.A. & Wassenaar, L.I. (eds.). (2008). *Tracking Animal Migration with Stable Isotopes*, 2. Elsevier.
- Oro, D. (1995). The influence of commercial fisheries in daily activity of Audouin's Gull *Larus audouinii* in the Ebro Delta, NE Spain. *Ornis Fennica* 72:154-158



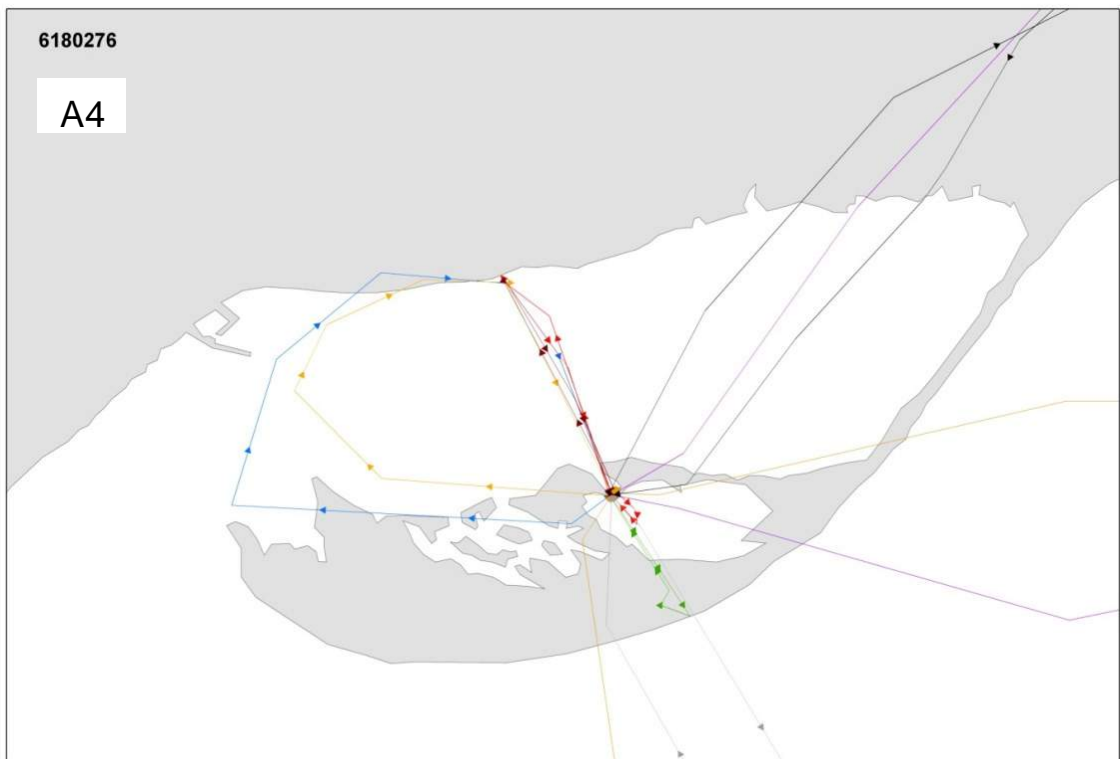
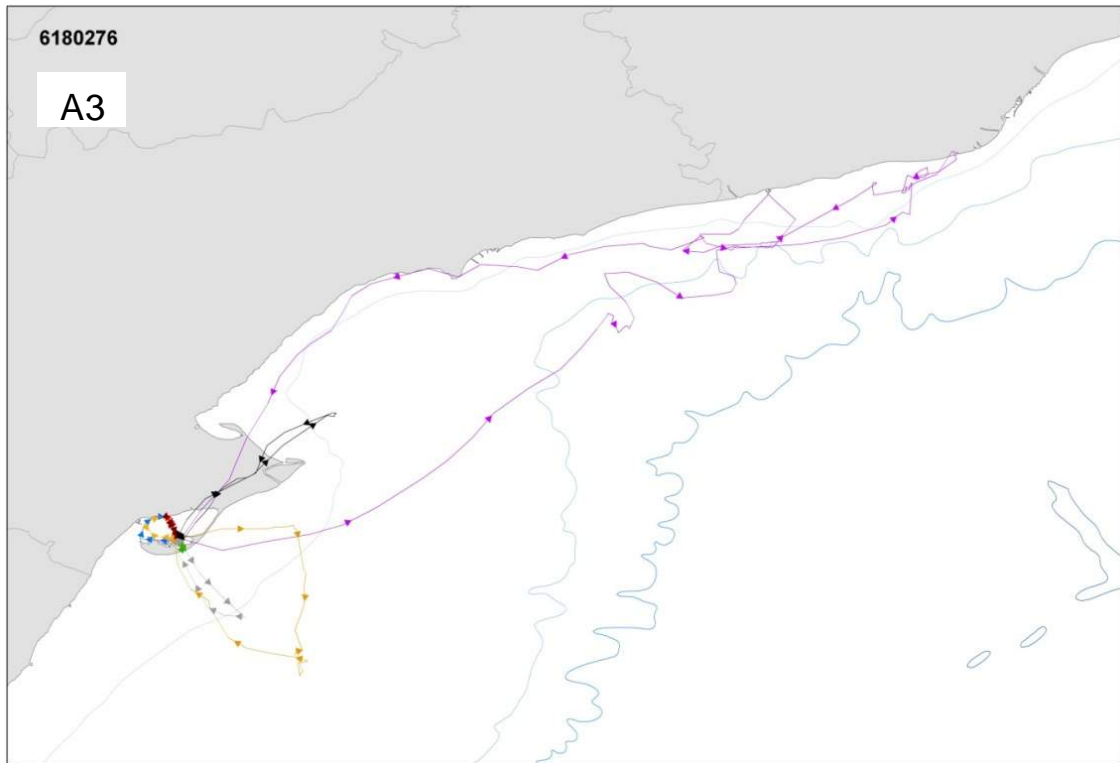
- Oro, D. (1999). Trawler discards: a threat or a resource for opportunistic seabirds? In: Adams NJ, Slotow RH (eds) Proceedings of the 22nd International Ornithology Congress. Birdlife South Africa, Johannesburg, p 717-730
- Oro, D. (2003). Managing seabird metapopulations in the Mediterranean: constraints and challenges. *Scientia Marina*, 67 (Suppl. 2): 13-22.
- Oro, D. & Ruiz, X. (1997). Exploitation of trawler discards by breeding seabirds in the north-western Mediterranean: differences between the Ebro Delta and the Balearic Islands areas. *ICES J Mar Sci* 54:695-707.
- Louzao, M., Bécarea, J., Rodríguez, B., Hyrenbach, K.D., Ruiz, A. & Arcos, J.M. (2009). Combining vessel-based surveys and tracking data to identify key marine areas for seabirds: a conservation application. *Marine Ecology Progress Series*. 391: 183–197.
- Madroño, A., González, C. & Atienza, J.C. (Eds.) (2004). Libro Rojo de las Aves de España. Dirección General para la Biodiversidad - SEO/BirdLife. Madrid.
- Navarro, J., Oro, D., Bertolero, A., Genovart, M., Delgado, A., & Forero, M.G. (2010). Age and sexual differences in the exploitation of two anthropogenic trophic resources for an opportunistic seabird. *Marine Biology* 157.
- Oro D., Aguilar, J.S., Igual, J.M. & Louzao, M. (2003). Modelling demography and extinction risk in the endangered Balearic shearwater. *Biological Conservation* 116: 93-102.
- Palomera, I., M.P. Olivar, J. Salat, A. Sabatés, M. Coll, A.García y B. Morales-Nin. 2007. Small pelagic fish in the NW Mediterranean Sea: an ecological review. *Progress in Oceanography*, 74: 377-396.
- Phillips, R.A., Xavier, J. C. & Croxall, J. P. (2003). Effects of satellite transmitters on albatrosses and petrels. *Auk* 120, pp. 1082-1090.
- Sanpera, C., Ruiz, X., Moreno, R., Jover, L., & Waldron, S. (2007). Mercury and stable isotopes in feathers of Audouin's Gulls as indicators of feeding habits and migratory connectivity. *Condor* 109, pp. 268-275.
- Wilson, R.P., Gremillet, D., Syder, J., Kierspel, M. A. M., Garthe, S., Weimerskirch, H., Schafer-Neth, C., Scolaro, J. A., Bost, C. A., Plotz, J. & Nel, D. (2002) Remote-sensing systems and seabirds: their use, abuse and potential for measuring marine environmental variables. *Marine Ecology-Progress Series* 228: 241-250.

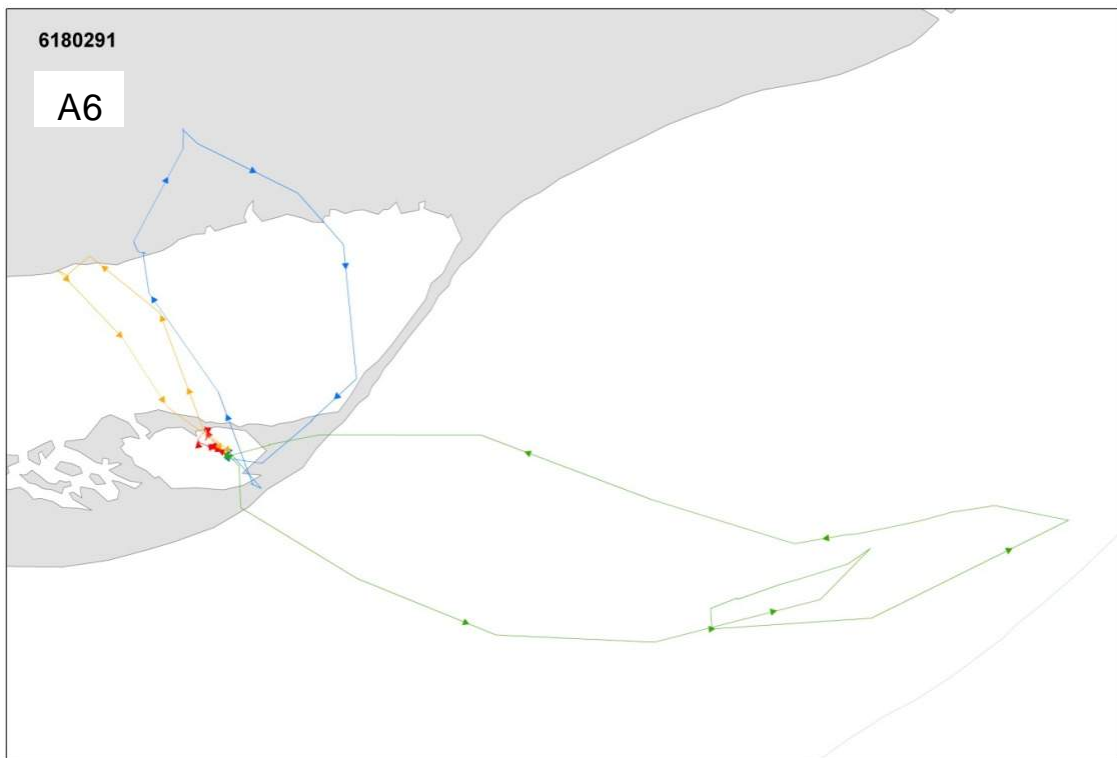
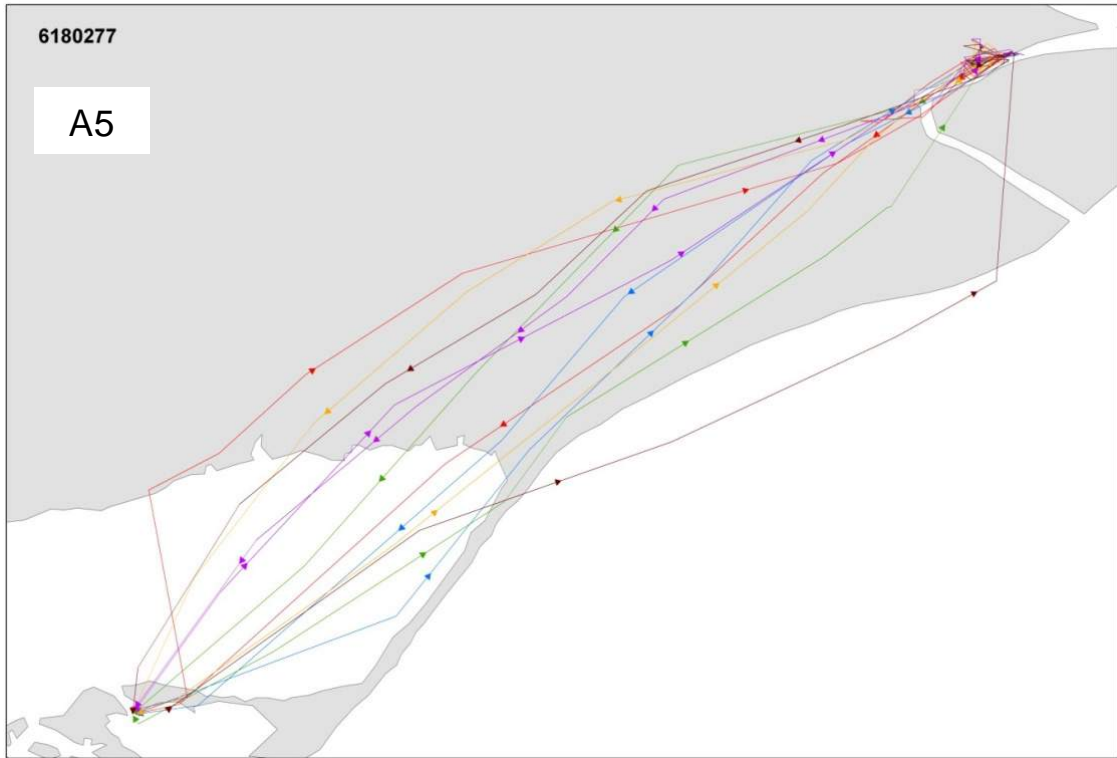
## APÉNDICE

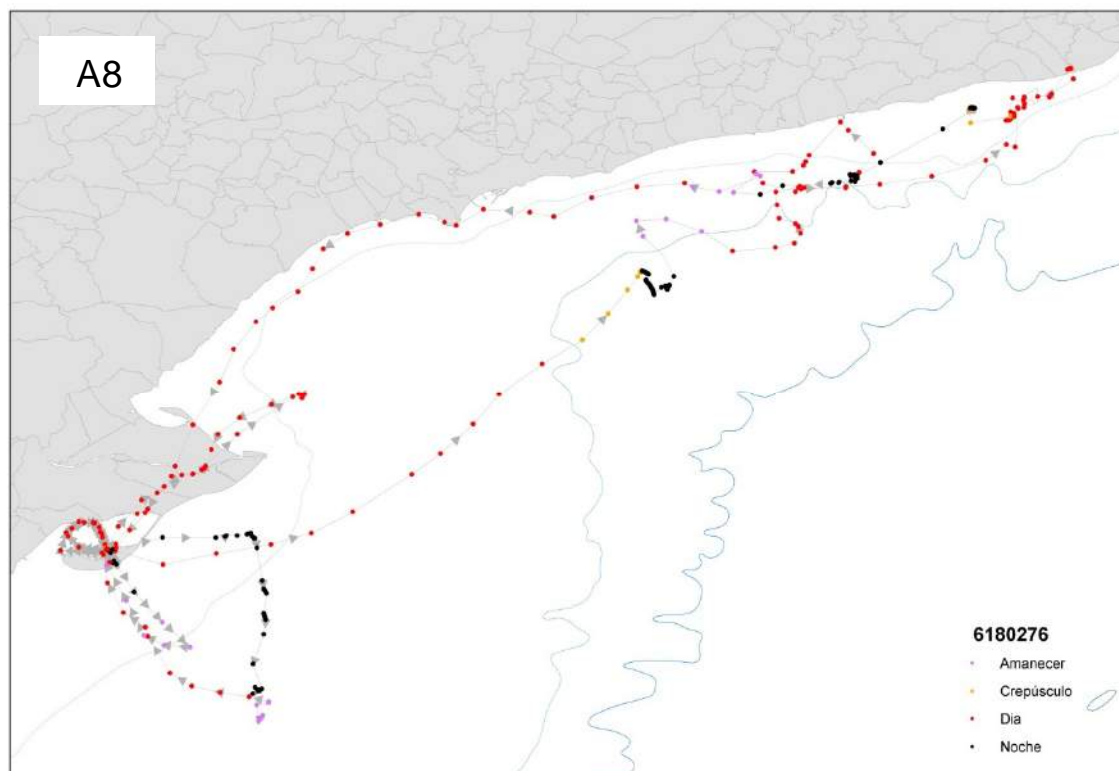
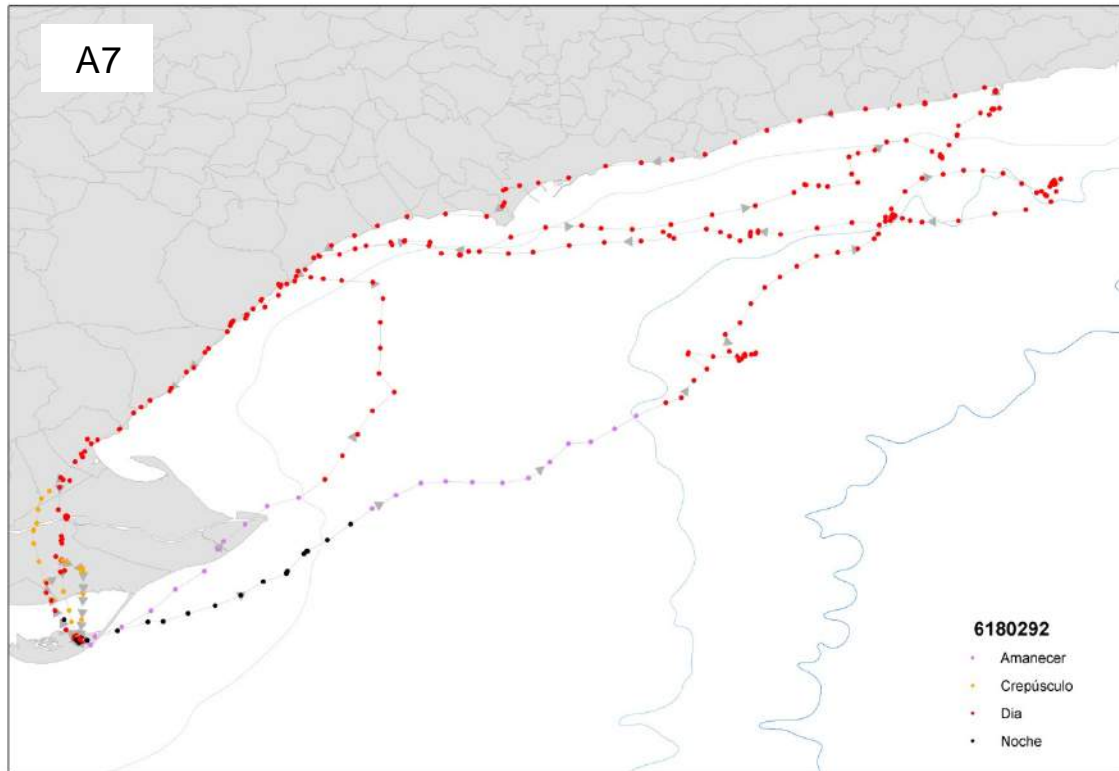
Las siguientes figuras (A1-A6) muestran los viajes de alimentación de cada uno de los ejemplares marcados (en su totalidad y resaltando detalles cuando se considera oportuno). El número de anilla del ejemplar se indica para identificar cada mapa (cotejar con Tablas 1 y 2). A continuación se detalla, para cada ejemplar, las localizaciones obtenidas según la hora del día (amanecer, día, crepúsculo, noche) (A7-A10).

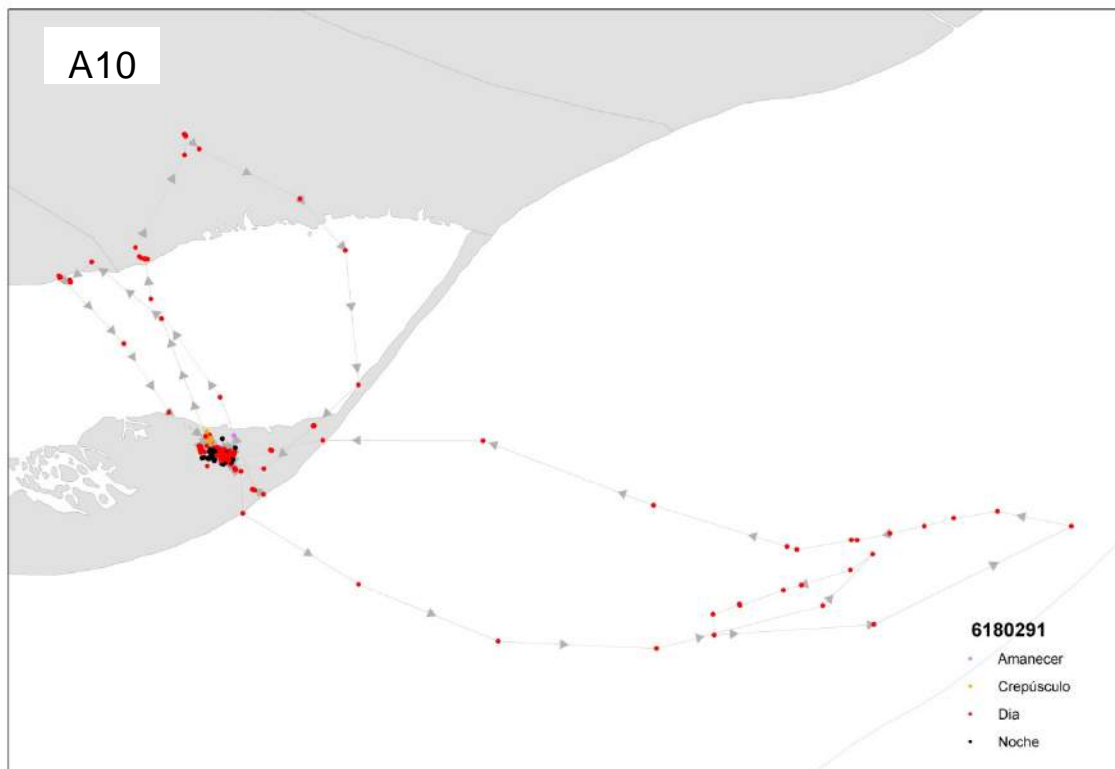
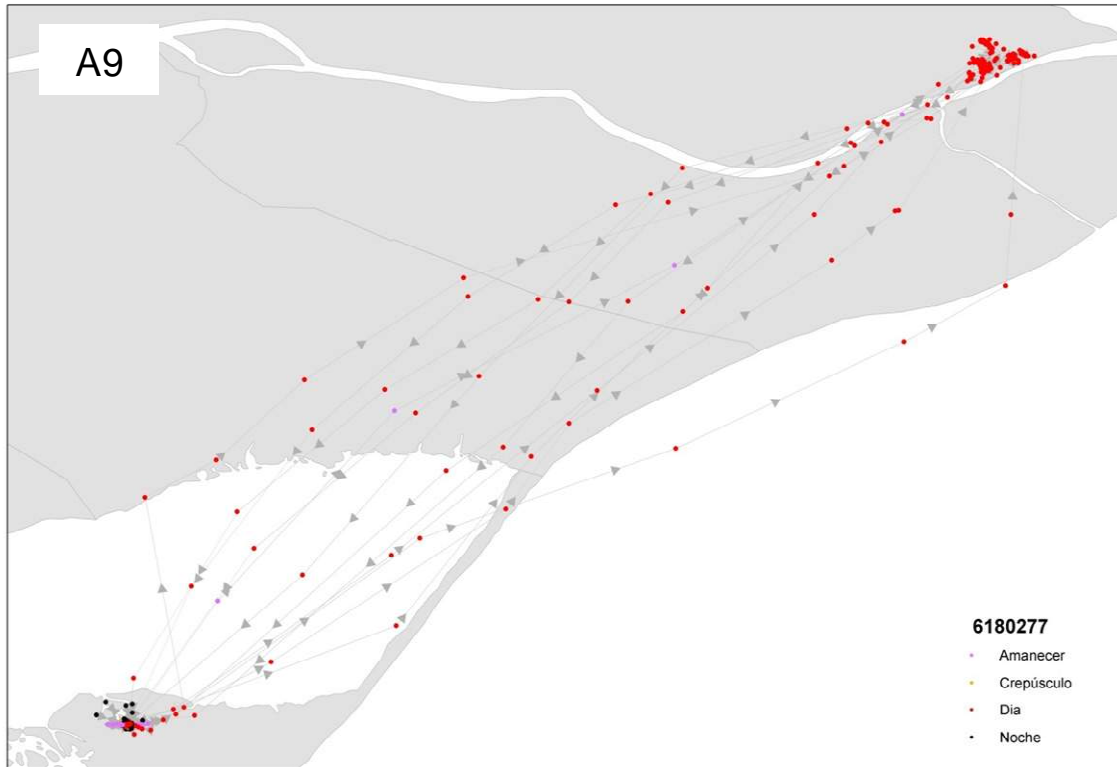












# Campaña de marcaje de SEO/BirdLife: Gaviota de Audouin – GPS Delta del Ebro (mayo de 2011)



SEO/BirdLife

INDEMARES



INDEMARES





# **Campaña de marcaje de SEO/BirdLife: Gaviota de Audouin – GPS Delta del Ebro (mayo de 2011)**

## **Trabajo de campo:**

José Manuel Arcos  
Juan Bécares  
Albert Cama  
Santiago Bateman  
Víctor García Matarranz

## **Colaboradores (Universitat de Barcelona):**

Manolo García  
Lluís Jover  
Carola Sanpera

## **Textos:**

Juan Bécares  
José Manuel Arcos

## **Mapas:**

Juan Bécares

## **Fotografías<sup>1</sup>:**

José Manuel Arcos  
Juan Bécares

## **Coordinación:**

José Manuel Arcos

---

<sup>1</sup> Foto portada: Gaviotas de Audouin *Larus audouinii* en la colonia de la Punta de la Banya marcadas con registrador GPS;. Foto: J. Bécares.

## ÍNDICE

---

INTRODUCCIÓN .....	1
MATERIAL Y MÉTODOS.....	3
Área de estudio y especie objetivo .....	3
Consideraciones previas sobre los emisores.....	4
Estrategia de marcaje .....	5
Modelos de adecuación del hábitat .....	8
Análisis isotópico .....	10
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	11
Esfuerzo y cobertura.....	11
Funcionamiento de los registradores de GPS .....	13
Patrones de distribución, ritmos de actividad y ecología trófica.....	15
Modelos de adecuación del hábitat .....	18
Análisis isotópico .....	20
CONSIDERACIONES FINALES.....	22
Interacciones con la actividad pesquera .....	23
Agradecimientos.....	26
REFERENCIAS .....	26
ANEXO I.....	30



## INTRODUCCIÓN

---

La Fundación Biodiversidad coordina el proyecto Inventario y Designación De La Red Natura 2000 en Áreas Marinas del Estado Español, INDEMARES (LIFE + 07/NAT/E/000732; 2009-2013), que cuenta también con las siguientes entidades beneficiarias: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), Instituto Español de Oceanografía (IEO), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), OCEANA, WWF-España (WWF), Alnitak, Coordinadora para el Estudio de los Mamíferos Marinos (CEMMA), Sociedad para el Estudio de los Cetáceos en el Archipiélago Canario (SECAC) y la Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife).

Este proyecto tiene por objetivo identificar, caracterizar y eventualmente incorporar a la Red Natura 2000 las áreas marinas prioritarias para su conservación en base a los criterios de las Directivas Hábitats (que contempla la designación de los Lugares de Importancia Comunitaria, LIC) y Aves (designación de Zonas de Especial Protección para las Aves, ZEPA). Asimismo, INDEMARES incluye entre sus objetivos establecer la base para los futuros planes de gestión de los espacios Red Natura 2000 marinos. De esta forma, el proyecto realiza una aportación fundamental a la conservación de los mares españoles, contribuyendo al mismo tiempo al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la Unión Europea a los Estados Miembros en materia ambiental.

El trabajo de INDEMARES se concentra en 10 áreas objetivo, pre-seleccionadas por sus valores en cuanto a hábitats y especies marinas. Sin embargo, el ámbito de estudio va más allá de estos espacios en el caso de las aves, ya que como modelo para la designación de las ZEPA marinas se ha partido del inventario de Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (IBA) marinas elaborado por SEO/BirdLife en el marco del proyecto Áreas importantes para las aves (IBA) marinas en España (LIFE04 NAT/ES/000049; 2004-2009; Arcos et al. 2009). Este proyecto proporcionó una visión de conjunto que permitió identificar las áreas prioritarias para la conservación de las aves en aguas españolas. En total son 42 espacios que abarcan casi 43.000 km<sup>2</sup>, más otros 4 espacios (c. 15.000 km<sup>2</sup>) que a priori son de gran valor pero que quedaron como IBA potenciales por considerarse insuficiente la información recogida en ellos. Una vez identificadas estas áreas, el trabajo sobre aves debe dirigirse a:

1. Estudios de seguimiento a gran escala que permitan ratificar el inventario de IBA marinas, mediante: (a) confirmación (o no) de los valores ornícticos de aquellas zonas a priori importantes, que quedaron como IBA marinas potenciales por considerarse insuficiente la información disponible; (b) comprobación de la estabilidad del inventario de IBA marinas a largo plazo, y (c) evaluación de posibles cambios en los patrones de



- distribución de las aves a lo largo del tiempo (Acciones A.4.1, A.4.2 y A.4.3).
2. Estudios de detalle en las áreas prioritarias (IBA marinas), que proporcionen información de calidad sobre los patrones de distribución de las aves marinas a pequeña y mediana escala, sus ritmos de actividad y los usos que hacen del medio (interacciones con otros organismos y con actividades humanas, amenazas), y que en última instancia permitan desarrollar las medidas de gestión adecuadas para mantener (o mejorar) su buen estado de conservación (Acciones A.4.2, A.4.3 y A.13).
  3. Acciones directamente dirigidas a evaluar el impacto de las actividades humanas sobre las aves y su hábitat, así como a plantear posibles medidas de gestión que minimicen dicho impacto (A.13).

El trabajo de SEO/BirdLife en INDEMARES se ha ajustado a estas tres prioridades. En concreto, las acciones desarrolladas sobre el terreno son:

- Acciones A.4.1 y A.4.2. Censos desde embarcación, aprovechando campañas oceanográficas u organizando campañas específicas. La acción A.4.1. tiene por objetivo mantener el seguimiento a gran escala, mientras que la A.4.2 se centra a estudiar con mayor detalle las distintas “áreas INDEMARES”
- Acción A.4.3. Seguimiento remoto de aves, usando distintos dispositivos. En este caso se aporta información a pequeña, mediana o gran escala, según la especie, tipo de dispositivo y periodo de marcaje.
- Acción A.13. Evaluación de la interacción con actividades humanas y posibles impactos. A esta acción contribuye parte de la información recogida en las acciones anteriores, así como acciones específicas como la realización de encuestas a pescadores, embarques en pesqueros y talleres participativos.

El objetivo final de este trabajo es el de complementar y afianzar la base establecida ya por el inventario de IBA marinas para designar la red de Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) marinas en España, que en cumplimiento de la Directiva Aves contribuye a la red Natura 2000. Dicha red debe ser coherente, cubriendo las áreas más importantes para las aves marinas en España, y requiere de la información de detalle obtenida durante el proyecto INDEMARES para la adecuada gestión de sus valores.

La presente campaña corresponde a la acción A.4.3 (marcajes), y se se llevó a cabo en el área del Delta del Ebro-Columbretes, identificada como área INDEMARES e IBA marina (ES409). Como IBA probablemente sea la más importante en el contexto

mediterráneo, por su valor único como área de alimentación para numerosas especies amenazadas (entre las que destacan la pardela balear *Puffinus mauretanicus* y la gaviota de Audouin *Larus audouinii*), así como entorno de cría de otras muchas. De las reproductoras locales destaca claramente la gaviota de Audouin, con casi dos terceras partes de la población mundial nidificando en la zona (en el Delta del Ebro).

El grado de humanización de la zona es muy elevado, destacando la importancia de la actividad pesquera, así como la presencia de puertos industriales y una petroquímica, una plataforma petrolífera y proyectos de explotación de energía eólica en el mar (Arcos *et al.* 2009). Conocer por tanto el grado de interacción entre las aves marinas que utilizan la zona y estas actividades humanas es vital para poder gestionar bien el espacio y garantizar la buena conservación de las aves y su hábitat. Los marcajes con aparatos de seguimiento remoto, especialmente los registradores de GPS (por su precisión y frecuencia de señales) brindan la oportunidad de estudiar en detalle este tipo de interacciones.

Así, la campaña se planteó con el objetivo de caracterizar de forma detallada los patrones de actividad y los movimientos de la gaviota de Audouin en esta zona, así como sus interacciones con actividades humanas (particularmente la pesca). Previamente se habían marcado con éxito estas aves con emisores vía satélite (PTT) en el marco del Proyecto LIFE de IBA marinas, pero la precisión de estos aparatos no permitió un análisis minucioso de los movimientos de las aves entorno a la colonia, si bien fue de gran utilidad para conocer sus movimientos a lo largo de todo su ciclo vital. En el año 2010 se realizaron marcajes con registradores GPS a modo experimental, y este año se ha realizado el marcaje de 60 aves, una vez superados los problemas logísticos del seguimiento de 2010.

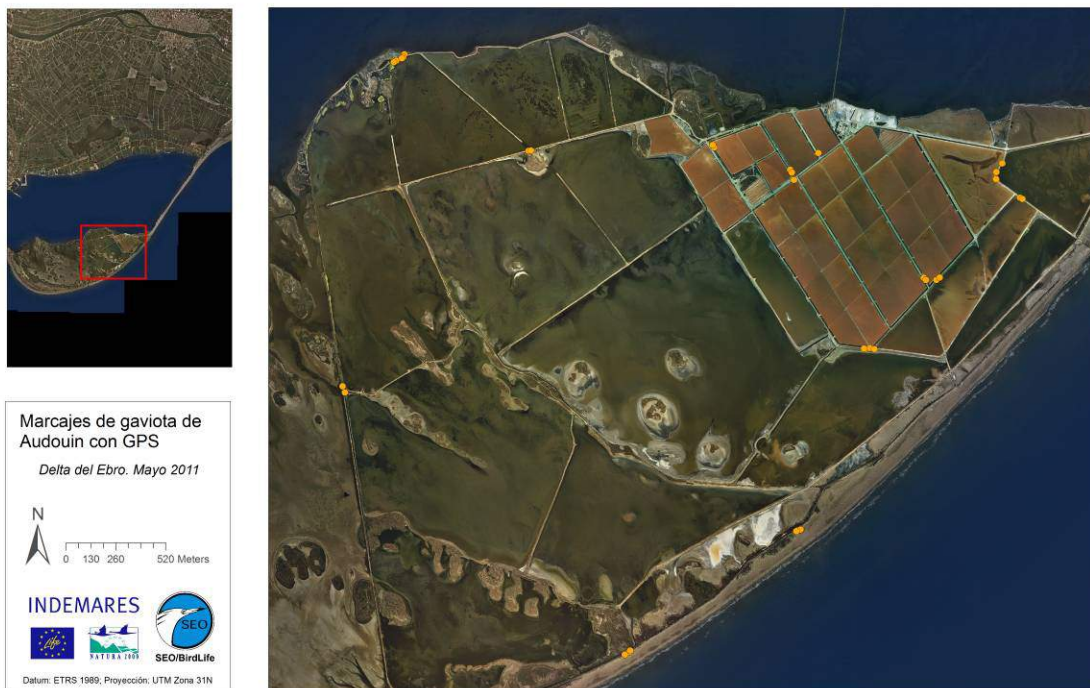
## **MATERIAL Y MÉTODOS**

---

### **Área de estudio y especie objetivo**

El marcaje se realizó en la colonia de gaviota de Audouin *Larus audouinii* de la Punta de la Banya, en el Delta del Ebro. Esta colonia alberga cerca de 2/3 de la población mundial de esta gaviota (Bertolero *et al.* 2008), por lo que la conservación de la población local es crucial para la viabilidad de la especie (Madroño *et al.* 2004). La colonia se reparte en diversos núcleos, que en los últimos años se han concentrado entre la zona de las salinas y la playa adyacente (Fig. 1), así como en el puerto de Sant Carles de la Rápita desde 2010. El entorno marino de la colonia corresponde a la IBA marina Plataforma del Delta del Ebro-Columbretes, una zona de gran productividad e intensidad de usos humanos. Cabe señalar la coincidencia de los marcajes con una

veda de pesca de arrastre al norte de la colonia, entre el Delta y el norte de la provincia de Tarragona.



**Figura 1.** Zonas de marcaje de las gaviotas de Audouin, en la *Punta de la Banya*, delta del Ebro. En naranja se muestran los 38 nidos de los ejemplares recuperados.

### Consideraciones previas sobre los emisores

Para el desarrollo de esta acción en 2011 se escogieron modelos de registradores de GPS de la marca *CatTrack* (Perthold, 2011), probados con anterioridad con éxito por el equipo de SEO/BirdLife (SEO/BirdLife, 2011). A diferencia de los emisores de PTT, los registradores GPS requieren recapturar a las aves marcadas para descargar la información. También difieren en su menor autonomía respecto a los PTT (debido a que los GPS no llevan alimentación solar). Por otro lado los registradores GPS son mucho más económicos, por lo que se puede contar con mayor número de unidades. El principal problema de este sistema es que requiere la recaptura del ejemplar para descargar el GPS.

El personal técnico de SEO/BirdLife tenía experiencia previa en el marcaje de gaviotas de Audouin, habiendo colocado emisores vía satélite (PTT) a un total de 23 ejemplares durante el Proyecto LIFE de IBA marinas (Arcos et al. 2009) con arnés torácico y los 12 ejemplares con GPS en 2010 (con cinta tesa). Los marcajes mediante arnés permitieron obtener información de gran valor sobre los movimientos de estas aves a lo largo de todo su ciclo anual, pero su precisión y frecuencia de localizaciones no permitía profundizar en el estudio detallado del uso del espacio en torno a las colonias de cría. Así, pues, en 2010 se optó por emplear registradores de GPS unidos al dorso del ave

con cinta TESA. Los resultados en términos de sujeción fueron relativamente bajos, por lo que este año se decidió marcar con arnés, pese a tratarse de un marcaje temporal.

Estos aparatos son sellados mediante un tubo de goma termo retráctil, empleado en trabajos eléctricos, para aislar e impermeabilizar cables (Fig. 4). Estos dispositivos resisten buceos de hasta 15 o 20 m de profundidad, y son relativamente fáciles de programar. La precisión de la señal es la propia del sistema GPS, con un error que en la mayoría de localizaciones no supera los 5-10 m (Perthold, 2011). Esto supone un gran avance respecto a otros sistemas de seguimiento remoto (PTT, GLS, etc.), que suelen presentar errores del orden de varios cientos de metros o incluso varios kilómetros (Bécares et al. 2010). Estas mejoras de los GPS permiten conocer con mucha mayor precisión los patrones de utilización del hábitat por parte de las aves marcadas, así como inferir sus patrones de comportamiento en cada zona (Louzao et al. 2009), tal y como se observó en 2010.

### **Estrategia de marcaje**

El trabajo se llevó a cabo entre el 8 y el 25 de mayo de 2011 en la colonia de cría del delta del Ebro (Fig. 1), coincidiendo con el periodo de incubación de la gaviota de Audouin. Se marcaron 60 ejemplares adultos, capturados en el nido con trampas de caída o trampas tipo tienda de campaña (Bub *et al.*, 1991, Figs. 2 y 3). Los ejemplares capturados se equiparon con registradores GPS de la marca *CatTrack* (Perthold, 2011), y fueron programados para recoger posiciones cada 5 minutos con el software *@Trip-PC*. Esta programación permite obtener hasta 15 días de datos, con una precisión de 5-10m (Perthold, 2011). Pese a ser unos marcajes temporales, la colocación sobre el ave se realizó mediante un arnés de teflón torácico (Bécares *et al.*, 2010; Figs. 4 y 5), ya que en experiencias previas se había observado como algunos ejemplares se arrancaban el GPS unido por el sistema clásico de marcaje de corta duración mediante cinta TESA a las plumas del dorso (SEO/BirdLife, 2010). El peso del dispositivo una vez colocado sobre el ave es de 25 gramos, de manera que no supera el 5% del peso del ejemplar (Cochran, 1980; Phillips *et al.*, 2003). Además del GPS, cada gaviota se marcó tanto con anilla metálica como con una anilla de PVC de color amarillo o naranja.

Tras una semana del marcaje, se procedió a la recaptura de las gaviotas para la descarga de los datos registrados en el dispositivo GPS. Esta se realizó también en el nido, y se alargó en algunos casos hasta el final del periodo de incubación. Algunos ejemplares no se pudieron recapturar, debido a que mostraban una elevada desconfianza a volver a entrar en la trampa y otros dispositivos quedaron inutilizados parcial o totalmente al fallar el sistema de sellado, debido a la unión del arnés a la manga termoretráctil mediante tres agujeros (Fig. 5), que en algún caso se habían abierto. Algún ejemplar llegó a perforar la manga con el pico.





**Figura 2.** Trampa para la captura de Gaviota de Audouin colocada en un nido. Foto: Juan Bécares.



**Figura 3.** Ejemplar de gaviota de Audouin capturada con trampa de caída en un nido del sector de la playa. Foto: Juan Bécares.





**Figura 4.** Ejemplar de Gaviota de Audouin con el dispositivo GPS colocado mediante arnés torácico. se observan los agujeros realizados para la unión del arnés a la manga termoretractil. Foto: Juan Bécares.



**Figura 5.** Técnicos del MAGRAMA y de SEO/BirdLife colocando el dispositivo GPS mediante arnés torácico. Foto: J.M. Arcos.



**Figura 6.** Gaviota de Audouin en vuelo equipada con el registrador GPS (arriba) y dos ejemplares con registrador GPS posados en los que se observa también la anilla de color amarillo (debajo). Se utilizaron mangas termoretráctiles de diferentes colores Fotos: Juan Bécares.

### **Modelos de adecuación del hábitat**

Se han realizado modelos de calidad de hábitat con el método de la Máxima Entropía, implementado en el software Maxent (versión 3.3.3k) (Phillips *et al.*, 2006). Este es uno de los mejores métodos de modelización de la distribución de las especies (Elith *et al.*, 2006), que permite trabajar con datos de sólo presencia. Este es el caso de los datos de seguimiento remoto, ya que sólo aportan información de los ejemplares marcados, sin ofrecer datos de la localización del resto de ejemplares de la población y de las áreas no utilizadas por la especie (Edrén *et al.*, 2010).

Para la realización de los modelos se han preparado una serie de variables ambientales, ya que es necesaria información ambiental continua en el espacio que

permita analizar los patrones geográficos de los datos faunísticos disponibles. El proceso de selección de estas variables se ha definido en base a información bibliográfica (Arcos *et al.*, 2009 y 2012; Louzao *et al.*, 2009 y 2012; Edrén *et al.*, 2010), pero también en base las particularidades de considerar tanto en el medio marino como en el terrestre (Tabla 1).

**Tabla 1.** Variables utilizadas en el proceso de modelización espacial de la gaviota de Audouin. REo: Resolución Espacial original, RT: Resolución Temporal; 1' = 0.016666666°; \*variables finalmente no utilizadas, \*\* variable utilizada para la proyección (en sustitución de *dcol.*)

Variable	Unidades	REo	RT	Fuente
Batimetría; <i>batim</i>	metros	1'	-	ETOPO1 Global Relief Model <sup>1</sup>
Pendiente; <i>pend*</i>	porcentaje	1'	-	Derivada de ETOPO1 Global Relief Model <sup>1</sup>
Orientaciones; <i>orient*</i>	grados	1'	-	Derivada de ETOPO1 Global Relief Model <sup>1</sup>
Dist. a costa; <i>dcost*</i>	grados	0.31'	-	Derivada de GSHHS shoreline <sup>2</sup> . Calculadas como negativa para tierra y positiva en el mar
Dist. a continente; <i>dcont*</i>	grados	0.31'	-	
Altitud; <i>asnm</i>	m	30m	-	Derivada de ASTER GDEM (METI y NASA, 2009) <sup>3</sup>
Recubrimiento de arrozales; <i>rArrozales*</i>	porcentaje	100m	-	A partir de Corine Land Cover 2006 (nivel 3). Descargado del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) <sup>4</sup> .
Altitud arrozales; <i>a_asnm</i>	m	30m	-	Derivada de ASTER GDEM (METI y NASA) <sup>3</sup>
Dist. a la colonia de cría; <i>dcol</i>	grados	0.31'	2011	Calculada como distancia de coste ( <i>Cost distance</i> de ArcGis)
Recubrimiento de puertos pesqueros; <i>rpuertos</i>	porcentaje	200m	-	A partir de BCN200 (Base Cartográfica Nacional) del CNIG <sup>4</sup>
Dist. a puertos pesqueros de arrastre activos <i>dpArr123</i> , <i>dpArr23*</i> <i>dpArr3</i> , <i>dppArr123*</i>	grados	0.31'	-	Calculada como distancia de coste ( <i>Cost distance</i> de ArcGis). Se han realizado diversos cálculos, dividiendo los puertos en 3 categorías en función de la importancia de su flota pesquera (MAGRAMA, 2012): 1: pequeños, 2: medianos y 3: grandes
Dist. a puertos pesqueros de cerco activos <i>dpCerc123</i> , <i>dpCerc23*</i> <i>dpCerc3</i> , <i>dppCerc123*</i> <i>dppArrCerc123*</i> <i>dpArrCerc23*</i>	grados	0.31'	-	En el caso de los puertos de arrastre no se consideran los situados en zonas de veda biológica.
Concentración de Clorofila <i>chl07-11anual*</i> <i>chl07-11mayo*</i>	mg/m <sup>3</sup>	4km	Anual y mensual	Procedentes de Aqua-Modis (nivel 3) <sup>5</sup> .
Concentración de Clorofila (Chl-a); <i>chl2011mayo</i>	mg/m <sup>3</sup>	1km	Diaria	Procedentes de Aqua-Modis (nivel 2) <sup>5</sup> . Promediado para de los días 8-24 mayo 2011.
Temperatura Superficial del mar (SST); <i>sst07-11mayo*</i>	Temp. de brillo	4km	Mensual	Procedentes de Aqua-Modis (nivel 3) <sup>5</sup> .
Temperatura Superficial del mar (SST); <i>sst2011mayo</i>	Temp. de brillo	1km	Diaria	Procedentes de Aqua-Modis (nivel 2) <sup>5</sup> . Promediado para de los días 15-17 mayo 2011.
Densidad de frentes; <i>densFRO</i>	n/km <sup>2</sup>	0.31'	Quincenal	Calculada mediante la herramienta <i>Line Density</i> de ArcGis para todos los FRO. Los FRO están calculados a partir de la SST de Aqua y Terra (nivel 2) para cada día mediante el algoritmo SIED (Cayula y Cornillon, 1992)
Vedas; <i>vedas</i>	-	0.31'		BOE, 2011 y DOGC, 2011
Dist. a todas las colonias de cría; <i>dcols**</i>	grados	0.31'	2011	SEO/BirdLife, 2012. Calculada como distancia de coste ( <i>Cost distance</i> de ArcGis)

<sup>1</sup> <http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/relief/> <sup>2</sup> <http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/shorelines/shorelines.html>

<sup>3</sup> [http://ide.unex.es/wiki/geocatalogo/index.php?title=MDE#SRTM\\_DEM](http://ide.unex.es/wiki/geocatalogo/index.php?title=MDE#SRTM_DEM) <sup>4</sup>

<http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/buscadorCatalogo.do> <sup>5</sup> <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>



Con los datos GPS obtenidos fuera de la colonia se han creado dos submuestras, una para días laborables ( $n=28844$  locs.) y otra para festivos ( $n=9246$  locs.), con el objetivo de evaluar si existen diferencias entre ellas en función de la actividad pesquera. Estas dos submuestras se han dividido a su vez en 12 intervalos horarios (IH) de dos horas de duración cada uno. De este modo se obtienen 24 submuestras que se utilizarán para calibrar y validar los 24 modelos finales. Para evitar cometer errores en el proceso de modelización es muy importante evitar la autocorrelación espacio-temporal de los datos (Dale y Fortin 2002; Dormann, 2007). Por otro lado es también fundamental que todos los ejemplares aporten el mismo número de datos a la muestra, para evitar así dar más peso a unos ejemplares que a otros. Con esa finalidad se ha realizado la selección de datos de calibración, de manera que cada ejemplar aporta a cada modelo el mismo número de localizaciones, que corresponde a un solo dato por día.

Los resultados obtenidos a partir del proceso de modelización predictiva son una aproximación estadística a la realidad y por lo tanto es necesario evaluar su capacidad para predecir los valores en zonas donde el modelo no se haya calibrado. Generalmente se realiza un método de calibración cruzada en que el modelo se construye con una parte de los datos de la especie seleccionados al azar y se evalúa con el resto de datos para comprobar su capacidad de predecir los nuevos valores (Guisan y Zimmermann, 2000). En este caso se ha procedido de igual modo, pero no sobre la totalidad de la muestra, sino sobre las submuestras generadas para evitar problemas de autocorrelación espacial. La capacidad predictiva de los modelos se ha evaluado con el estadístico AUC (*Area Under the Curve*). Este estadístico mide el área bajo la curva ROC (*Receiver Operating Characteristics*), que representa el poder discriminatorio para separar las presencias entradas en el modelo y las ausencias. En definitiva, un valor alto de AUC indica una gran capacidad para diferenciar los ambientes idóneos. Valores de AUC superiores a 0.9 indican un poder discriminatorio excelente, valores entre 0.7 y 0.9 un nivel razonable de discriminación, y valores entre 0.5 y 0.7 se relacionan con niveles marginales de discriminación (Pearce y Ferrier, 2000; Swets, 1988). Para testar las diferencias existentes entre los modelos generados en fines de semana y en días laborables, se ha utilizado también el estadístico AUC, cruzando las muestras de validación entre festivos y laborables ( $AUC_{cruz}$ ).

### **Análisis isotópico**

La colaboración con un equipo de la Universitat de Barcelona (UB), encargado del seguimiento de la colonia de gaviota de Audouin en el Delta del Ebro (dirigido por la Dra. Carolina Sanpera), permitió profundizar en el estudio de la ecología trófica de la gaviota de Audouin, mediante el análisis isotópico de muestras de sangre recogidas en el momento del marcaje y de la recuperación (Fig. 7). Los isótopos en sangre reflejan la composición de la dieta en los días previos a la recogida de la muestra, y permiten

complementar la información obtenida por los GPS durante el tiempo que han estado colocados (Hobson & Wassenaar 2008). En concreto se analizaron la relación de isótopos estables de Carbono (d13C) y Nitrógeno (d15N). El primero nos indica la fuente de carbono, es decir, el hábitat; cuanto más positivo más marino, cuanto más negativo más dulceacuícola. El segundo nos indica el nivel trófico y la nitrificación del hábitat; cuanto más alto indica niveles tróficos más altos; generalmente las aves con hábitos más marinos presentan valores más elevados, pero hay que tener en cuenta que el arrozal está muy nitrificado.



**Figura 7.** Extracción de sangre de uno de los ejemplares de Gaviota de Audouin marcados. Foto: Juan Bécares.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Esfuerzo y cobertura**

En total se recapturaron 37 ejemplares de los 60 marcados (Tabla 2), más un ejemplar que se recuperó muerto en Barcelona como consecuencia de la ingestión de 9 anzuelos de pesca (Fig. 8). De estos ejemplares se obtuvieron datos de 36 ejemplares, aportando un promedio de 8.73 días de datos (DE=3.85; rango 0.82-15.60; Tabla 3). Algunos de los ejemplares no llegaron a ser recapturados porque desconfiaban de la trampa y tras varios intentos se descartó la recaptura para evitar incrementar las molestias. Otros ejemplares en cambio abandonaron el nido por causas que se

desconocen. Pese a todo es habitual que una fracción de las aves reproductoras deserten por razones diversas (meteorología, condición física de las aves, depredación del nido, etc.), por lo que este abandono no tiene por qué estar relacionado con el marcaje.

Cabe destacar que alguno de los ejemplares no recapturados fueron observados posteriormente en diversas localidades del litoral español. Por otro lado, algún ejemplar con anilla amarilla al que se le pudo leer la anilla metálica había perdido de forma natural el dispositivo GPS, cumpliéndose en parte el objetivo de que individuos no recapturados perdieran el dispositivo a lo largo del año. Por otro lado, algunos ejemplares no lo perdieron, por lo que en la campaña del año 2012 se pudo retirar el GPS a un ejemplar que aún lo llevaba tras la campaña de 2011.



**Figura 8.** Ejemplar de gaviota de Audouin encontrada muerta en un parque de la ciudad de Barcelona, consecuencia de la ingestión de 9 anzuelos. Fotos: J.M. Arcos - C.R.F. Torreferrussa

**Tabla 2.** Ejemplares de gaviota de Audouin anillados y equipados con registradores GPS en mayo de 2011 en la colonia de cría de la Punta de la Banya en el delta del Ebro. Se muestran las principales medidas biométricas, así como si el ejemplar se recuperó y en caso de recuperarse si se registraron posiciones GPS.

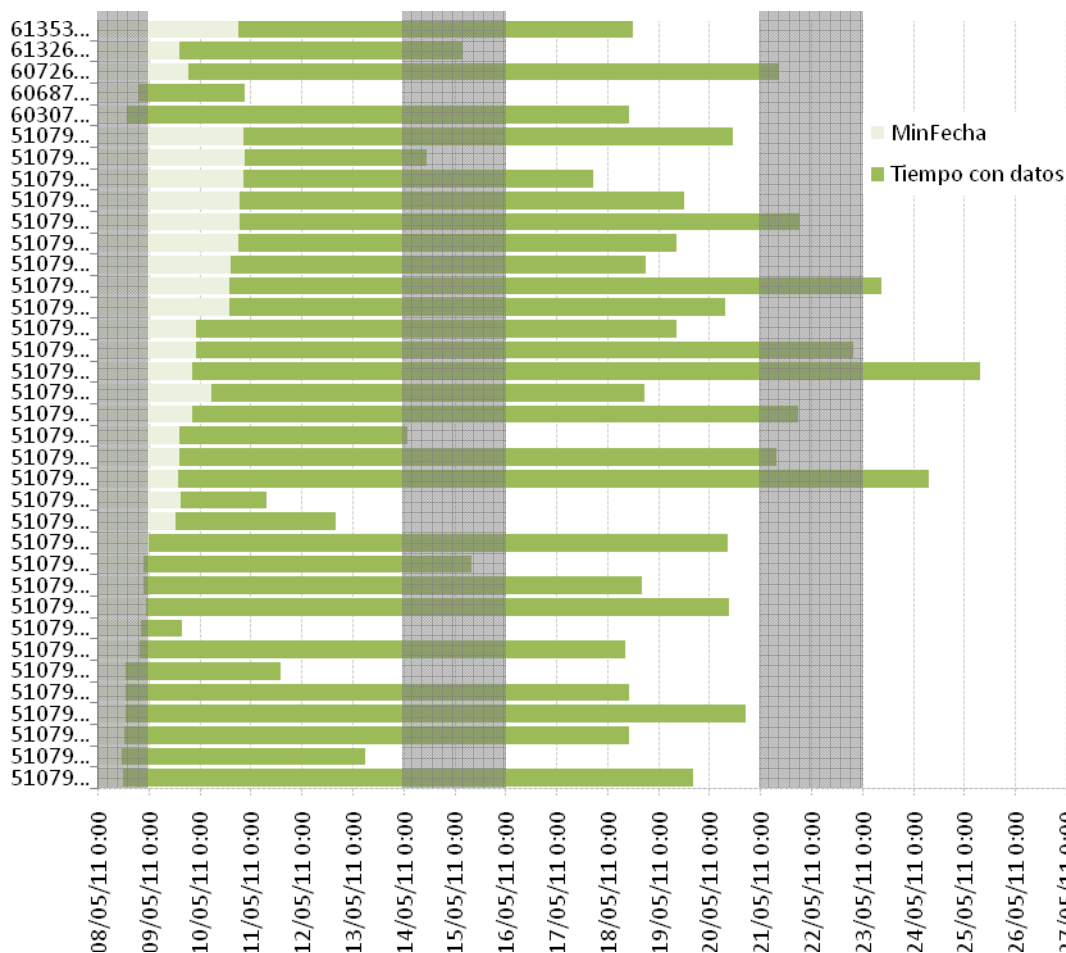
Anilla	datos	pesoCol	pesoRet	altPico	craneoPico	longAla	tarso	nHuevos	fechaHoraCol	fechaHoraRet
5107911	NO	725	-	-	-	-	-	3	08/05/2011 10:20	-
5107912	SÍ	645	620	15.32	122.35	416	58.49	3	08/05/2011 10:20	19/05/2011 18:35
5107913	SÍ	500	490	13.96	106.45	403	52.37	3	08/05/2011 10:20	18/05/2011 19:14
5107914	NO	510	545	14.6	117.83	392	54.88	3	08/05/2011 11:00	20/05/2011 9:10
5107915	NO	650	-	-	-	-	-	3	08/05/2011 11:00	-
5107916	SÍ	530	485	14.78	106.99	391	56.02	3	08/05/2011 11:50	18/05/2011 12:15
5107917	SÍ	510	560	14.09	108.38	389	54.77	3	08/05/2011 11:50	20/05/2011 19:20
5107918	SÍ	610	645	16.12	112.43	409	61.25	3	08/05/2011 12:30	18/05/2011 12:15
5107919	SÍ	620	625	14.91	114.36	409	58.59	3	08/05/2011 12:30	19/05/2011 20:19
5107920	NO	600	-	16.2	-	-	63.5	3	08/05/2011 18:05	-

Anilla	datos	pesoCol	pesoRet	altPico	craneoPico	longAla	tarso	nHuevos	fechaHoraCol	fechaHoraRet
5107921	NO	590	-	-	-	-	-	3	08/05/2011 18:30	-
5107922	SÍ	630	645	16.51	111.35	409	62.81	4	08/05/2011 18:30	18/05/2011 10:30
5107923	SÍ	600	600	16.54	116.12	417	59.08	3	08/05/2011 19:30	18/05/2011 18:52
5107924	NO	480	-	-	-	-	-	3	08/05/2011 19:30	-
5107925	SÍ	465	470	14.63	103.11	385	55.21	3	08/05/2011 19:30	20/05/2011 11:30
5107926	NO	500	-	-	-	-	-	3	08/05/2011 20:28	-
5107927	SÍ	520	545	14.53	110.51	390	52.05	3	08/05/2011 20:28	18/05/2011 18:00
5107928	SÍ	580	575	14.52	112.2	395	55.48	3	08/05/2011 20:28	21/05/2011 19:15
5107929	SÍ	650	650	16.24	115.99	412	59.72	4	08/05/2011 20:42	20/05/2011 10:45
5107930	SÍ	620	650	15.22	115.7	416.5	57.06	3	09/05/2011 11:20	27/05/2011 9:30
5107931	NO	610	-	-	-	-	-	3	09/05/2011 11:20	-
5107932	SÍ	540	550	15.28	112.33	-	53.96	3	09/05/2011 11:41	24/05/2011 19:00
5107933	NO	530	-	-	-	-	-	3	09/05/2011 12:09	-
5107934	NO	480	-	-	-	-	-	2	09/05/2011 12:09	-
5107935	SÍ	600	620	15.47	116.73	405	57.72	3	09/05/2011 12:50	24/05/2011 9:25
5107936	SÍ	580	600	15.34	148.05	402	56.23	3	09/05/2011 13:20	21/05/2011 9:40
5107937	NO	540	-	-	-	-	-	3	09/05/2011 12:50	-
5107938	SÍ	600	560	15.71	112.23	409	58.08	3	09/05/2011 13:20	21/05/2011 20:20
5107939	NO	560	-	-	-	-	-	3	09/05/2011 18:05	-
5107940	SÍ	490	460	14.33	105.4	397	54.26	3	09/05/2011 18:25	21/05/2011 18:00
5107941	SÍ	540	580	14.82	104.99	400	55.58	3	09/05/2011 18:25	18/05/2011 17:30
5107942	SÍ	610	640	15.9	113.52	415	60.08	3	09/05/2011 18:50	25/05/2011 9:30
5107943	SÍ	570	440	-	-	-	-	3	09/05/2011 19:10	25/05/2011 0:00
5107944	SÍ	630	580	17.35	113.08	413	53.21	3	09/05/2011 19:30	19/05/2011 10:44
5107945	NO	535	-	-	-	-	-	3	09/05/2011 19:30	-
5107946	NO	615	675	15.73	109.18	409	57.58	3	09/05/2011 19:30	25/05/2011 18:43
5107947	NO	610	-	-	-	-	-	3	10/05/2011 11:05	-
5107948	SÍ	520	500	14.49	103.99	383	52.54	3	10/05/2011 12:30	20/05/2011 19:30
5107949	NO	490	-	-	-	-	-	3	10/05/2011 12:30	-
5107950	SÍ	725	620	17.03	114.05	401	55.5	3	10/05/2011 13:10	26/05/2011 17:25
5107951	NO	575	-	-	-	-	-	3	10/05/2011 13:10	-
5107953	NO	520	-	-	-	-	-	3	10/05/2011 13:57	-
5107953	SÍ	620	590	15.54	115.69	417	-	3	10/05/2011 13:57	18/05/2011 20:19
5107954	NO	520	-	-	-	-	-	3	10/05/2011 17:10	-
5107955	SÍ	560	528	14.47	110.04	390	52.05	3	10/05/2011 17:10	19/05/2011 10:15
5107956	SÍ	630	580	15.47	125.78	422	58.3	3	10/05/2011 17:10	21/05/2011 20:35
5107957	SÍ	580	625	16.2	114.69	398	61.04	3	10/05/2011 18:00	19/05/2011 13:56
5107958	NO	450	-	-	-	-	-	3	10/05/2011 18:00	-
5107959	SÍ	550	645	14.62	113.55	-	58.33	3	10/05/2011 18:42	21/05/2011 11:50
5107960	NO	500	-	-	-	-	-	3	10/05/2011 18:42	-
5107960	NO	630	-	-	-	-	-	3	10/05/2011 19:50	-
5107961	SÍ	640	600	15.23	114.84	408	57.71	3	10/05/2011 18:42	19/05/2011 12:40
5107962	SÍ	615	585	15.29	110.85	395	60.79	3	10/05/2011 19:15	24/05/2011 9:25
5107963	NO	640	-	-	-	-	-	3	10/05/2011 19:15	-
6030764	SÍ	500	505	14.43	102.81	398	56.4	3	08/05/2011 13:00	18/05/2011 12:15
6034267	NO	510	-	-	-	-	-	3	09/05/2011 19:10	-
6068786	SÍ	600	645	14.58	115.06	409	60.59	3	08/05/2011 18:30	18/05/2011 11:00
6072630	SÍ	520	480	14.31	124.7	391	53.99	3	09/05/2011 18:05	21/05/2011 10:40
6132642	SÍ	510	-	14.5	107.13	388	56.46	3	09/05/2011 13:20	20/05/2011 20:20
6135339	SÍ	690	620	15.42	113.35	403	58.88	3	10/05/2011 17:10	21/05/2011 11:35

### Funcionamiento de los registradores de GPS

El funcionamiento de los registradores de GPS fue muy bueno, y los únicos problemas se produjeron cuando el dispositivo se mojó, momento a partir del cual dejaron de

funcionar. Este hecho ha provocado que la disponibilidad de datos por ejemplar hay sido muy variable, oscilando entre 2 y 16 días (Fig. 9).



**Figura 9.** Duración del periodo con datos para cada ejemplar en mayo de 2011 (verde), en gris fines de semana.

La precisión de la señal es la propia del sistema GPS, con un error que en la mayoría de localizaciones no ha superado los 10 m. Esto supone un gran avance respecto a otros sistemas de seguimiento remoto como puedan ser los PTTs, que suelen presentar errores del orden de varios cientos de metros o incluso varios kilómetros. Esta mejora de los GPS permite conocer con mucha mayor precisión los patrones de utilización del hábitat por parte de las aves marcadas, así como inferir su comportamiento. En efecto, la trayectoria de estas aves se puede conocer con suficiente precisión para poder diferenciar entre viajes, movimientos de alimentación, periodos de reposo en el mar, o permanencia en la colonia; incluso diferenciar los periodos de incubación de los que el ejemplar permanece reposando cerca del nido. Asimismo, se puede analizar esta información en función de la hora del día y así inferir los ritmos de actividad. La frecuencia de localizaciones (una cada 5 minutos, que da un promedio de 240 por día) se considera más que suficiente, si bien con una recogida de datos en continuo,



permitiría ganar mucho más detalle. La Tabla 3 muestra los datos obtenidos para cada uno de los ejemplares, indicando el número de viajes, su duración media, así como la disponibilidad de datos en días festivos y laborables.

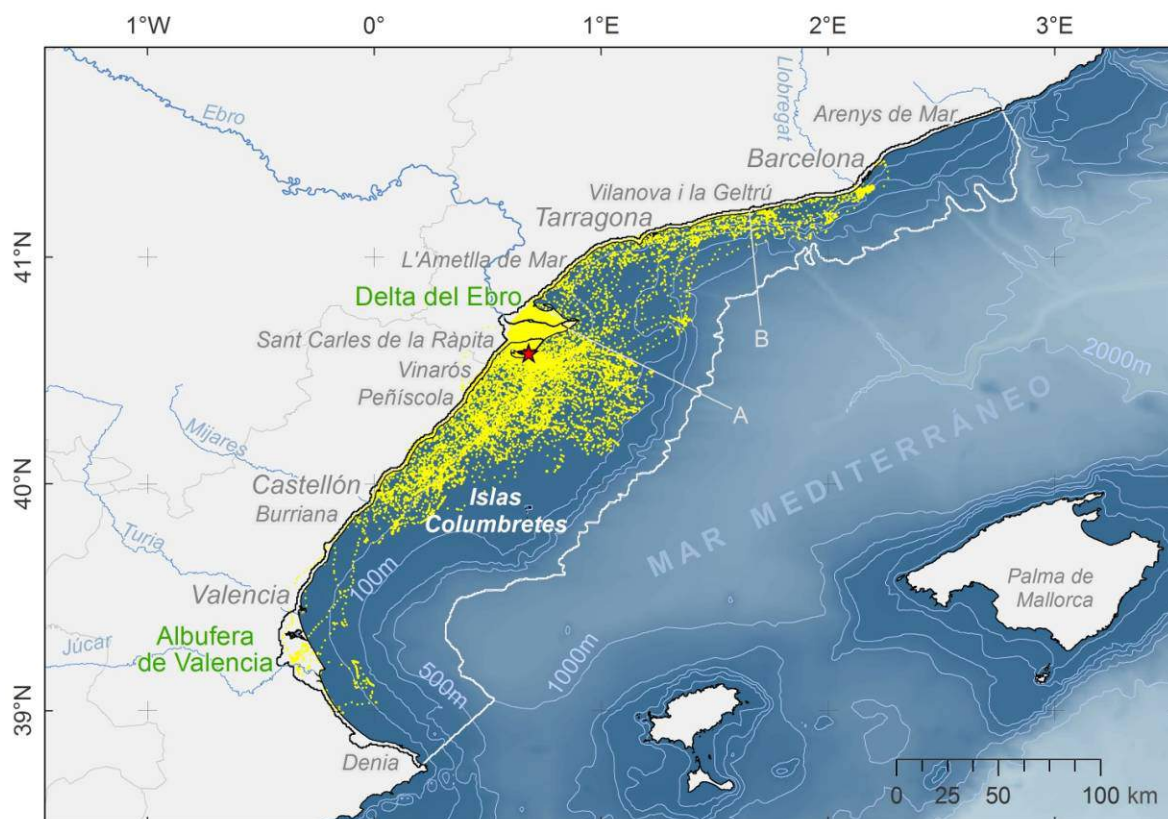
**Tabla 3.** Resumen de los datos obtenidos para cada uno de los ejemplares de gaviotas de Audouin de las que se obtuvieron datos de GPS.

Ejemplar	Duración Marcaje (días)	Nº locs (Totales)	Nº locs (Viajes)	Nº de viajes	duración media del viaje (horas) ± DE	Nº locs		Días disponibles	
						Lab.	Fest.	Lab.	Fest
5107912	11.23	3175	915	17	4.49 ± 3.68	704	211	9	3
5107913	4.79	1380	669	5	11.15 ± 10.21	514	155	4	1
5107916	9.91	2834	1110	8	11.56 ± 9.02	687	423	7	2
5107917	12.20	3508	1981	18	9.17 ± 8.23	1483	498	10	3
5107918	9.89	2794	747	12	5.19 ± 2.92	577	170	7	3
5107919	3.06	875	215	4	4.48 ± 1.92	191	24	3	1
5107922	9.55	2741	1092	15	6.07 ± 4.04	792	300	8	3
5107923	0.82	237	119	2	4.96 ± 6.31	113	6	1	1
5107925	11.55	3300	1245	10	10.38 ± 8.62	1144	101	10	2
5107927	9.79	2796	897	16	4.67 ± 2.71	706	191	8	2
5107928	6.44	1826	745	7	8.87 ± 5.25	629	116	5	1
5107929	11.48	3280	803	12	5.58 ± 3.22	690	113	9	2
5107930	3.17	911	431	4	8.98 ± 8.5	431	0	4	0
5107932	1.69	509	187	3	5.19 ± 3.05	187	0	3	0
5107935	14.75	4222	2386	15	13.26 ± 10.53	1880	506	12	4
5107936	11.75	3395	1807	10	15.06 ± 16.55	1330	477	10	3
5107938	4.49	1283	410	9	3.8 ± 3.16	410	0	5	0
5107940	11.96	3428	2189	7	26.06 ± 24.37	1465	724	9	3
5107941	8.92	2561	1353	8	14.09 ± 16.05	966	387	7	2
5107942	15.50	4418	1861	23	6.74 ± 4.2	1378	483	12	4
5107943	15.60	4467	2401	8	25.01 ± 22.55	1392	1009	9	4
5107944	9.53	2693	879	11	6.66 ± 4.44	757	122	8	2
5107948	9.77	2795	1283	12	8.91 ± 8.16	991	292	9	2
5107950	12.80	3652	950	13	6.09 ± 4.22	598	352	8	4
5107953	8.15	2324	1021	7	12.15 ± 10.7	798	223	7	2
5107955	8.59	2461	1051	12	7.3 ± 6.44	721	330	7	2
5107956	11.01	3140	1427	12	9.91 ± 4.05	1118	309	9	2
5107957	8.72	2495	829	13	5.31 ± 3.24	605	224	7	2
5107959	6.94	1986	542	6	7.53 ± 2.06	423	119	5	2
5107961	3.63	1046	421	6	5.85 ± 2.58	376	45	4	1
5107962	9.64	2691	1215	11	9.2 ± 10.05	993	222	9	2
6030764	9.85	2795	1580	8	16.46 ± 15.06	1235	345	7	2
6068786	2.08	600	244	2	10.17 ± 0.12	244	0	2	0
6072630	11.59	3339	1079	24	3.75 ± 3.22	839	240	9	3
6132642	5.55	1615	1031	6	14.32 ± 10.44	736	295	5	2
6135339	7.76	2228	975	7	11.61 ± 9.05	741	234	6	2

### Patrones de distribución, ritmos de actividad y ecología trófica

Para el estudio del uso del espacio se han realizado modelos de adecuación del hábitat en toda la superficie utilizada por las gaviotas de Audouin marcadas, que engloba la

zona marina y litoral del noreste de la península ibérica, desde el cabo de la Nao al sur (Alicante), hasta la desembocadura del río Tordera al norte (Barcelona) e incluye tanto zonas marinas como zonas costeras (Fig. 10). El medio marino abarca toda la plataforma continental y parte del talud, hasta los 1000 metros de profundidad. La franja costera incluye un radio de 2 km tierra adentro desde la línea de costa, incluyendo todos los cultivos de arroz, que la especie utiliza para alimentarse (Navarro *et al.*, 2010).



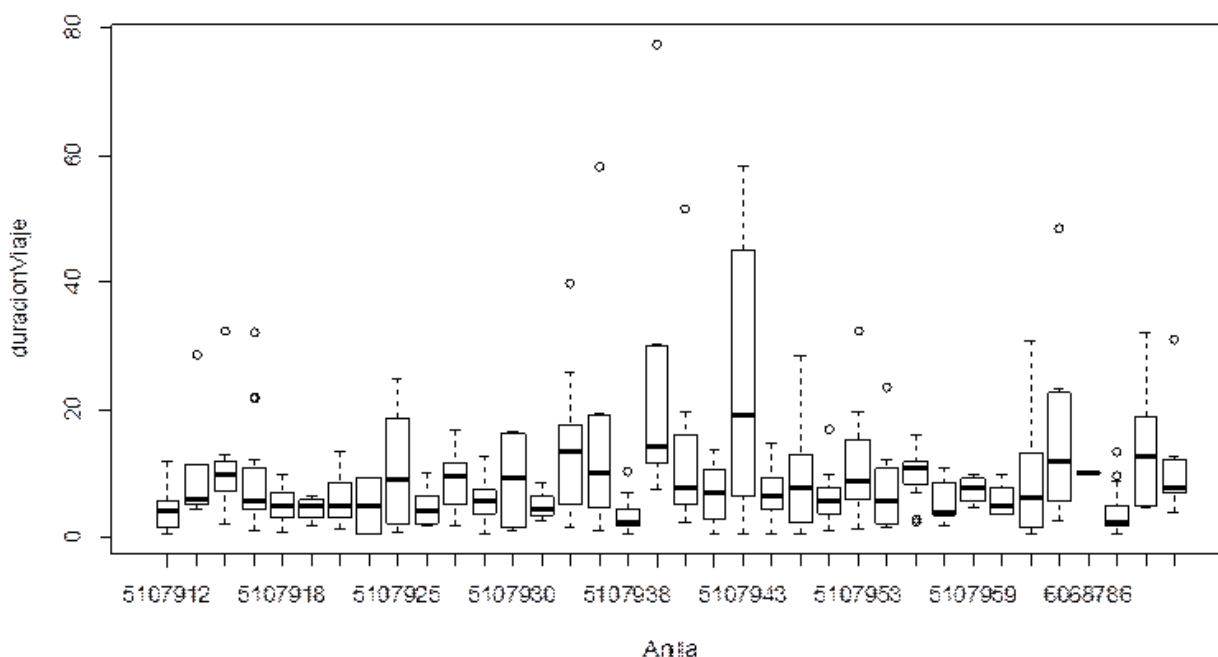
**Figura 10.** Localizaciones de los ejemplares marcados (puntos amarillos). La estrella roja muestra la colonia de cría. Se muestran también las demoras A y B que marcan la zona de veda de pesca de arrastre de fondo durante los marcajes.

Casi la totalidad de ejemplares de la especie (85.7%) ha presentado mayor actividad diurna que nocturna, y en conjunto pasan casi la mitad del tiempo de horas de luz fuera de la colonia (49.8%; DE=11.12, n=35 ej), dedicando la otra mitad del tiempo a incubar. Por la noche la actividad fuera de la colonia se reduce a aproximadamente la mitad (25.75%; DE=20.50, n=35 ej) y en algunos ejemplares es despreciable (14.28% de los individuos pasan menos del 5% de horas nocturnas fuera de la colonia). Es decir que a diferencia de las horas de luz, muchos ejemplares descansan en la colonia. Del tiempo que las aves pasan fuera de la colonia, la mayoría lo pasan descansando (50.49%; DE=14.01, n=36 ej). El comportamiento entre ambientes es también marcadamente distinto, mientras que en los puertos se pasan casi todo el tiempo descansando (83.96%; DE=11.46), en los arrozales se reduce a la mitad del tiempo

(52.96%; DE=17.54), y en el mar apenas descansan (25.16%; DE=12.55), o si lo hacen es ya muy cerca de los puertos.

Las aves visitaron principalmente los arrozales del delta, pero dos de los ejemplares también fueron a alimentarse y descansar a los arrozales de la Albufera de Valencia. En el mar las gaviotas se han desplazado principalmente a la zona sur de la plataforma del delta, evitando las zonas con veda de pesca de arrastre (Fig. 13). Todos los ejemplares han salido al mar directamente desde la colonia, y en casi todos los casos han regresado a ésta siguiendo la línea de costa. Muchos han aprovechado el retorno a la colonia para descansar en los principales puertos pesqueros, así como en otras colonias de cría como la de Castellón o del delta del Llobregat.

Ha existido gran variabilidad en la duración de los viajes, y ha estado muy ligada al hábitat utilizado para alimentarse. Los viajes a los arrozales han sido en general más cortos que los efectuados al mar, que solían terminar en los puertos pesqueros. En muchos casos estos viajes se alejan en mayor medida de la colonia, hecho que puede hacer que el ejemplar no pase la noche en ella, alargando así la duración del viaje. La duración de los viajes ha sido en promedio de 8.74 horas (DE=9.46; rango 0.5-77.33; Fig. 11; Tabla 4).



**Figura 11.** Duración de los viajes (en horas) de todas las gaviotas de Audouin. Se muestran la mediana (línea), rangos intercuartílicos (caja) y mínimo y máximo (líneas discontinuas). Los datos que quedan fuera del rango intercuartílico x 1.5 se dibujan como círculos.

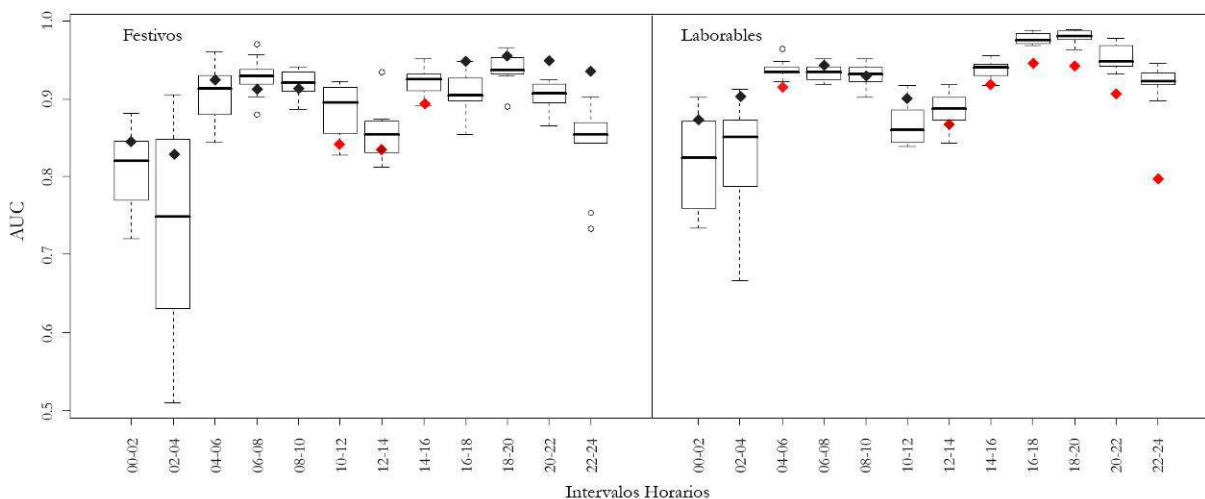
**Tabla 4.** Resumen de la duración de los viajes de cada ejemplar, distancias recorridas y distancia máxima a la que se han alejado del nido.

ANILLA	Duración del viaje (horas)			km recorridos		Distancia máxima del nido por viajes	
	Duración promedio de los viajes	Duración máxima	Duración mínima	Km totales recorridos	Km recorridos por día	Distancia máxima	Promedio de distancia máxima
5107912	4.49	11.83	0.75	1343.29	119.63	78.37	28.83
5107913	11.15	28.75	4.42	495.18	103.39	50.31	28.90
5107916	11.56	32.42	2.17	1112.77	112.30	95.42	46.69
5107917	9.17	32.17	1.00	1740.01	142.60	100.68	33.74
5107918	5.19	10.00	0.92	1231.52	124.51	70.26	35.24
5107919	4.48	6.33	2.00	243.34	79.56	37.53	25.36
5107922	6.07	13.42	1.33	546.22	57.18	16.12	13.39
5107923	4.96	9.42	0.50	31.91	38.75	6.83	5.60
5107925	10.38	24.83	0.83	1027.80	88.99	70.39	36.70
5107927	4.67	10.08	1.67	899.12	91.84	47.82	20.73
5107928	8.87	16.75	2.00	652.22	101.23	88.77	35.36
5107929	5.58	12.67	0.50	779.14	67.88	34.18	29.28
5107930	8.98	16.42	1.08	297.87	93.84	20.56	16.19
5107932	5.19	8.58	2.67	86.67	51.37	16.62	12.81
5107935	13.26	39.92	1.42	985.99	66.85	23.54	19.03
5107936	15.06	58.17	1.08	1962.57	167.05	189.67	69.85
5107938	3.80	10.42	0.75	444.58	98.93	77.27	19.06
5107940	26.06	77.33	7.58	1727.87	144.43	125.03	66.58
5107941	14.09	51.50	2.33	990.98	111.04	180.52	42.46
5107942	6.74	13.92	0.50	1222.71	78.88	53.56	18.84
5107943	25.01	58.25	0.67	2001.44	128.34	147.83	70.91
5107944	6.66	14.67	0.50	971.64	101.98	62.16	25.82
5107948	8.91	28.50	0.75	650.50	66.56	39.32	18.84
5107950	6.09	16.92	1.08	1180.36	92.22	65.37	31.36
5107953	12.15	32.33	1.33	1396.11	171.21	149.76	71.72
5107955	7.30	23.58	1.42	916.54	106.75	47.83	23.88
5107956	9.91	16.00	2.33	599.72	54.48	14.68	13.91
5107957	5.31	10.92	1.67	795.31	91.17	55.69	24.15
5107959	7.53	9.92	4.58	577.62	83.27	49.08	38.99
5107961	5.85	10.00	3.75	430.39	118.54	56.49	29.83
5107962	9.20	30.83	0.67	1611.00	167.15	112.37	51.22
6030764	16.46	48.42	2.58	1578.45	160.29	113.05	63.94
6068786	10.17	10.25	10.08	412.86	198.23	75.05	69.92
6072630	3.75	13.50	0.75	1027.93	88.68	49.84	18.01
6132642	14.32	32.25	4.50	953.22	171.75	151.89	71.09
6135339	11.61	31.00	3.92	947.37	122.14	78.25	51.97

### Modelos de adecuación del hábitat

Todos los modelos generados (n=240) han demostrado un elevado poder de predicción ( $AUC_{test}=0.90$ ;  $DE=0.07$ ; rango 0.51-0.99) (Fig. 12). Los mejores resultados ( $AUC_{test}>0.90$ ) y por tanto con un nivel de predicción excelente, se han obtenido en los intervalos horarios con una muestra de validación mayor (durante las horas de luz) a excepción de los horarios en que utilizan más intensamente el medio marino, ya que

lógicamente, al utilizar ambos medios el poder predictivo del modelo disminuye (Fig. 12, laborables de 10-14h).

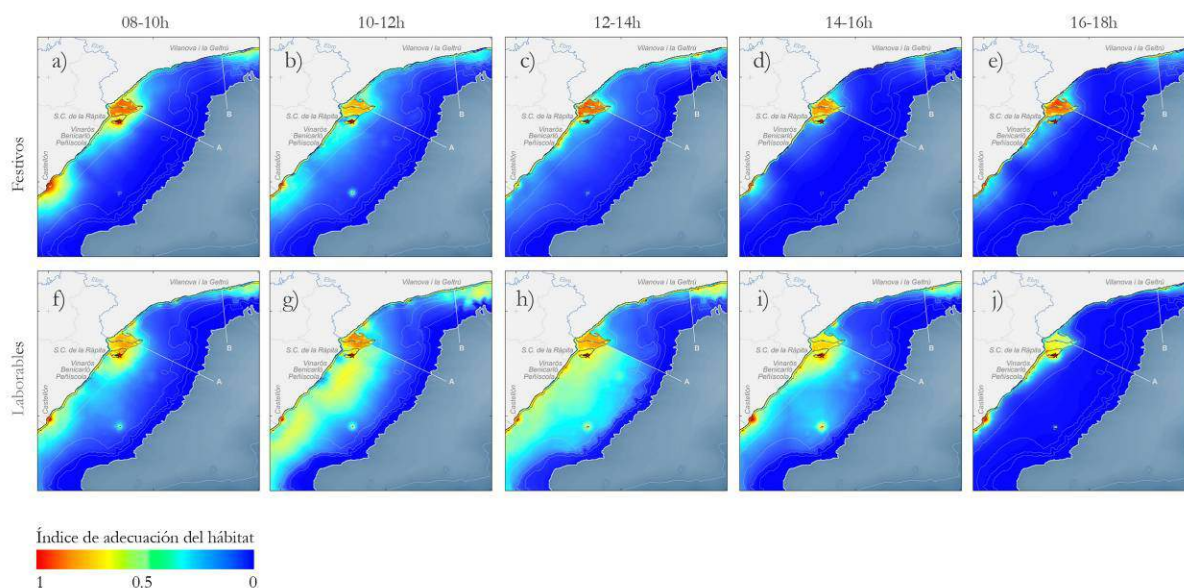


**Figura 12.** Valores AUC resultado de la validación de los modelos con los datos de test ( $AUC_{test}$ ). Se muestran la mediana (línea), rangos intercuartílicos (caja) y mínimo y máximo (líneas discontinuas). Los datos que quedan fuera del rango intercuartílico  $\times 1.5$  se dibujan como círculos. Los rombos muestran las medianas para la validación cruzada ( $AUC_{cruz}$ ) entre días laborables y días festivos. En rojo los  $AUC_{cruz}$  que han sido estadísticamente inferiores a los  $AUC_{test}$  (test Anova  $p < 0.05$ ). En granate los que el  $AUC_{cruz} < AUC_{test}$  y  $< 0.9$ , pero sin diferencias significativas. Los  $AUC_2$  para días laborables están calculados con una muestra de validación muy inferior a la de calibración.

A nivel visual (Fig. 13), los modelos muestran como los arrozales son un hábitat óptimo a cualquier hora del día, mientras que el mar es utilizado con mayor intensidad coincidiendo con la actividad pesquera, hecho especialmente visible durante los IH coincidentes con la pesca de arrastre (08-16h, Fig. 13). Es destacable que en estos IH, pero en días festivos, se aprecie la idoneidad más elevada en los arrozales (Fig. 13), como consecuencia de que las gaviotas al no encontrar el recurso trófico de fácil acceso procedente de las barcas, se dirigen a alimentarse al arrozal.

Aunque visualmente se observen claramente diferencias en los patrones de utilización del mar entre festivos y laborables, sólo se han observado diferencias significativas en algunos IH, debido al análisis conjunto del medio marino y terrestre (Fig. 12). En algunos, los  $AUC_{cruz}$  han sido superiores al  $AUC_{test}$ , lo que indicaría que no existen diferencias entre fines de semana y días laborables en esos horarios. Sin embargo algunos  $AUC_{cruz}$  sí han mostrado un menor valor de predicción. Es el caso de los modelos en horario de pesca o los días laborables a partir de las 14h (Fig. 12, puntos rojos), como consecuencia de que las aves, tras alimentarse en el mar, ya no se dirigen a los arrozales por la tarde, cosa que si hacen en días festivos (Fig. 13). Aún así, estos  $AUC_{cruz}$  son  $> 0.80$ ; es decir que siguen manteniendo un buen poder predictivo. Esto se debe probablemente a que la predicción es excelente para la mayoría de datos de validación, siendo sólo algunos los que el modelo no es capaz de predecir.

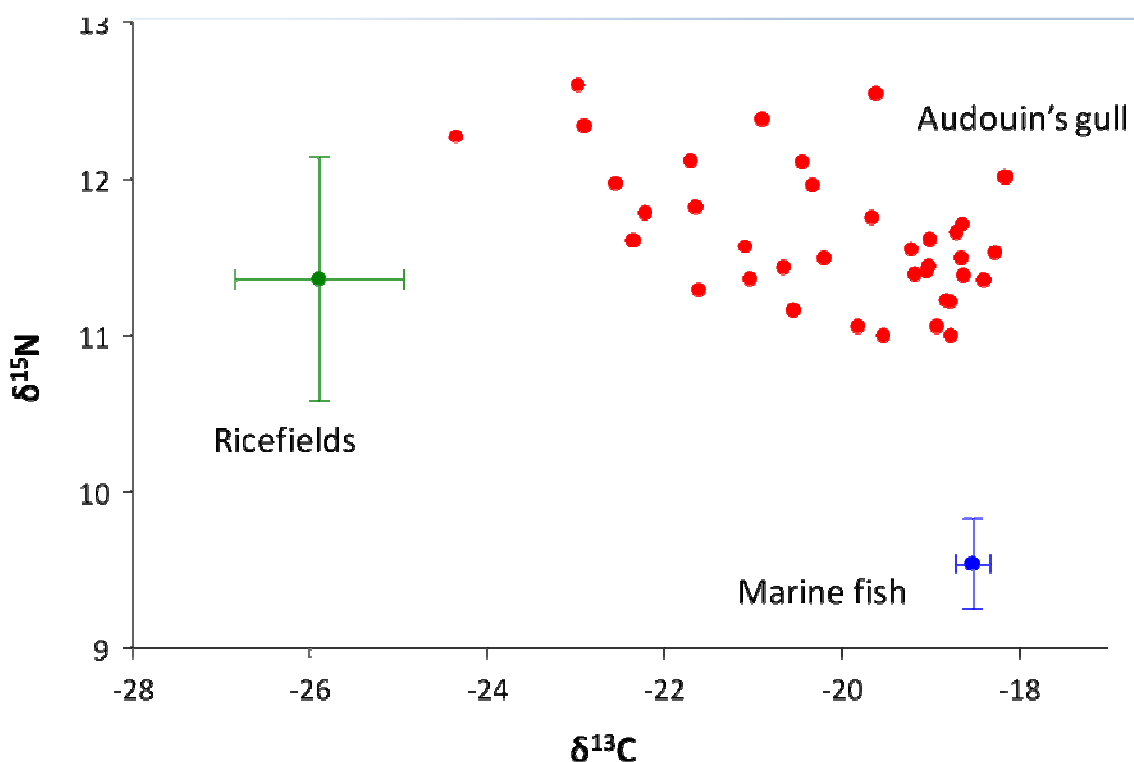




**Figura 13.** Detalle de los modelos de adecuación del hábitat para la gaviota de Audouin en la plataforma continental del delta para los horarios en que hay pesca de arrastre de fondo. Se muestran las diferencias entre los fines de semana (sin pesca, a, b, c, d, e) y días laborables (con pesca, f, g, h, i, j). Se muestra sólo desde el IH 08-10 porque antes no hay actividad de descarte. El último IH (16-18h) incluye el final de la actividad pesquera que termina aproximadamente a las 17h.

### Análisis isotópico

Por último, es interesante resaltar la concordancia entre las diferentes estrategias de alimentación de las aves marcadas y los niveles de isótopos que mostraron en sangre (Fig. 14). Los ejemplares más “especializados” en arrozales (donde probablemente se alimenta de cangrejo americano *Procambarus clarkii*, Navarro et al. 2010), muestran valores más dispares en relación al grueso de aves, con valores máximos de d15N (en este caso no tan ligados al nivel trófico como a la elevada nitrificación del hábitat de alimentación) y los más negativos de d13C (indicando hábitat dulceacuícola). Se observa también otra nube de puntos situada en valores menos negativos de d13C y más bajos de d15N, presumiblemente relacionados con presas mayoritariamente marinas (ver Sanpera et al. 2008), y que coincide con los individuos que pasan la mayor parte del tiempo en el mar. También se observan varios ejemplares con valores isotópicos intermedios, que han realizado viajes de alimentación tanto al medio marino como a los arrozales (ver Anexo I).



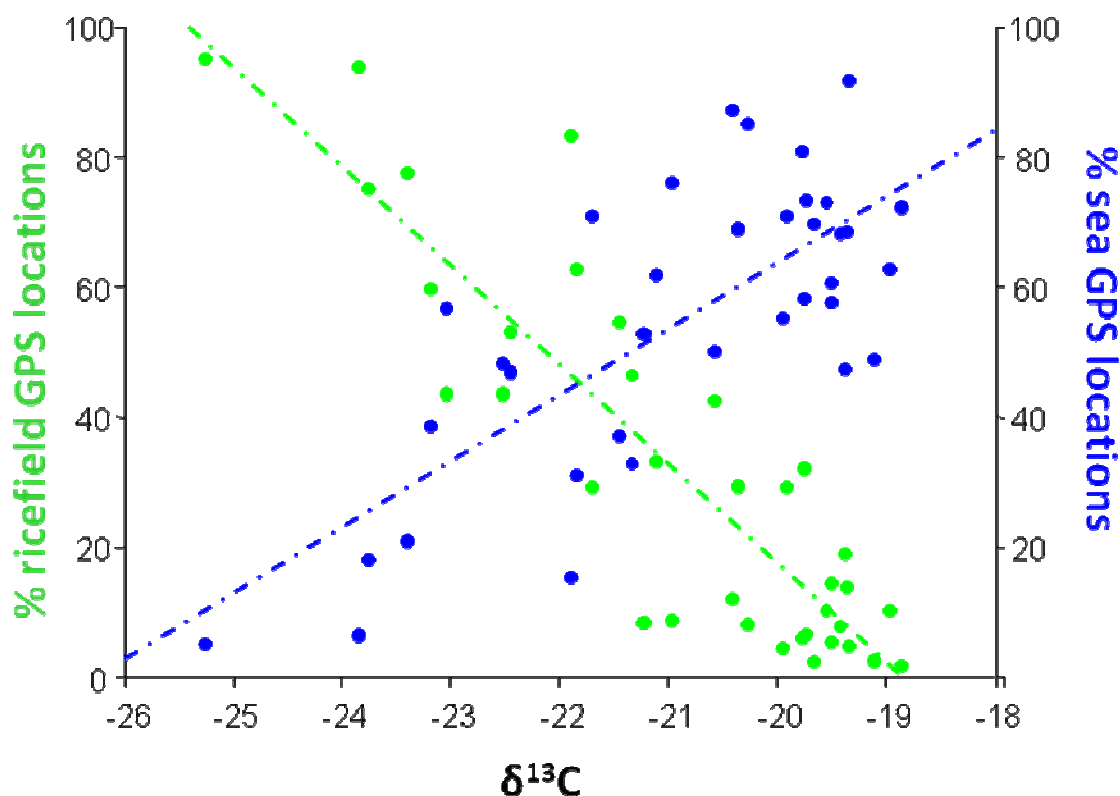
**Figura 14.** Valores isotópicos ( $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ ) en sangre de las aves marcadas en las que se registraron datos GPS. Los datos son de las muestras extraídas al recapturarlas. Se muestra el promedio y los intervalos de confianza del 95% de las presas potenciales en el medio marino y en los arrozales.

Por otro lado, el análisis de isótopos estables se ajusta mejor a los datos GPS sólo cuando son considerados los individuos que tienen largos periodos de registro de datos ( $\geq 10$  días) (Tabla 5). Este efecto puede ser debido a la vida media de las células sanguíneas (10-15 días).

Estos datos concuerdan muy bien con los niveles isotópicos registrados en los distintos tipos de presas (Navarro et al. 2010). La combinación del análisis de isótopos estables y los datos GPS han mostrado una elevada concordancia (Fig. 15) y ofrecen un gran potencial para la comprensión de la ecología de forrajeo de la gaviota de Audouin de forma individual.

**Tabla 5.** Correlaciones entre isótopos y % de localizaciones GPS en campos de arroz y en el mar para todas las aves marcadas y para las aves con más de 10 días de datos GPS.

		Todos		$\geq 10$ días de datos	
		% Arrozal	% mar	% Arrozal	% mar
$\delta^{15}\text{N}$	Pearson's correlation	0,447	-0,342	0,529	-0,507
	p-value (two-sided)	0,006	0,041	0,020	0,027
	N	36	36	19	19
$\delta^{13}\text{C}$	Pearson's correlation	-0,882	0,746	-0,894	0,822
	p-value (two-sided)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
	N	36	36	19	19



**Figure 15.** Diagrama de dispersión entre  $\delta^{13}\text{C}/\%$  de localizaciones GPS en arrozal y  $\delta^{13}\text{C}/\%$  de localizaciones GPS en el mar.

## CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados de la campaña muestran el gran valor de los registradores de GPS para el estudio de los patrones de distribución y ritmos de actividad para una especie de ave marina como la gaviota de Audouin. Esto es especialmente cierto si los datos se combinan con otros enfoques para conocer la ecología trófica de la especie, como ha sido el análisis de isótopos estables.

Cabe destacar la gran distancia recorrida por varias de las aves, que se desplazaron hasta Barcelona y hasta la Albufera de Valencia e incluso más al sur. Esto representa probablemente el área de campeo más grande conocida para una gaviota, y confirma los resultados preliminares de Arcos & Oro (1996) y Maños et al. (2004). Estos viajes fueron más allá de la zona identificada como IBA marina para la gaviota de Audouin y otras especies (ES409, *Plataforma marina del Delta del Ebro-Columbretes*; Arcos et al. 2009), y refuerza el valor de otras IBA marinas (ES410, *Aguas del Baix lobregat-Garraf* y

ES159, *Albufera de Valencia*). Por otro lado es destacable la duración de algunos viajes, que en tres ejemplares ha llegado a superar las 48 horas, observándose en un caso un relevo de hasta 77 horas, datos nunca registrados para esta especie (Mañosa *et al.* 2004).

La combinación de variables ambientales marinas y terrestres en un sentido tan amplio y para un mismo ámbito de modelización es algo que no se había realizado hasta ahora. Son pocas las especies que utilicen de manera común ambos ambientes, y normalmente los trabajos se centran en uno de los dos medios. En el caso de la gaviota de Audouin son muy pocos los trabajos que estudian su distribución, y tan solo se han centrado en el mar, pero ninguno ha analizado su distribución en los arrozales. Aunque en el marco de INDEMARES el objetivo sea saber la interacción de la especie en el mar, utilizar también los datos en tierra ha permitido comparar y cuantificar la importancia del medio marino en el global de las necesidades de la especie. Los resultados aquí observados muestran por tanto la importancia de trabajar con ambos ambientes a la vez, ya que permite conocer mejor la importancia relativa de cada ambiente para la especie. Lógicamente esto reduce la precisión de los resultados en ambos medios, enmascarando información que puede ser relevante de cara al conocimiento y gestión de la especie, pero aporta una visión conjunta de elevado interés. La incorporación de intervalos horarios en la modelización espacial es también novedosa y especialmente interesante. Sólo algunos estudios han trabajado de forma similar, pero a nivel estacional (Edrén *et al.*, 2010; Arcos *et al.*, 2009). Con la incorporación de intervalos horarios y separando días laborables y días festivos se ha podido analizar con detalle la influencia de la actividad pesquera sobre la distribución de las aves. Es especialmente interesante respecto a este punto que, sin haber utilizado la distribución de los barcos como variable, los modelos parecen predecir la existencia de interacciones con la actividad pesquera.

Es importante destacar que no todos los modelos hacen referencia al mismo número de individuos, y eso viene condicionado por los ejemplares que se encuentran fuera de la colonia. Los modelos obtenidos con Maxent dan un índice de adecuación del hábitat, pero no dan idea de la densidad de aves que potencialmente utilizarían el ambiente, ya que se han excluido las localizaciones en el nido. Es muy importante tenerlo en cuenta, ya que modelos de media noche fácilmente pueden estar haciendo referencia a la mitad de ejemplares que en los modelos a medio día. Esto, sin duda tiene implicaciones de cara a la gestión y a la interpretación de los resultados.

### **Interacciones con la actividad pesquera**

Uno de los factores conocidos que presumiblemente más influye en la distribución de la especie es la pesca. Aquí no se ha podido disponer de información de ésta, pero sí de las zonas en veda y otras variables que pueden ser indicadoras de las zonas de

mayor productividad. La respuesta de los modelos apunta a que la modalidad de pesca de arrastre define casi por completo la distribución de las aves, tanto espacial, como temporalmente (Fig. 13). En el caso de la pesca de cerco (para la que no hay vedas durante el periodo de estudio), resulta un poco más complicado interpretar la influencia de la pesca, pero sí parecen existir diferencias entre fines de semana y días laborables en la actividad nocturna de las aves en el mar. Posiblemente, de haber podido disponer de la información VMS de los barcos, se hubieran obtenido unos resultados más exactos, respondiendo a algunas de las preguntas que aquí surgen, como si las aves se alimentan de manera natural durante el día en zonas sin veda, o en qué grado se asocian a las traíñas, así como haber mejorado notablemente la predicción de los modelos, especialmente al proyectarlos a todo el ámbito de estudio.

Los resultados observados en los modelos para las horas en que hay pesca de arrastre, junto con los datos que estiman que para las aves marcadas el 69.7% de la dieta es marina, parecen indicar la importancia que tiene la actividad pesquera sobre la dieta. El problema de estos datos, igual que pasa con otra información sobre dieta de la especie (Navarro *et al.*, 2010), es que no es posible conocer con exactitud que parte de la fracción correspondiente a dieta marina es dependiente de la actividad humana. A tenor de los resultados de los modelos aquí obtenidos, tampoco se puede cuantificar dicha dependencia, pero parece ser que son pocos los ejemplares que salen al mar para alimentarse cuando no hay pesca. Los modelos de las 18:00-21:00h, muestran probabilidades de aparición de la especie muy bajas en el mar, cuando a priori debieran ser horas propicias para la alimentación natural. Pese a todo, no es descartable que esta alimentación natural se dé cuando las barcas están pescando, de manera que las gaviotas aprovechen también para pescar, y no solo para alimentarse de descartes. De todas formas, el comportamiento generalizado que se observa en fines de semana, en que las gaviotas, tras salir al mar y no encontrar actividad pesquera, vuelven a tierra (10-12h de la mañana), hace pensar que la dependencia de los descartes es muy elevada y que la pesca natural se produce de manera ocasional. Curiosamente en días festivos, tras abandonar el mar, la probabilidad de aparición en arrozales incrementa notablemente. Estos datos, junto con el hecho de que en días laborables salga al mar un 76.89% (DE=12.00) de las aves marcadas, frente a sólo un 39.27% (DE=24.50) en fines de semana, parece confirmar que este recurso trófico originado por el hombre es fundamental para la especie.

Pero diversos estudios indican que la dieta proveniente de descartes demersales es energéticamente peor que la que proviene de peces pelágicos (Oro, 1999; Arcos 2001, Arcos y Oro 2002b, Navarro *et al.*, 2010), hecho que repercute en la productividad de la especie (Oro, 1999). Posiblemente la abundancia de descartes sea una de las causas del aumento poblacional de la gaviota de Audouin en las últimas décadas, pero



también es la causa del alarmante descenso observado en su productividad (Oro, 1999).



© Martí Rodríguez

Por otro lado, la sobreexplotación de los recursos pesqueros no sólo ha hecho disminuir las poblaciones de pequeños pelágicos como la anchoa o el boquerón, sino también de depredadores pelágicos como los atunes, que en sus maniobras de alimentación son unos de los encargados de hacer aflorar a la superficie a estos peces, poniéndolos a disposición de las aves marinas no buceadoras, tales como la gaviota de Audouin. Este descenso en las poblaciones de peces, hace que la pesca natural represente un gasto energético mucho mayor para las gaviotas y menos predecible que el de los descartes.

Pese a todo, una disminución o eliminación de los descartes, (tanto de peces demersales como pelágicos), tal y como propone la futura Política Pesquera Comunitaria (Penas, 2007), posiblemente acarree consecuencias negativas para la especie, y más si se produce de forma repentina. Este escenario podría hacer que se produzca un colapso en la población reproductora de la gaviota de Audouin, ya que la disponibilidad de alimento en el mar podría no ser suficiente para sustentar a la actual población, y a que los cangrejos no parece que pueden suplir las necesidades energéticas de los pollos (Navarro *et al.*, 2010). Por lo tanto, es importante tener presentes (y monitorizar adecuadamente) estos efectos a la hora de diseñar los detalles de cómo se van a reducir los descartes, procurando que poco a poco se llegue a un equilibrio natural en las poblaciones de depredadores y presas.

Actualmente existen iniciativas para la recuperación del stock pesquero a través de las vedas biológicas. Es muy importante que éstas se enfoquen a la mejora de las poblaciones de peces, pero sin descuidar al conjunto del ecosistema, desde los fondos hasta los depredadores apicales, entre los que se encuentran las aves marinas como la gaviota de Audouin.

En síntesis, la campaña de 2011 debe considerarse como un éxito, y sólo quedan por responder algunas cuestiones sobre las interacciones con la pesca de manera más específica (análisis de los datos VMS de la flota pesquera) o el comportamiento de las aves durante el periodo de alimentación de los pollos. Para el año siguiente se plantea la utilización de registradores GPS de descarga a distancia y carga solar, de manera que se pueda observar el comportamiento de las aves a lo largo de todo el periodo reproductor.

### **Agradecimientos**

---

Queremos expresar nuestro agradecimiento al personal del *Servei de Protecció de Fauna, Flora i Animals de Companyia (Conselleria de Medi Ambient i Habitatge (Generalitat de Catalunya)* y del *Parc Natural del Delta de l'Ebre* por la emisión de los permisos necesarios y por las facilidades puestas para desarrollar esta acción. Asimismo, agradecer a Albert Bertolero, David Bigas, Meritxell Genovart, Jordi Martí y Daniel Oro la ayuda prestada durante el trabajo en la colonia.

### **REFERENCIAS**

---

- Arcos, J.M. (2001). Foraging ecology of seabirds at sea: significance of commercial fisheries in the NW Mediterranean. PhD thesis, Universitat de Barcelona.
- Arcos, J.M. & Oro, D. (1996). Changes in foraging range of Audouin's gulls *Larus audouinii* in relation to a trawler moratorium in the western Mediterranean. *Colonial Waterbirds* 19: 128-131.
- Arcos, J.M. & Oro, D. (2002a). Significance of nocturnal purse seine fisheries for seabirds: a case study off the Ebro Delta (NW Mediterranean). *Marine Biology* 141: 277-286.
- Arcos, J.M., Oro, D. (2002b). Significance of Fisheries discards for a threatened Mediterranean seabird, the Balearic shearwater *Puffinus mauretanicus*. *Mar Ecol Prog Ser* 239:209–220

- Arcos, J.M., Oro, D. & Sol, D. (2001). Competition between the yellow-legged gull *Larus cachinnans* and Audouin's gull *Larus audouinii* associated to commercial fishing vessels: the influence of season and fishing fleet. *Marine Biology* 139: 807-816.
- Arcos, J.M., M. Louzao & D. Oro. (2008). Fisheries ecosystem impacts and management in the Mediterranean: seabirds point of view. *American Fisheries Society Symposium*, 49: 1471-1479.
- Arcos, J.M., Bécares, J., Rodríguez, B. & Ruiz, A. (2009). Áreas Importantes para la Conservación de las Aves marinas en España. LIFE04NAT/ ES/000049 – Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife). Madrid.
- Arcos, J.M., Bécares, J., Villero, D.; Brotons, Ll., Rodríguez, B. & Ruiz, A. (2012). Assessing the location and stability of foraging hotspots for pelagic seabirds: An approach to identify marine Important Bird Areas (IBAs) in Spain. *Biological conservation*. En prensa, versión online <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320711004745>
- Bécares, J. Rodríguez, B. Arcos, JM y Ruiz, A. (2010). Técnicas de marcaje de aves marinas para el seguimiento remoto. *Revista de Anillamiento* 25-26. 29
- Bertolero, A., Genovart, M., Martínez-Abraín, A., Molina, B., Mouriño, J., Oro, D. & Tavecchia, G. (2008). Gaviota cabecinegra, picofina, de Audouin, tridáctila y gavión atlántico en España. Población en 2007 y método de censo. SEO/BirdLife. Madrid.
- Bub, H.; Hamerstrom, F. & Wuertz-Schafer, K. (1991). Bird Trapping and Bird Banding: A Handbook for Trapping Methods all over the World. *Cornell University Press*, 330p.
- Cochran, W.W. (1980). Wildlife telemetry. En Schemnitz, S.D. (Ed.): *Wildlife Management Techniques Manual, 4th edition*, pp. 507-520. *Wildlife Society. Washington*.
- Dale, M.R.T. & Fortin, M.J. (2002). Spatial autocorrelation and statistical tests in ecology. *Ecoscience* 9(2):162-167.
- Dormann, C.F. (2007). Effects of incorporating spatial autocorrelation into the analysis of species distribution data. *Global Ecology and Biogeography* 16: 129–138
- Edrén, S.M.C., Wisz, MS., Teilmann, J., Dietz R, Söderkvist J. (2010). Modelling spatial patterns in harbour porpoise satellite telemetry data using maximum entropy. *Ecography* 33: 698–708.
- Elith, J., C.H. Graham, R.P. Anderson, M. Dudik, S. Ferrier, A. Guisan, R.J. Hijmans, F. Huettmann, J.R. Leathwick, A. Lehmann, J Li, L.G. Lohmann, B.A. Loiselle, G. Manion, G. Moritz, M. Nakamura, Y. Nakazawa, J. McC. Overton, A.T. Peterson, S.J. Phillips, K. Richardson, R. Scachetti-Pereira, R.E. Schapire, J. Soberón, S. Williams, M.S. Wisz, &

N.E. Zimmermann. (2006). Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography* 29:129-151.

García-Tarrasón, M., Bécares, J., Arcos, J.M., Bateman, S., Jover, Ll. & Sanpera, C. (2011). Linking feeding ecology and habitat use in an endangered seabird: Stable Isotopes and GPS data in Audouin's gull. *Poster presentation in Seabird Group 11th International Conference. 2nd - 4th September 2011. University of Plymouth, UK.*

Guisan, A., Zimmermann, NE. (2000). Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* 135: 147–186.

Hobson, K.A. & Wassenaar, L.I. (eds.). (2008). *Tracking Animal Migration with Stable Isotopes*, 2. Elsevier.

Louzao, M., Bécares, J., Rodríguez, B., Hyrenbach, K.D., Ruiz, A. & Arcos, J.M. (2009). Combining vessel-based surveys and tracking data to identify key marine areas for seabirds: a conservation application. *Marine Ecology Progress Series*. 391: 183–197.

Louzao, M.; Delord, K.; García, D.; Boué, A. & Weimerskirch, H. (2012). Protecting Persistent Dynamic Oceanographic Features: Transboundary Conservation Efforts Are Needed for the Critically Endangered Balearic Shearwater. *PlosOne Vol 7, Issue 5*.

Madroño, A., González, C. & Atienza, J.C. (Eds.) (2004). *Libro Rojo de las Aves de España*. Dirección General para la Biodiversidad - SEO/BirdLife. Madrid.

Mañosa, S., Oro, D. & Ruiz, X. (2004). Activity patterns and foraging behaviour of Audouin's gulls at the Ebro Delta, NW Mediterranean. *Scientia Marina* 68: 605-614.

Navarro, J., Oro, D., Bertolero, A., Genovart, M., Delgado, A., & Forero, M.G. (2010). Age and sexual differences in the exploitation of two anthropogenic trophic resources for an opportunistic seabird. *Marine Biology* 157.

Oro, D. (1995). The influence of commercial fisheries in daily activity of Audouin's Gull *Larus audouinii* in the Ebro Delta, NE Spain. *Ornis Fennica* 72:154-158

Oro, D. (1999). Trawler discards: a threat or a resource for opportunistic seabirds? In: Adams NJ, Slotow RH (eds) *Proceedings of the 22nd International Ornithology Congress*. Birdlife South Africa, Johannesburg, p 717-730

Oro, D. (2003). Managing seabird metapopulations in the Mediterranean: constraints and challenges. *Scientia Marina*, 67 (Suppl. 2): 13-22.

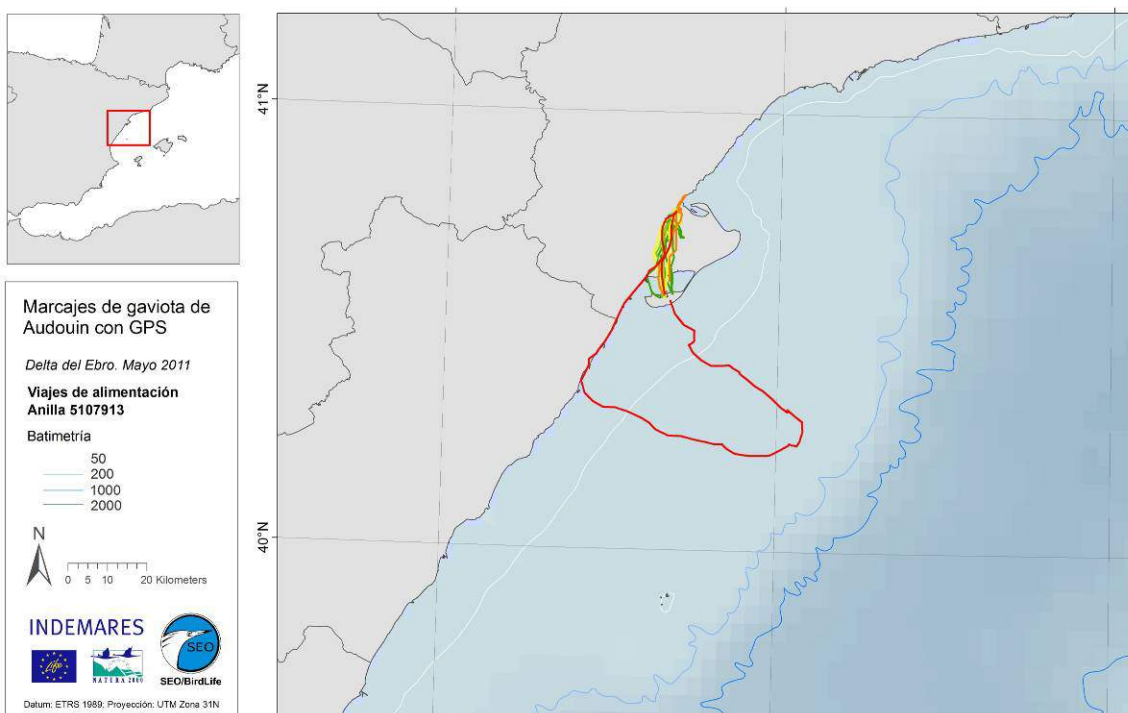
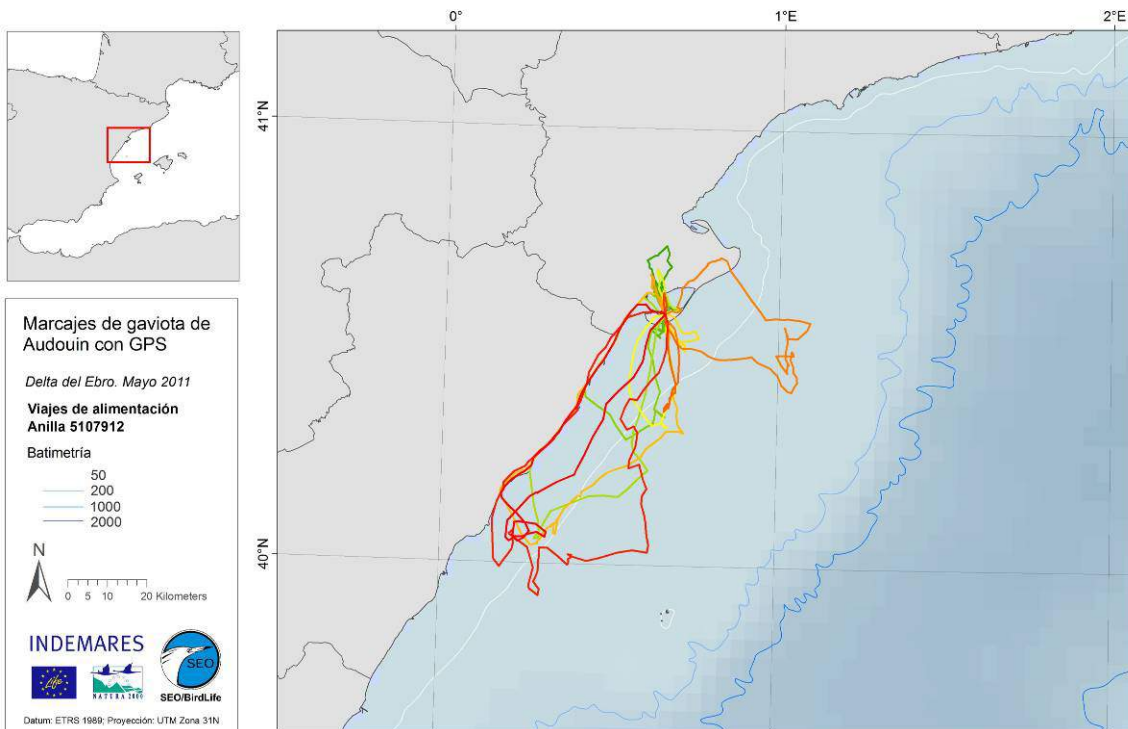
Oro, D. & Ruiz, X. (1997). Exploitation of trawler discards by breeding seabirds in the north-western Mediterranean: differences between the Ebro Delta and the Balearic Islands areas. *ICES J Mar Sci* 54:695-707.

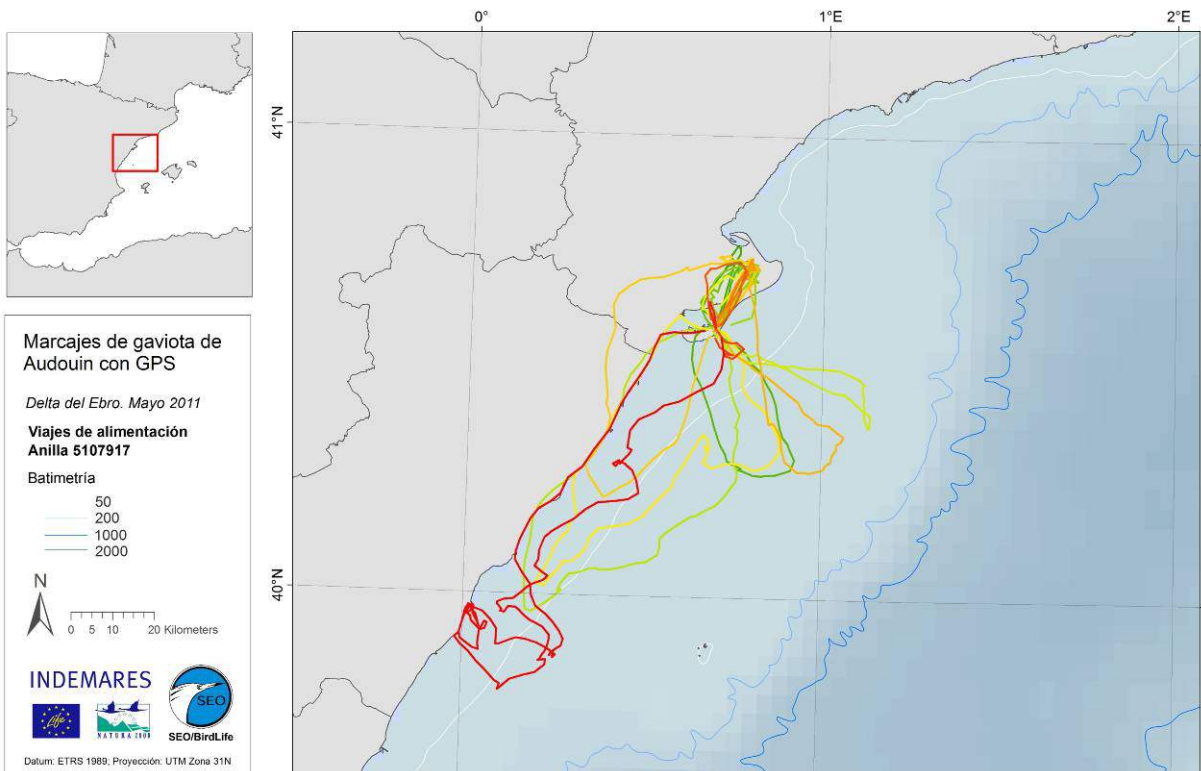
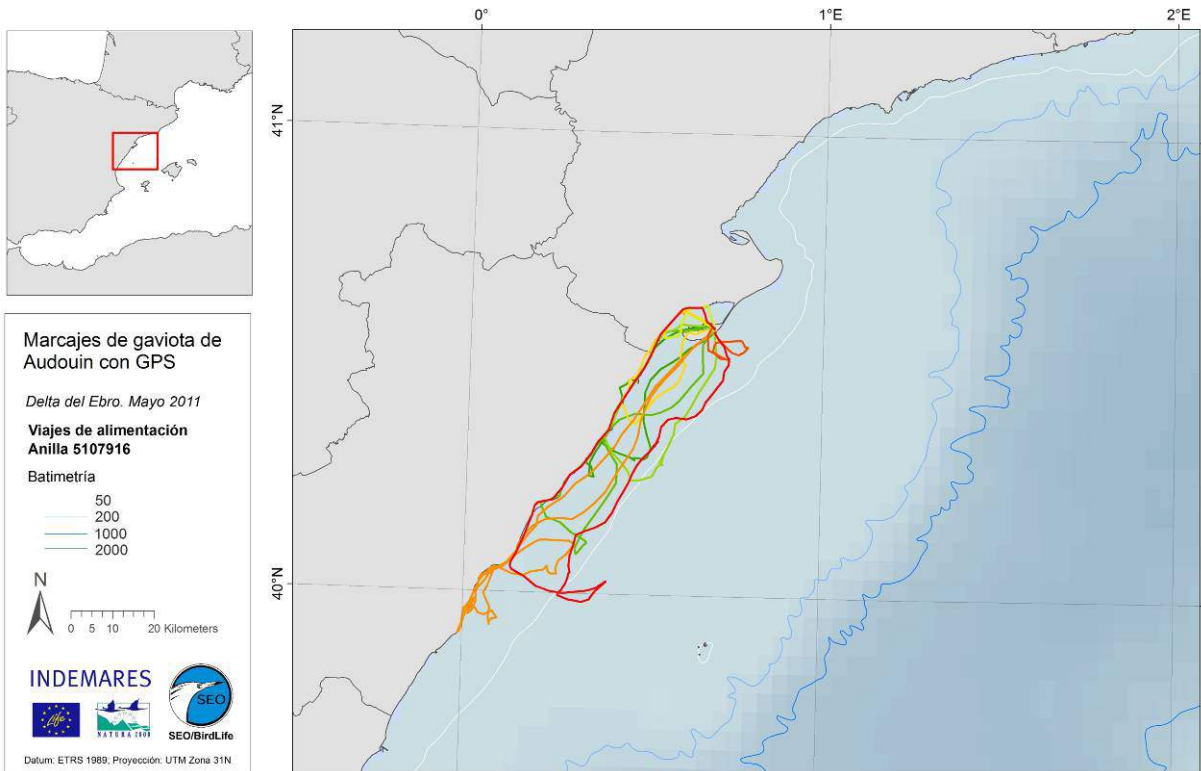
- Oro D., Aguilar, J.S., Igual, J.M. & Louzao, M. (2003). Modelling demography and extinction risk in the endangered Balearic shearwater. *Biological Conservation* 116: 93-102.
- Palomera, I., M.P. Olivar, J. Salat, A. Sabatés, M. Coll, A.García y B. Morales-Nin. 2007. Small pelagic fish in the NW Mediterranean Sea: an ecological review. *Progress in Oceanography*, 74: 377-396.
- Pearce, J. & Ferrier, S. (2000). Evaluating the predictive performance of habitat models developed using logistic regression. *Ecological Modelling*, 133, 225-245.
- Penas, E. (2007). The fishery conservation policy of the European Union after 2002: towards long-term sustainability. *ICES Journal of Marine Science*, 64: 588-595.
- Perthold, j. (2011). CatTrack1 - User Manual CatTrack I - GPS Position Logger [http://www.mr-lee-catcam.de/BINARY/CatTrack1\\_User\\_Manual.pdf](http://www.mr-lee-catcam.de/BINARY/CatTrack1_User_Manual.pdf)
- Phillips, R.A., Xavier, J. C. & Croxall, J. P. (2003). Effects of satellite transmitters on albatrosses and petrels. *Auk* 120, pp. 1082-1090.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P., Schapire, R.E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190: 231–259.
- Sanpera,C., Ruiz, X., Moreno, R., Jover, L., & Waldron, S. (2007). Mercury and stable isotopes in feathers of Audouin's Gulls as indicators of feeding habits and migratory connectivity. *Condor* 109, pp. 268-275.
- SEO/BirdLife. (2010). Campaña de marcaje de la Gaviota de Audouin – GPS. Delta del Ebro (mayo de 2010). *INDEMARES (LIFE + 07/NAT/E/000732; 2009-2013). Informe inédito*
- SEO/BirdLife (2011). Campaña de marcaje de SEO/BirdLife: Pardela cenicienta - GPS Cala Morell (Menorca) junio-julio de 2010. INDEMARES. Informe inédito.
- Swets, J.A. (1988). Measuring the Accuracy of Diagnostic Systems. *Science* 240: 1285–1293.
- Wilson,R.P., Gremillet, D., Syder, J., Kierspel, M. A. M., Garthe, S., Weimerskirch, H., Schafer-Neth, C., Scolaro, J. A., Bost, C. A., Plotz, J. & Nel, D. (2002) Remote-sensing systems and seabirds: their use, abuse and potential for measuring marine environmental variables. *Marine Ecology-Progress Series* 228: 241-250.

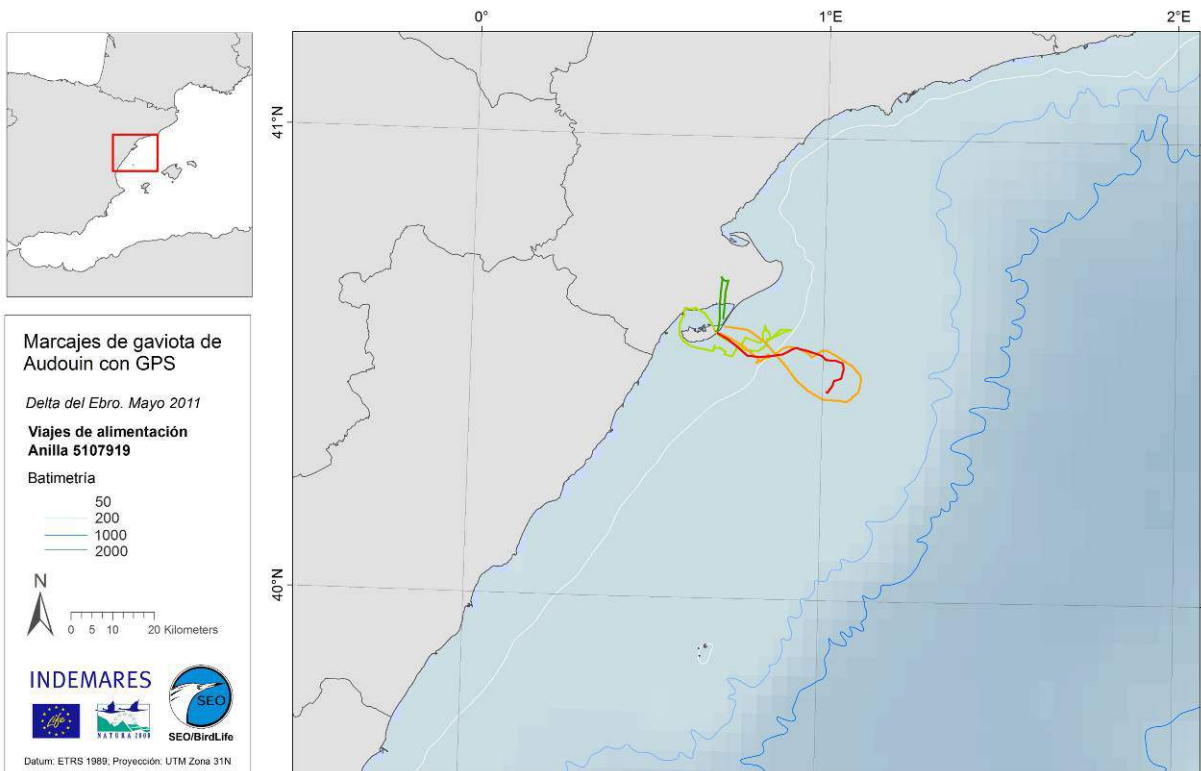
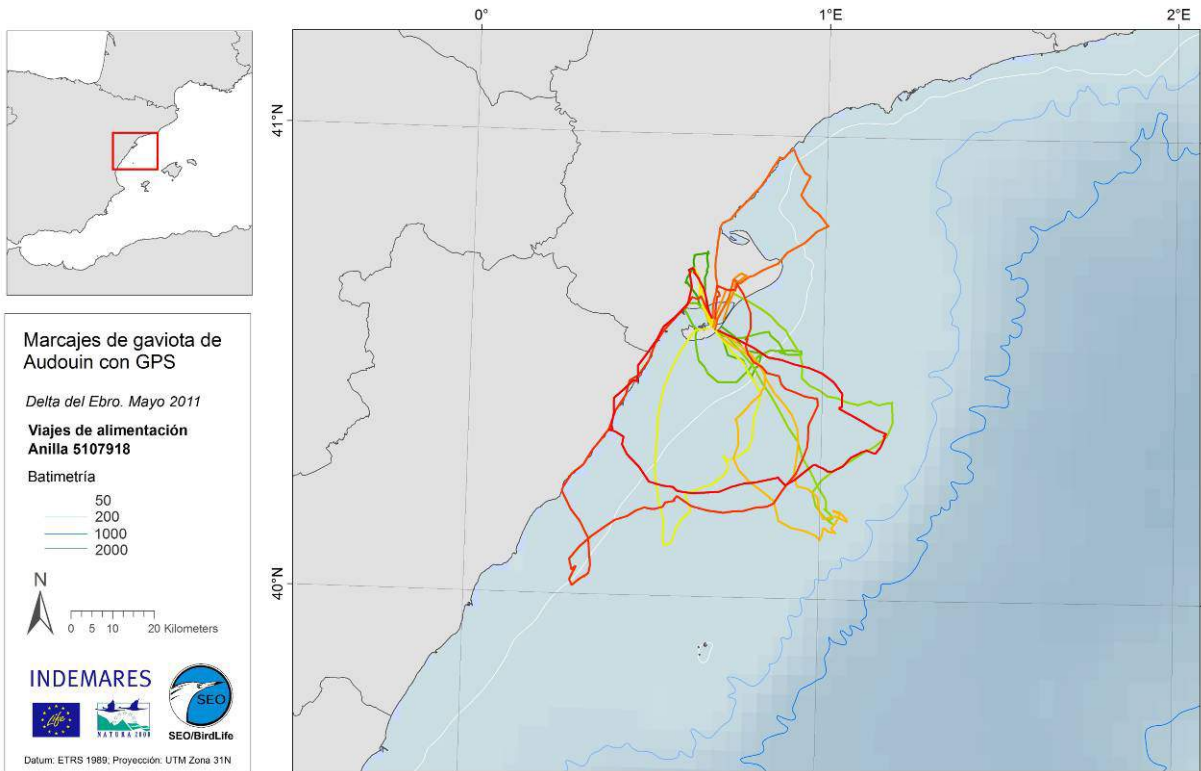


## ANEXO I

Las siguientes figuras muestran los viajes de alimentación (cada color muestra un viaje) de los 36 ejemplares de gaviota de Audouin que registraron datos. Se indica el número de anilla de cada ejemplar.









**Marcajes de gaviota de Audouin con GPS**

*Delta del Ebro. Mayo 2011*

**Viajes de alimentación**  
**Anilla 5107922**

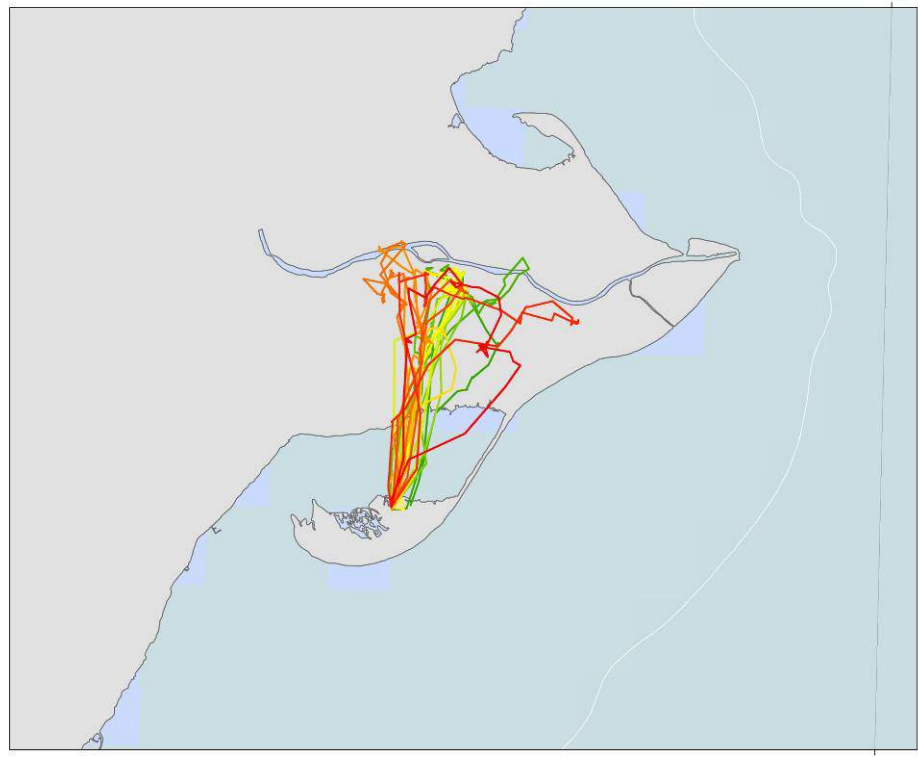
**Batimetría**

- 50
- 200
- 1000
- 2000

N  
 0 1.25 2.5 5 Kilometers

**INDEMARES**

Datum: ETRS 1989. Proyección: UTM Zona 31N



1°E



**Marcajes de gaviota de Audouin con GPS**

*Delta del Ebro. Mayo 2011*

**Viajes de alimentación**  
**Anilla 5107923**

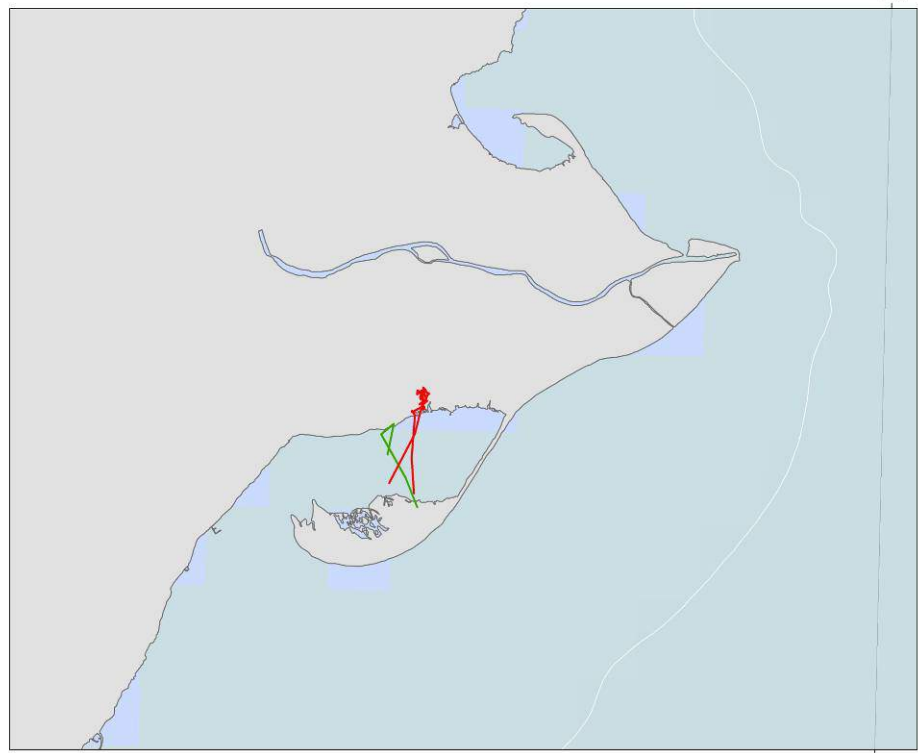
**Batimetría**

- 50
- 200
- 1000
- 2000

N  
 0 1.25 2.5 5 Kilometers

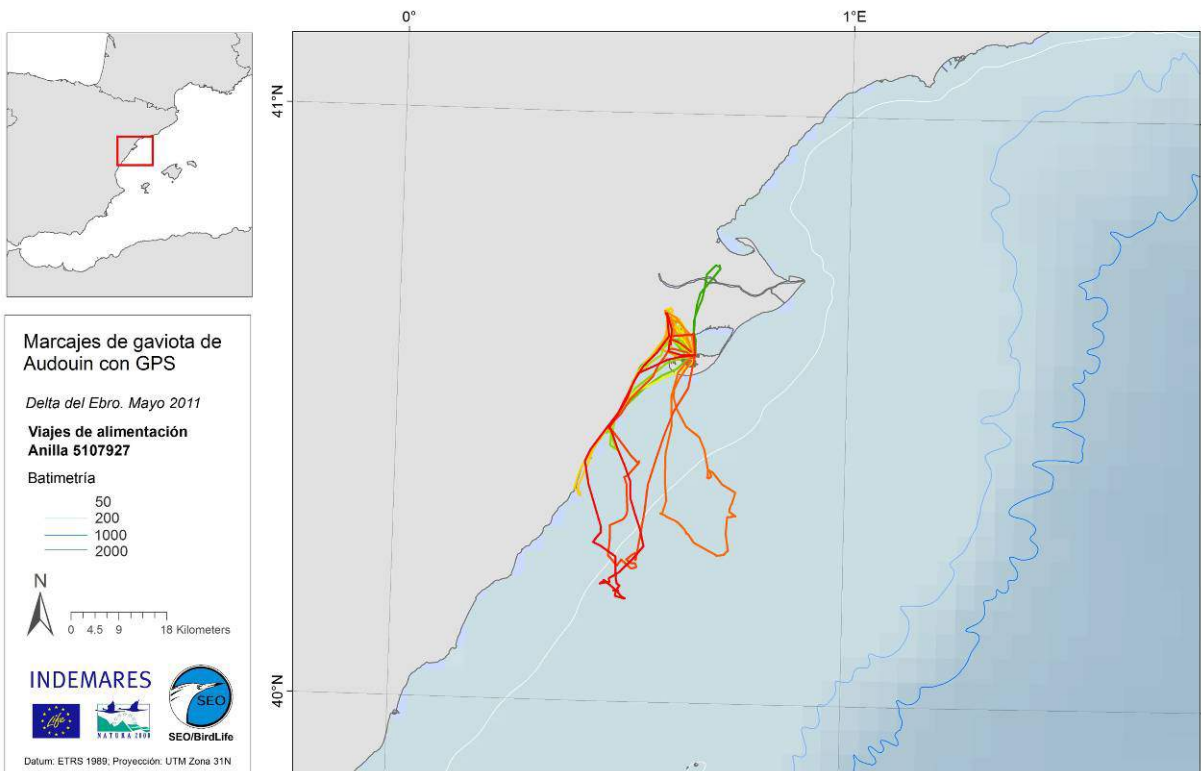
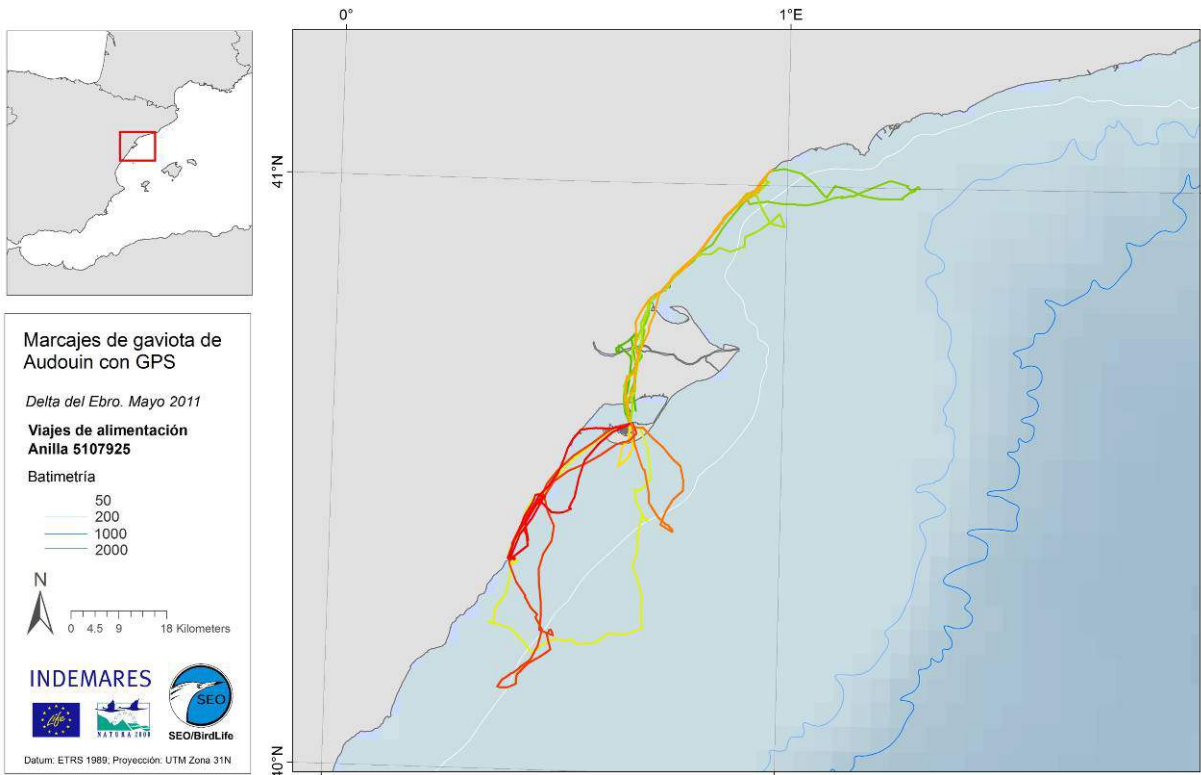
**INDEMARES**

Datum: ETRS 1989. Proyección: UTM Zona 31N

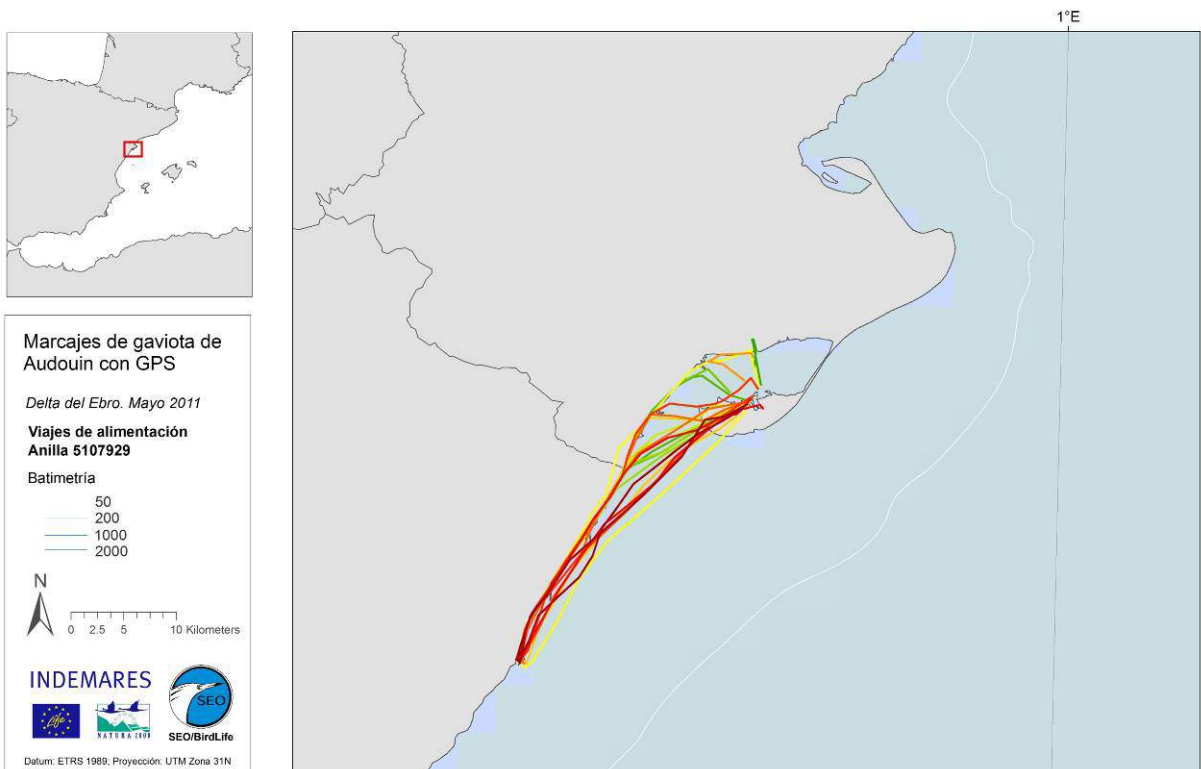
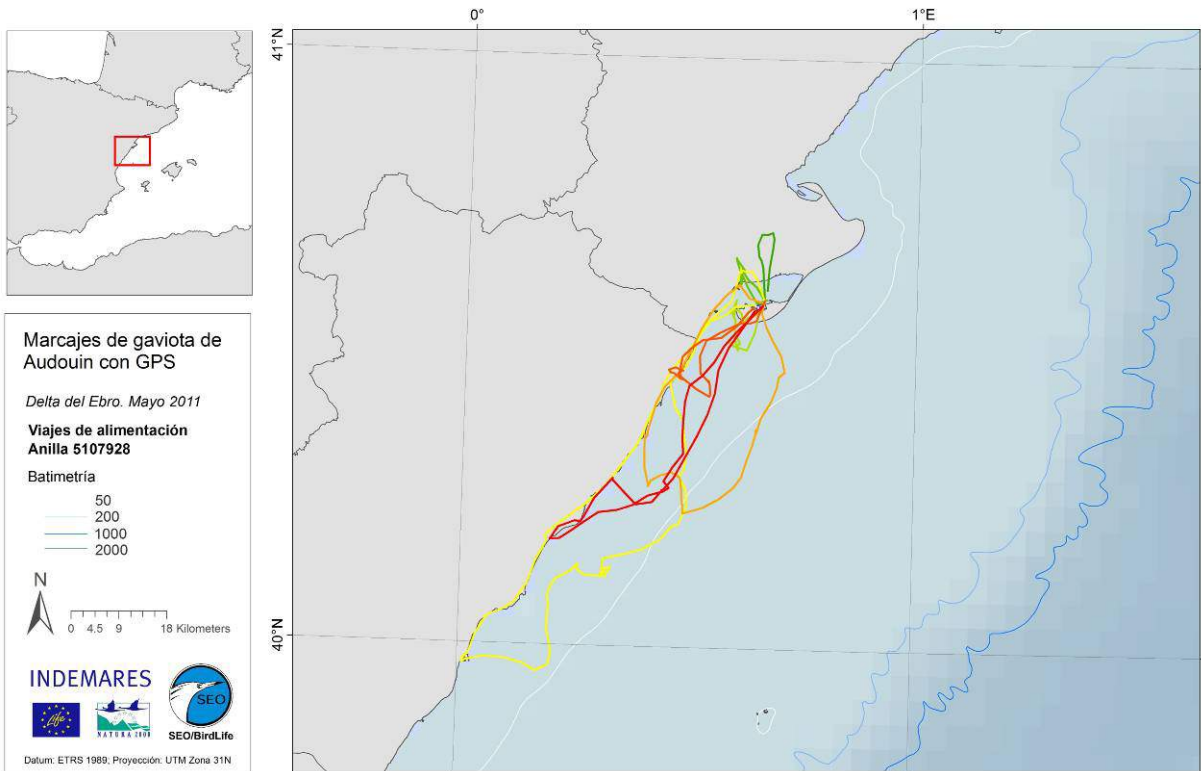


1°E











**Marcajes de gaviota de Audouin con GPS**

*Delta del Ebro. Mayo 2011*

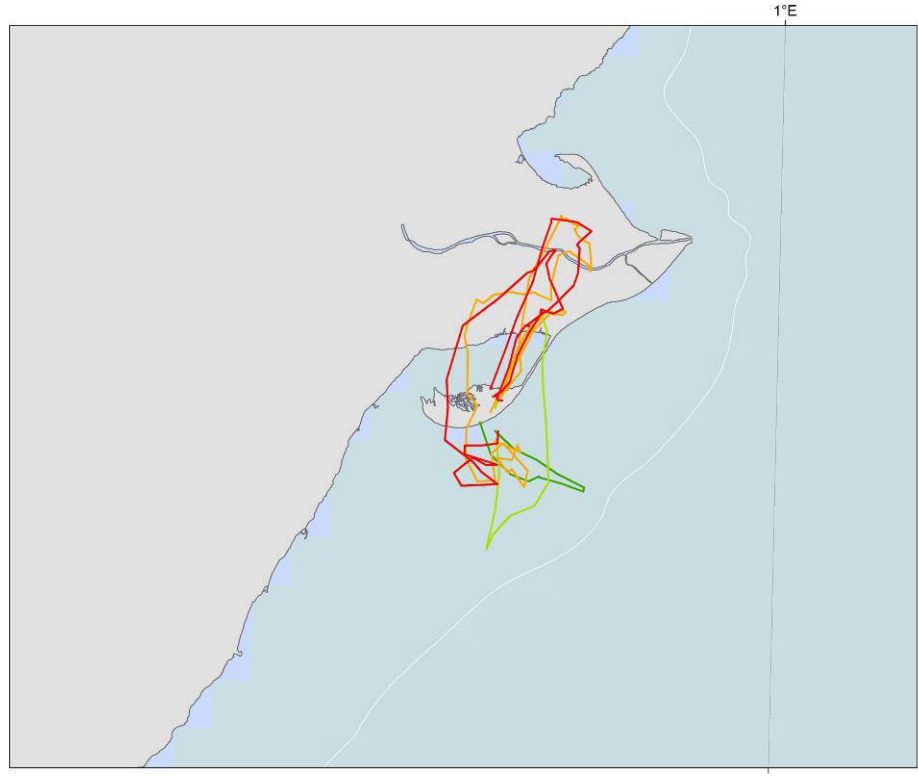
**Viajes de alimentación**  
**Anilla 5107930**

**Batimetría**

- 50
- 200
- 1000
- 2000

**INDEMARES**

Datum: ETRS 1989. Proyección: UTM Zona 31N



**Marcajes de gaviota de Audouin con GPS**

*Delta del Ebro. Mayo 2011*

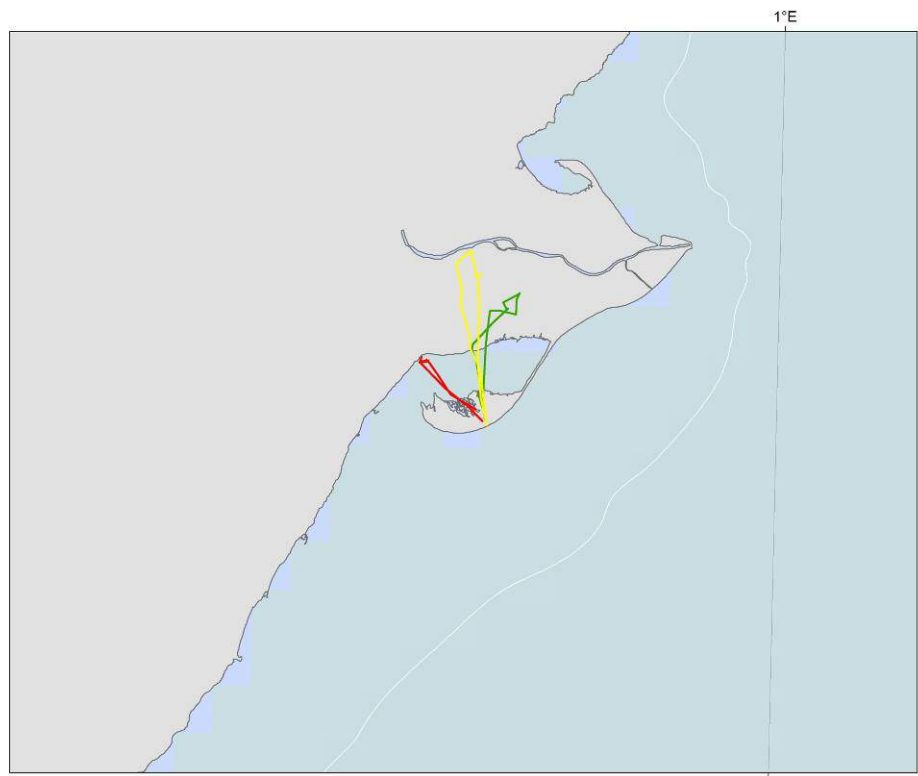
**Viajes de alimentación**  
**Anilla 5107932**

**Batimetría**

- 50
- 200
- 1000
- 2000

**INDEMARES**

Datum: ETRS 1989. Proyección: UTM Zona 31N





**Marcajes de gaviota de Audouin con GPS**

*Delta del Ebro. Mayo 2011*

**Viajes de alimentación**  
**Anilla 5107935**

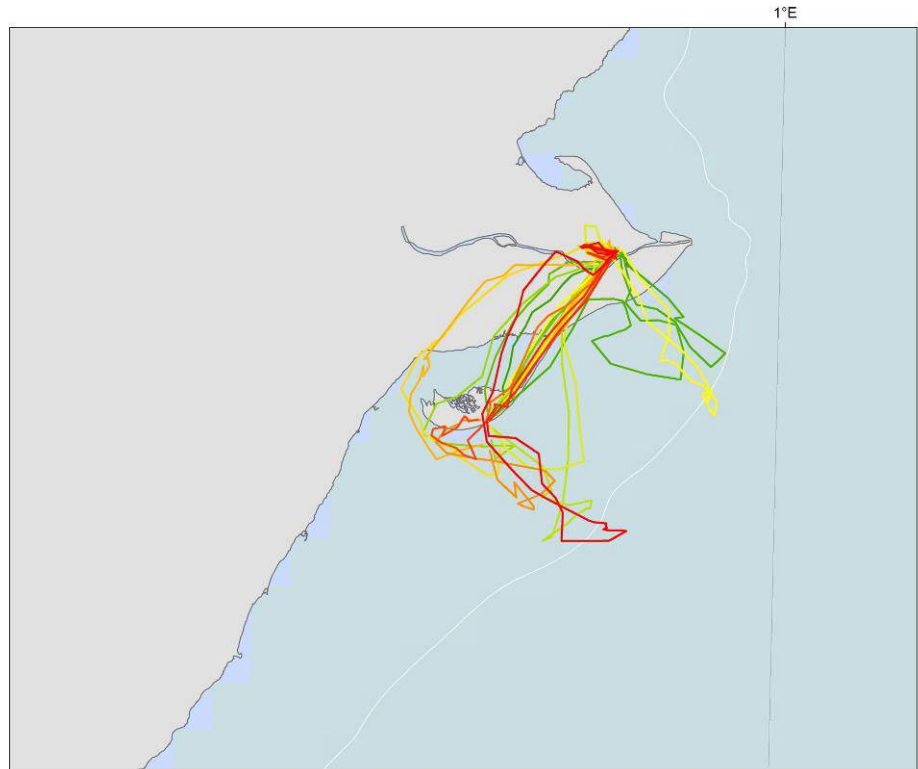
**Batimetría**

- 50
- 200
- 1000
- 2000

N  
 0 2.5 5 10 Kilometers

**INDEMARES**

Datum: ETRS 1989. Proyección: UTM Zona 31N



**Marcajes de gaviota de Audouin con GPS**

*Delta del Ebro. Mayo 2011*

**Viajes de alimentación**  
**Anilla 5107936**

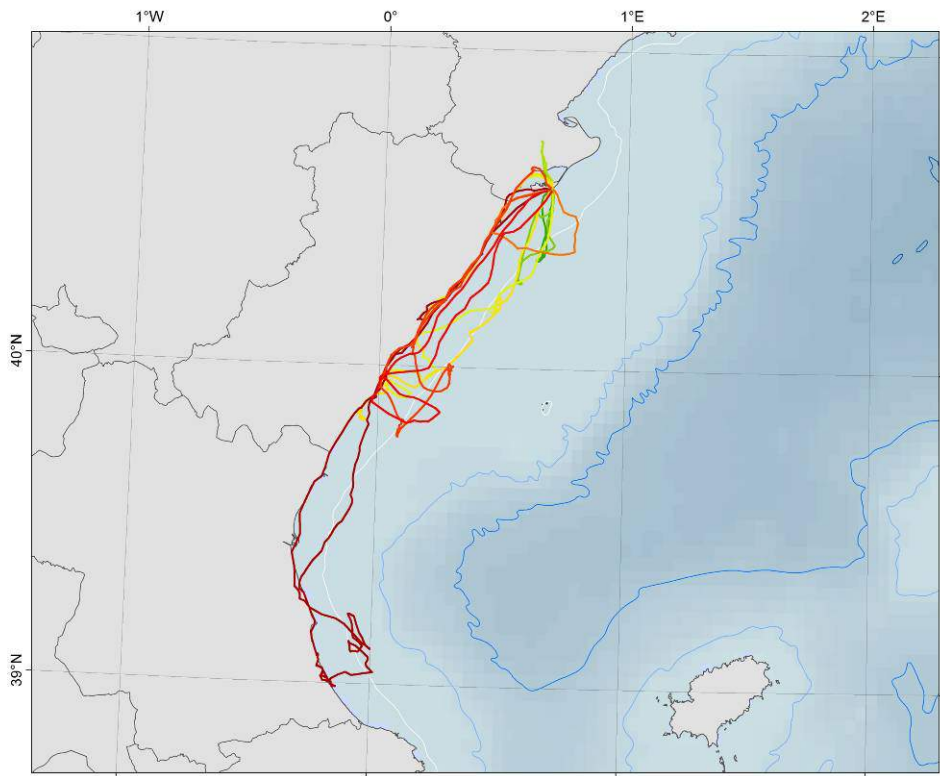
**Batimetría**

- 50
- 200
- 1000
- 2000

N  
 0 10 20 40 Kilometers

**INDEMARES**

Datum: ETRS 1989. Proyección: UTM Zona 31N





**Marcajes de gaviota de Audouin con GPS**

*Delta del Ebro. Mayo 2011*

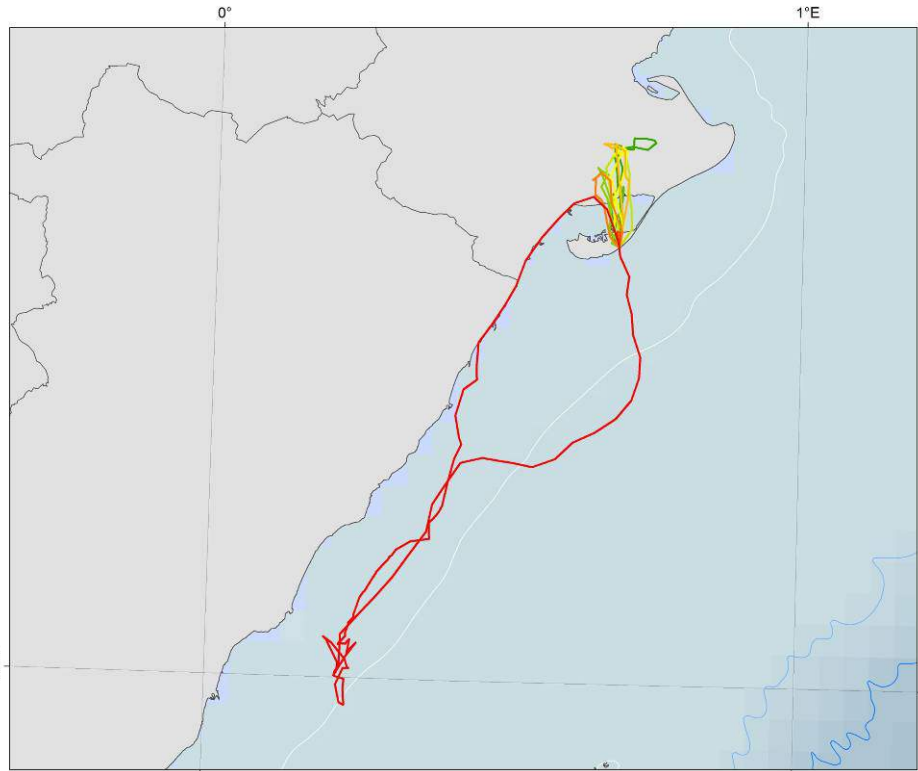
**Viajes de alimentación**  
**Anilla 5107938**

**Batimetría**

- 50
- 200
- 1000
- 2000

**INDEMARES**

Datum: ETRS 1989. Proyección: UTM Zona 31N



**Marcajes de gaviota de Audouin con GPS**

*Delta del Ebro. Mayo 2011*

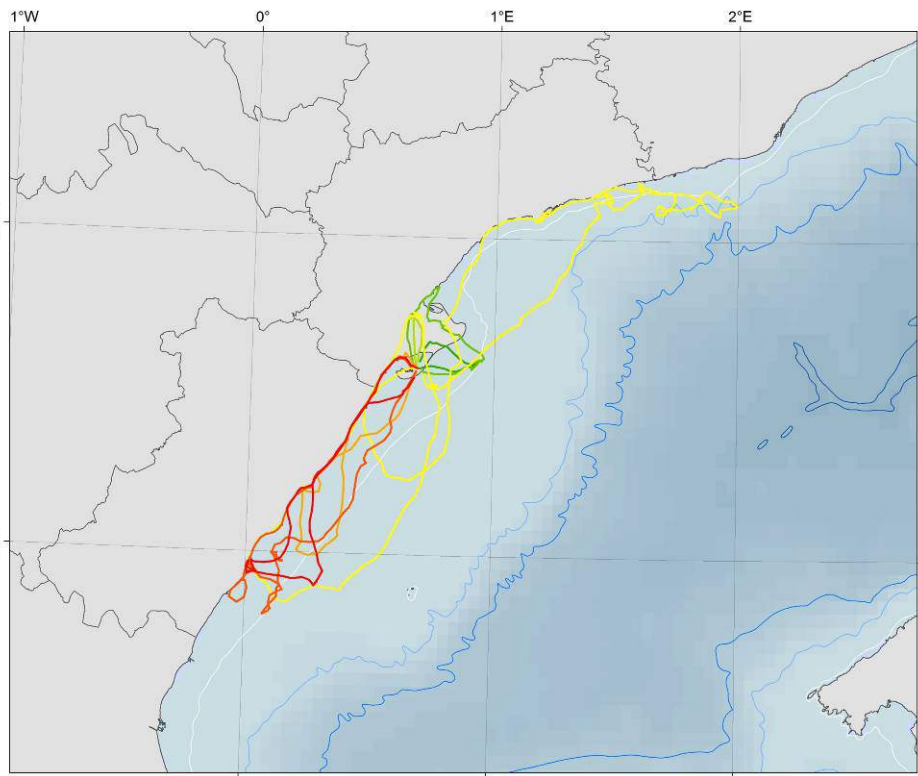
**Viajes de alimentación**  
**Anilla 5107940**

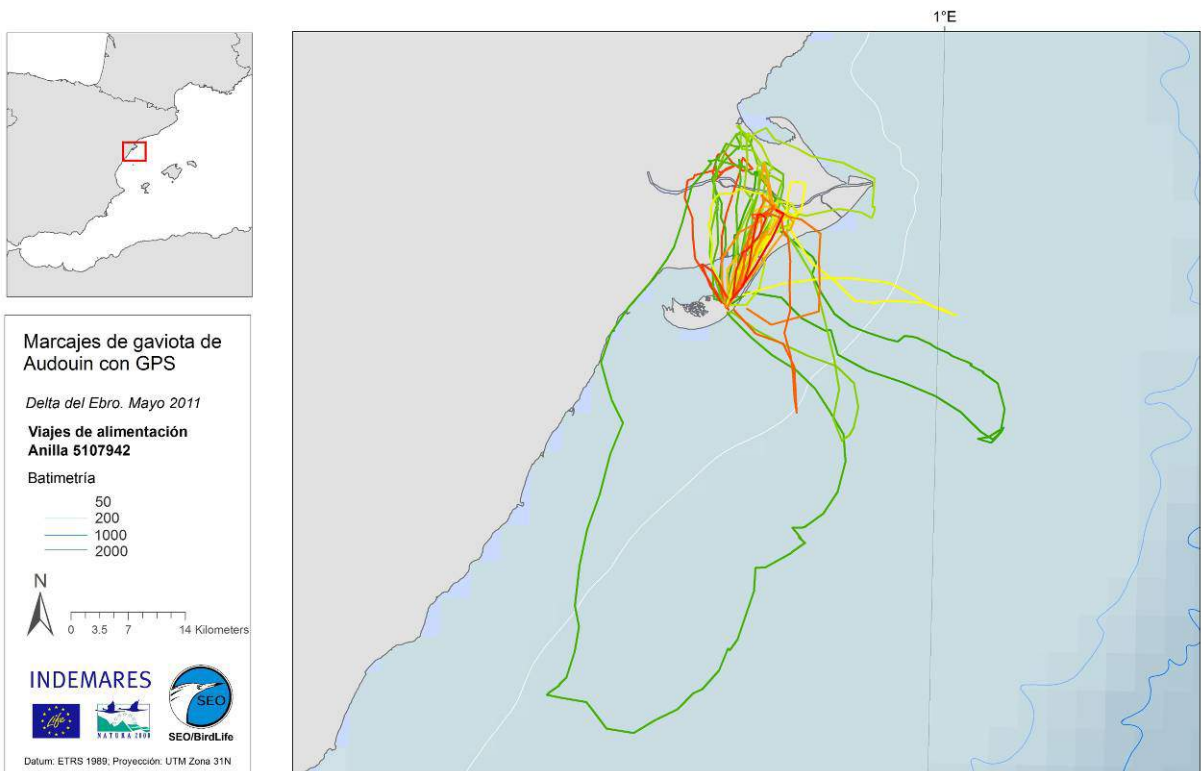
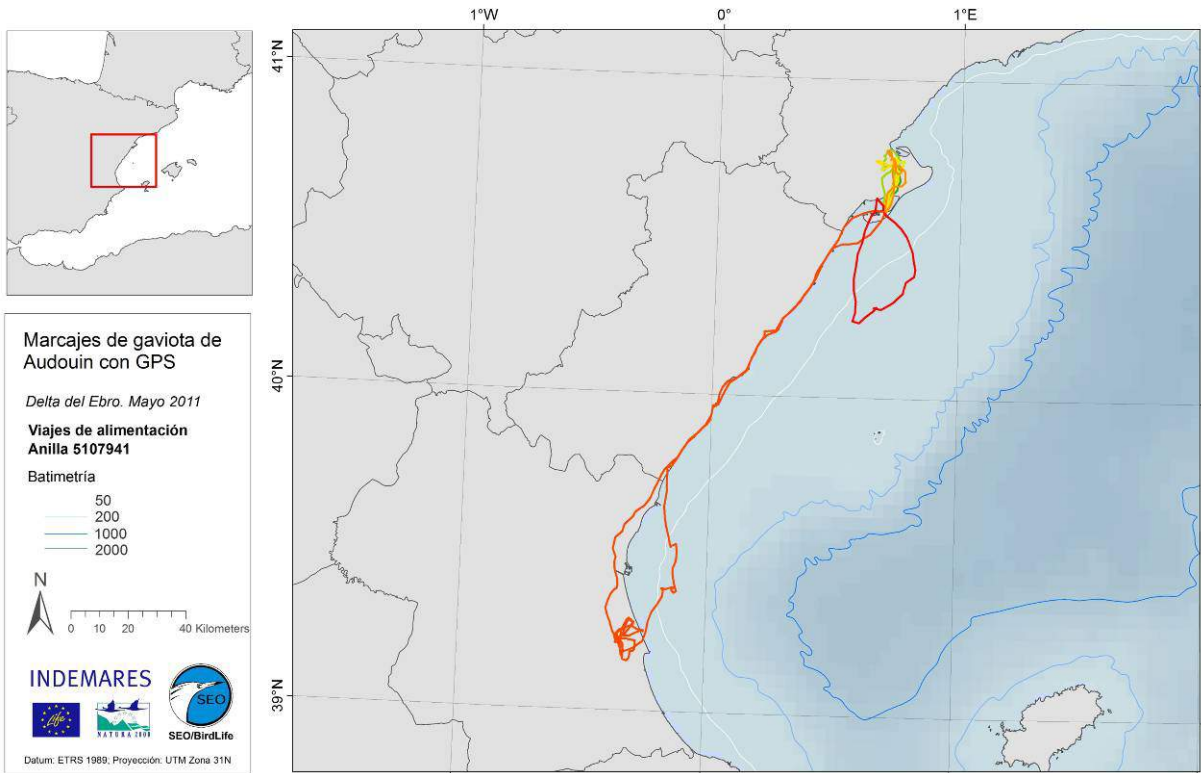
**Batimetría**

- 50
- 200
- 1000
- 2000

**INDEMARES**

Datum: ETRS 1989. Proyección: UTM Zona 31N









**Marcajes de gaviota de Audouin con GPS**

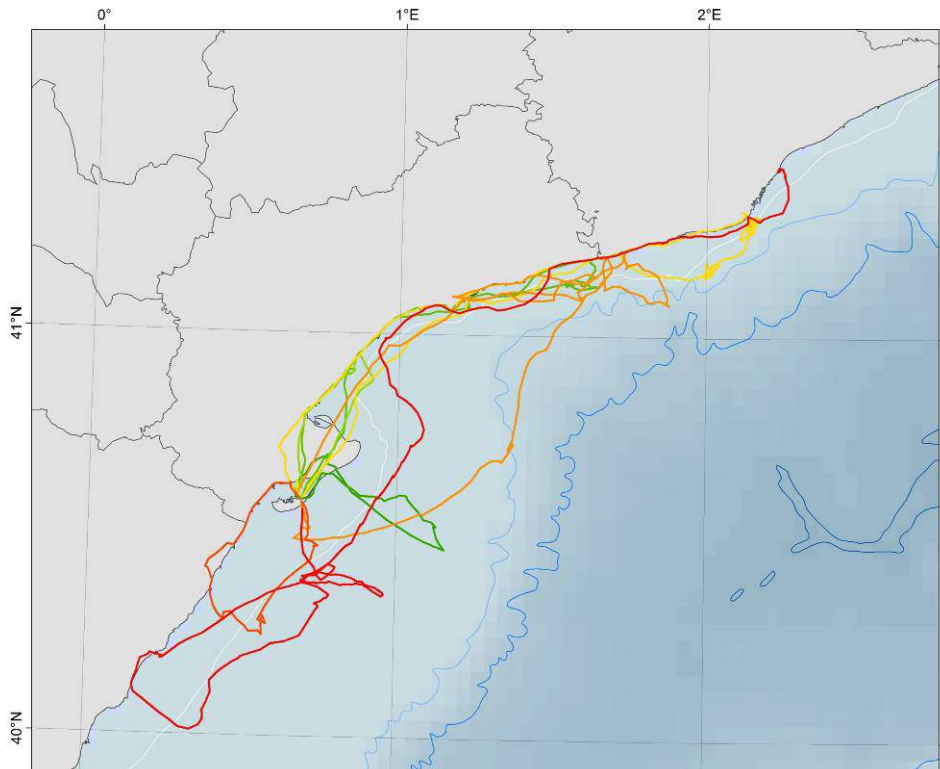
*Delta del Ebro. Mayo 2011*

**Viajes de alimentación**  
**Anilla 5107943**

Batimetría



Datum: ETRS 1989. Proyección: UTM Zona 31N

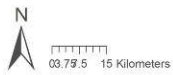


**Marcajes de gaviota de Audouin con GPS**

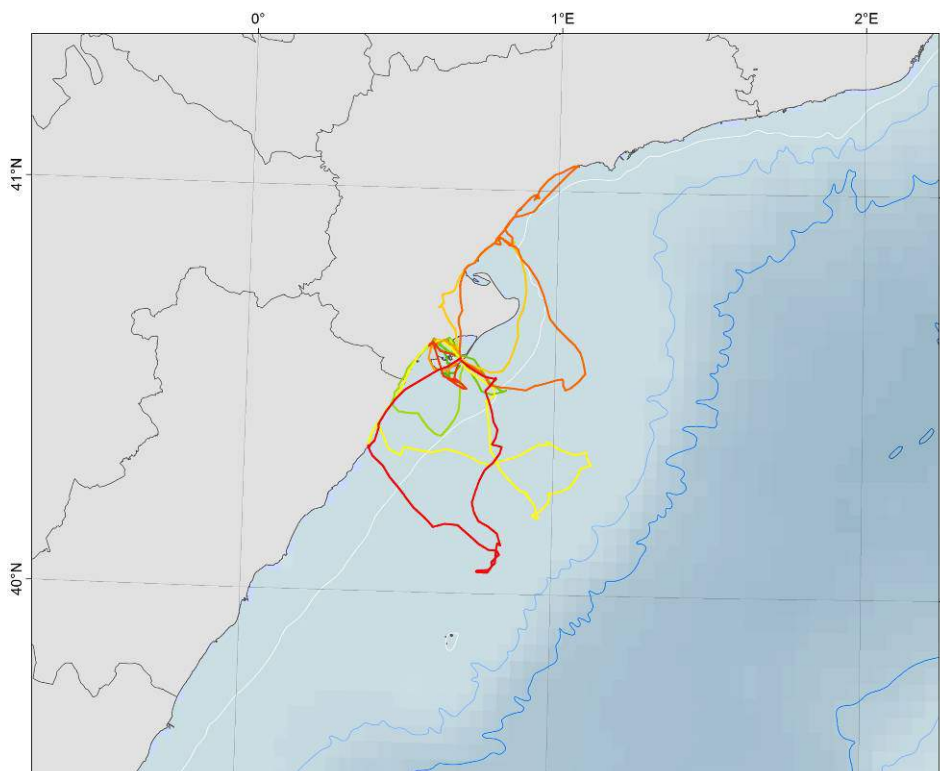
*Delta del Ebro. Mayo 2011*

**Viajes de alimentación**  
**Anilla 5107944**

Batimetría



Datum: ETRS 1989. Proyección: UTM Zona 31N





**Marcajes de gaviota de Audouin con GPS**

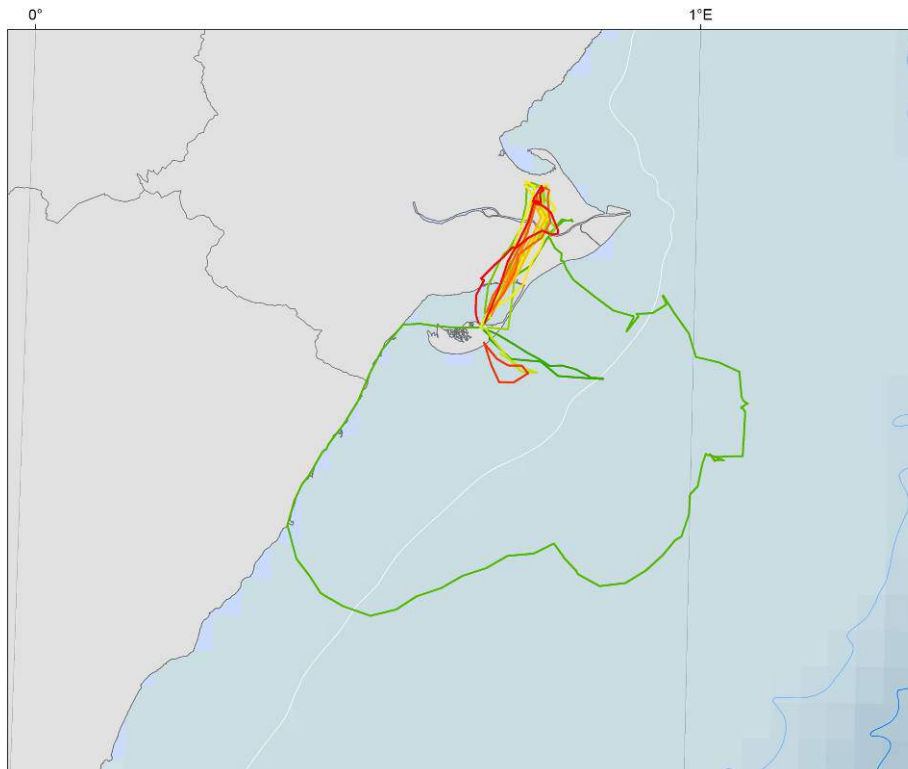
*Delta del Ebro. Mayo 2011*

**Viajes de alimentación**  
**Anilla 5107948**

Batimetría



Datum: ETRS 1989. Proyección: UTM Zona 31N



**Marcajes de gaviota de Audouin con GPS**

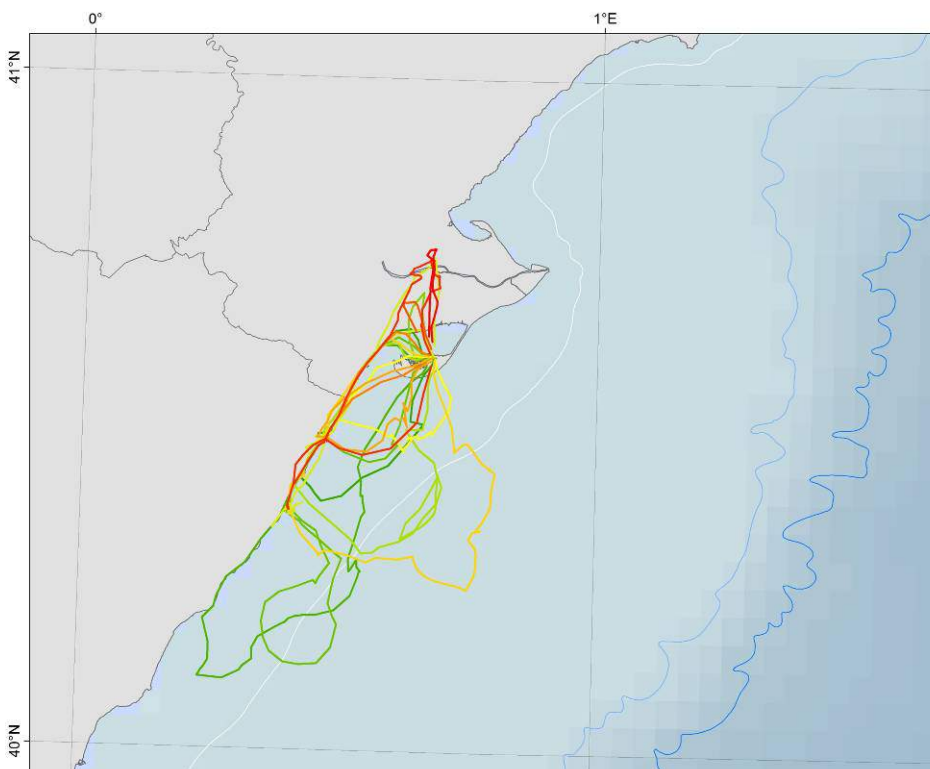
*Delta del Ebro. Mayo 2011*

**Viajes de alimentación**  
**Anilla 5107950**

Batimetría



Datum: ETRS 1989. Proyección: UTM Zona 31N





**Marcajes de gaviota de Audouin con GPS**

*Delta del Ebro. Mayo 2011*

**Viajes de alimentación**  
**Anilla 5107953**

**Batimetría**

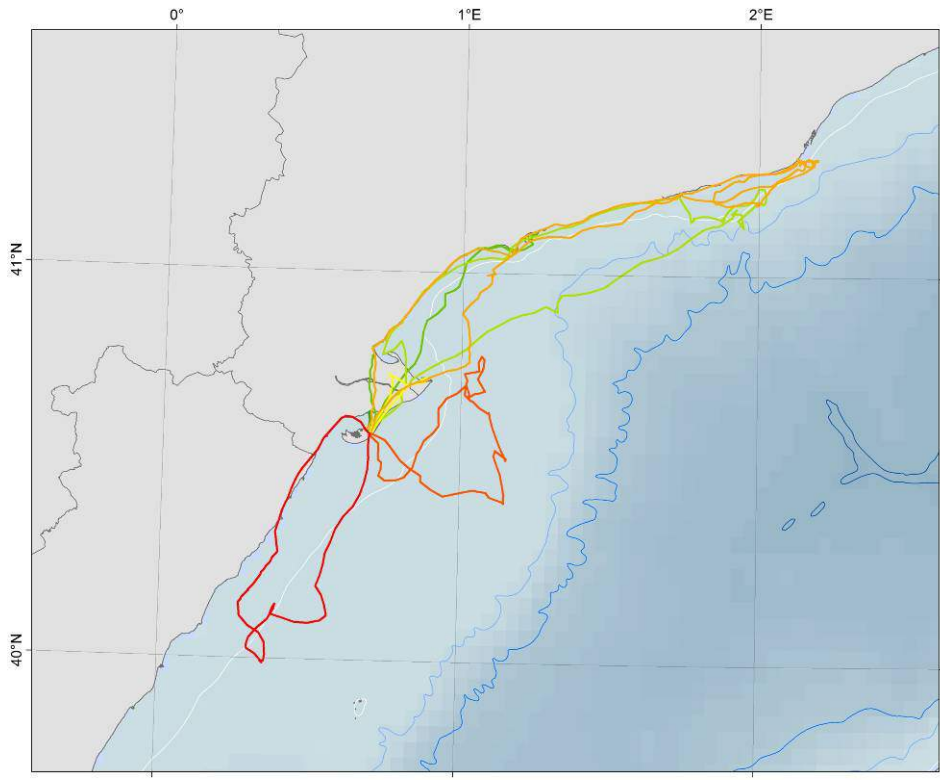
- 50
- 200
- 1000
- 2000

N

0 3.57 14 Kilometers

**INDEMARES**

Datum: ETRS 1989. Proyección: UTM Zona 31N



**Marcajes de gaviota de Audouin con GPS**

*Delta del Ebro. Mayo 2011*

**Viajes de alimentación**  
**Anilla 5107955**

**Batimetría**

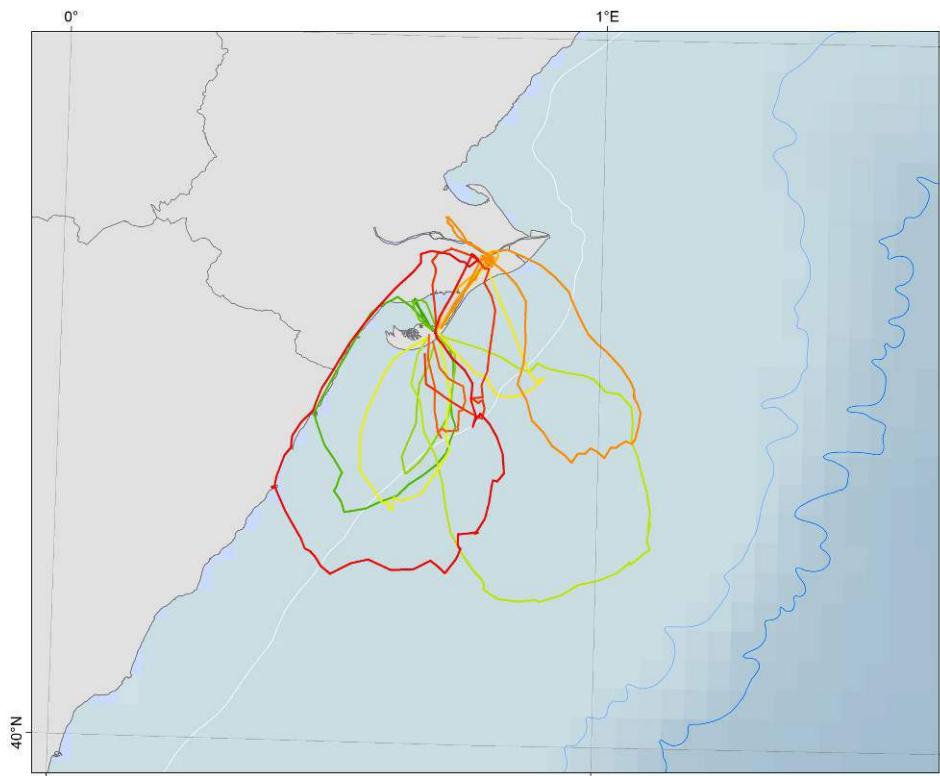
- 50
- 200
- 1000
- 2000

N

0 2 4 8 Kilometers

**INDEMARES**

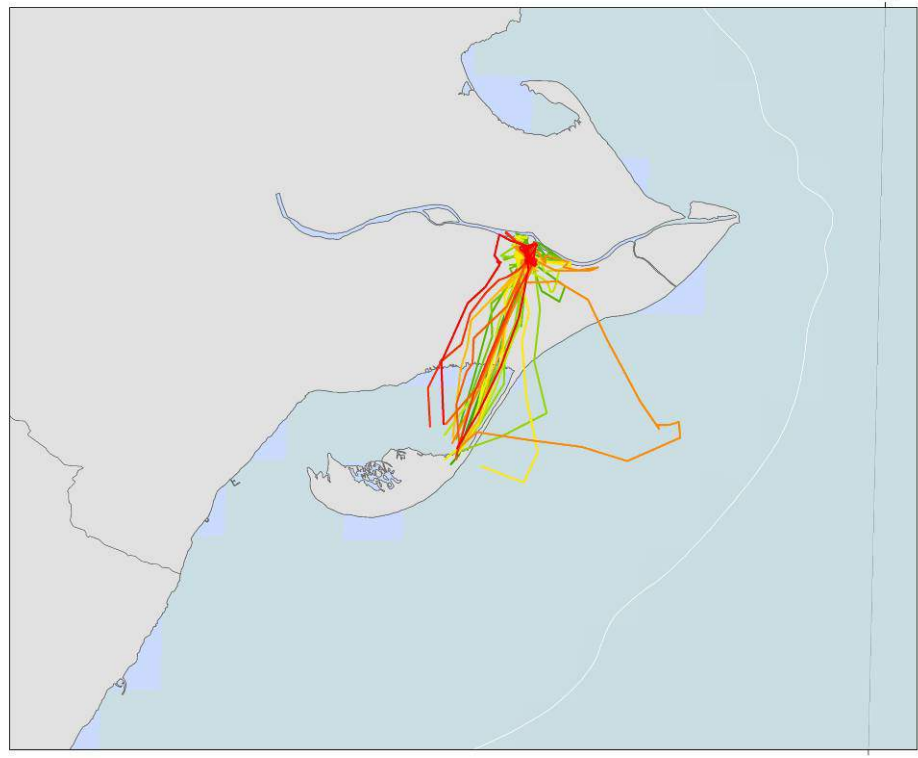
Datum: ETRS 1989. Proyección: UTM Zona 31N






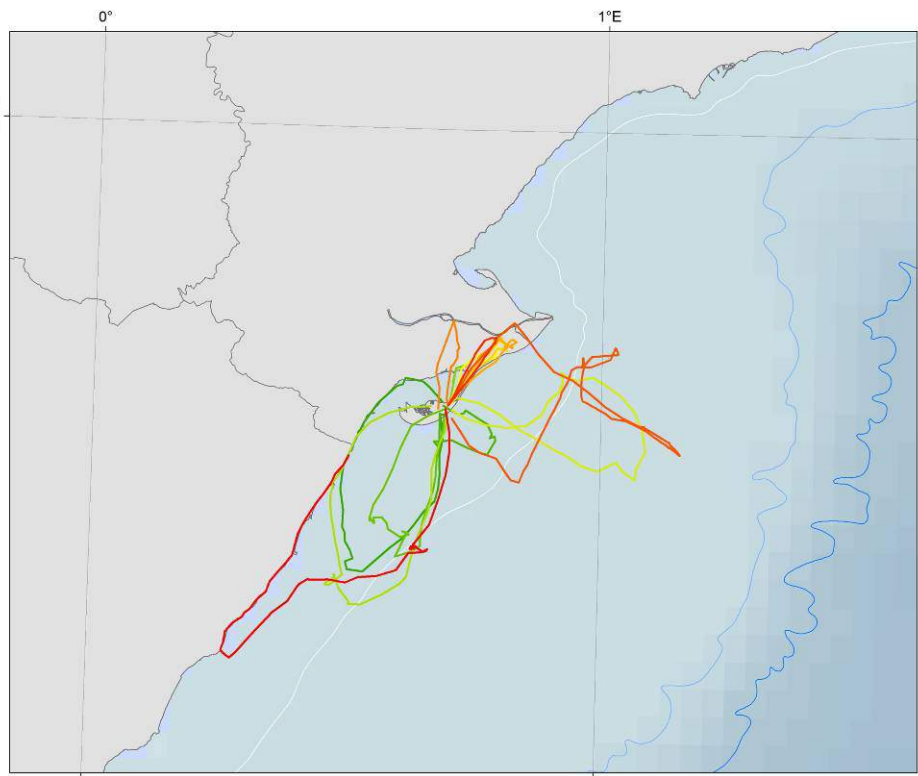
**Marcajes de gaviota de Audouin con GPS**  
*Delta del Ebro. Mayo 2011*  
**Viajes de alimentación**  
**Anilla 5107956**  
 Batimetría  
 50  
 200  
 1000  
 2000  
  
 0.5 2 Kilometers  

  
 Datum: ETRS 1989. Proyección: UTM Zona 31N



**Marcajes de gaviota de Audouin con GPS**  
*Delta del Ebro. Mayo 2011*  
**Viajes de alimentación**  
**Anilla 5107957**  
 Batimetría  
 50  
 200  
 1000  
 2000  
  
 0.25 5 Kilometers  

  
 Datum: ETRS 1989. Proyección: UTM Zona 31N







**Marcajes de gaviota de Audouin con GPS**

*Delta del Ebro. Mayo 2011*

**Viajes de alimentación**  
**Anilla 5107959**

Batimetría

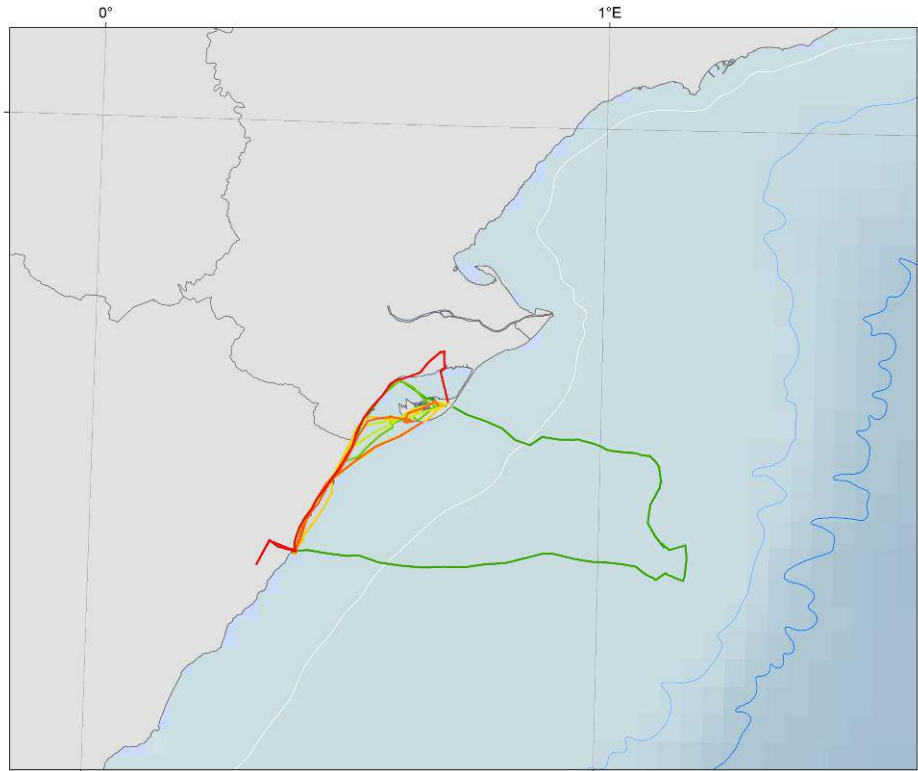
- 50
- 200
- 1000
- 2000

N

0,255 5 Kilometers

INDEMARES

Datum: ETRS 1989. Proyección: UTM Zona 31N



**Marcajes de gaviota de Audouin con GPS**

*Delta del Ebro. Mayo 2011*

**Viajes de alimentación**  
**Anilla 5107961**

Batimetría

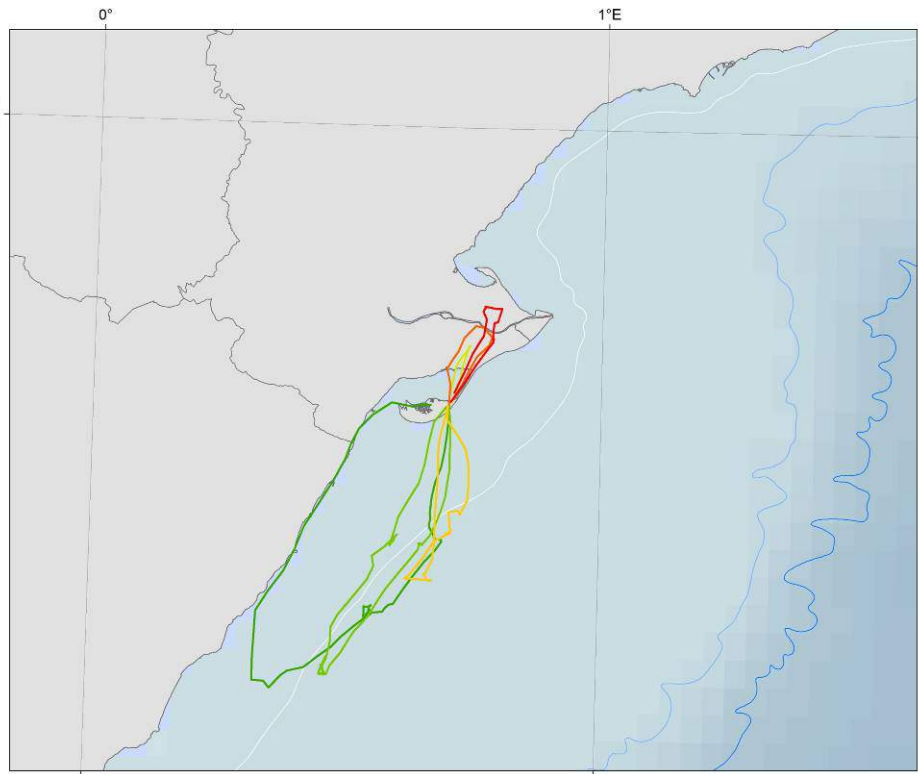
- 50
- 200
- 1000
- 2000

N

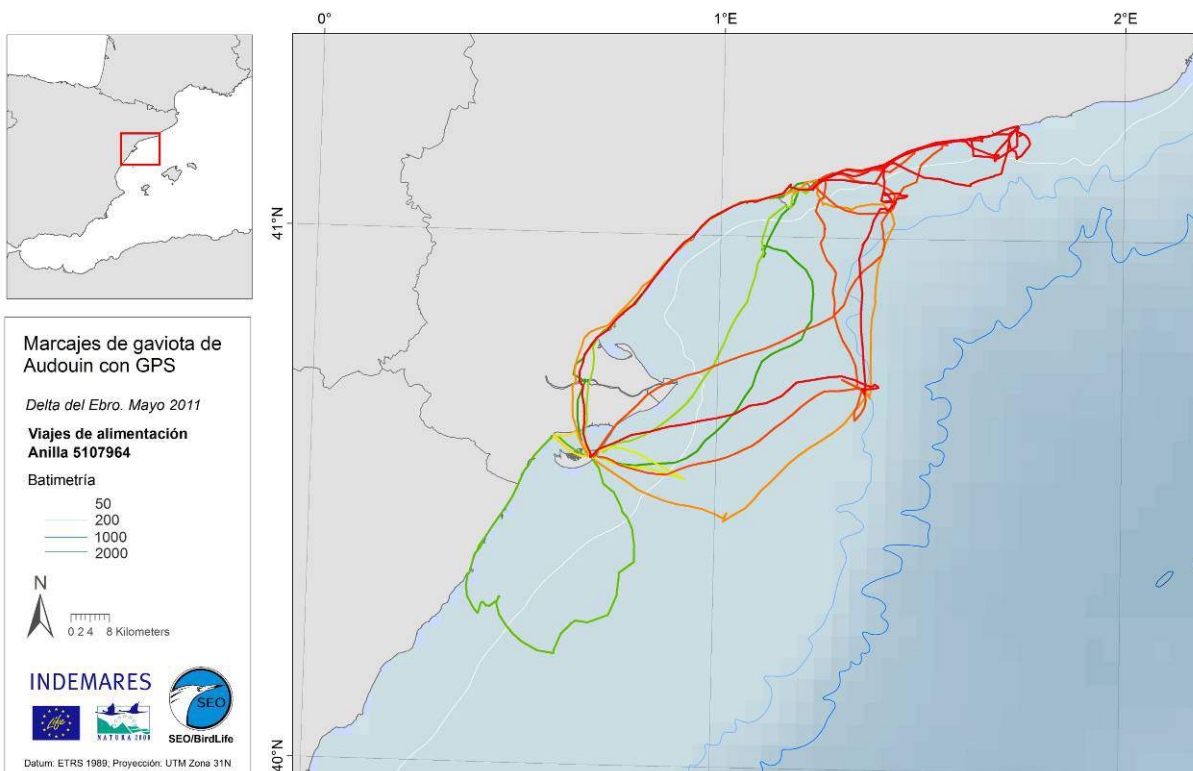
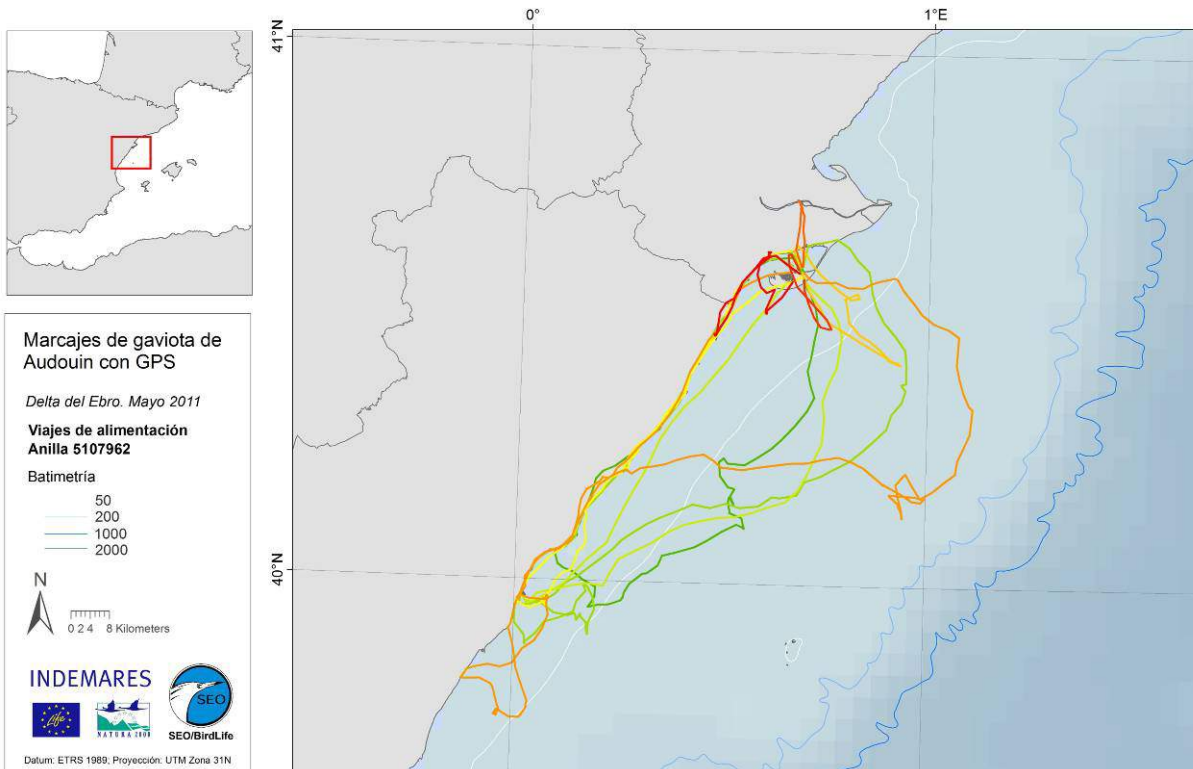
0,255 5 Kilometers

INDEMARES

Datum: ETRS 1989. Proyección: UTM Zona 31N









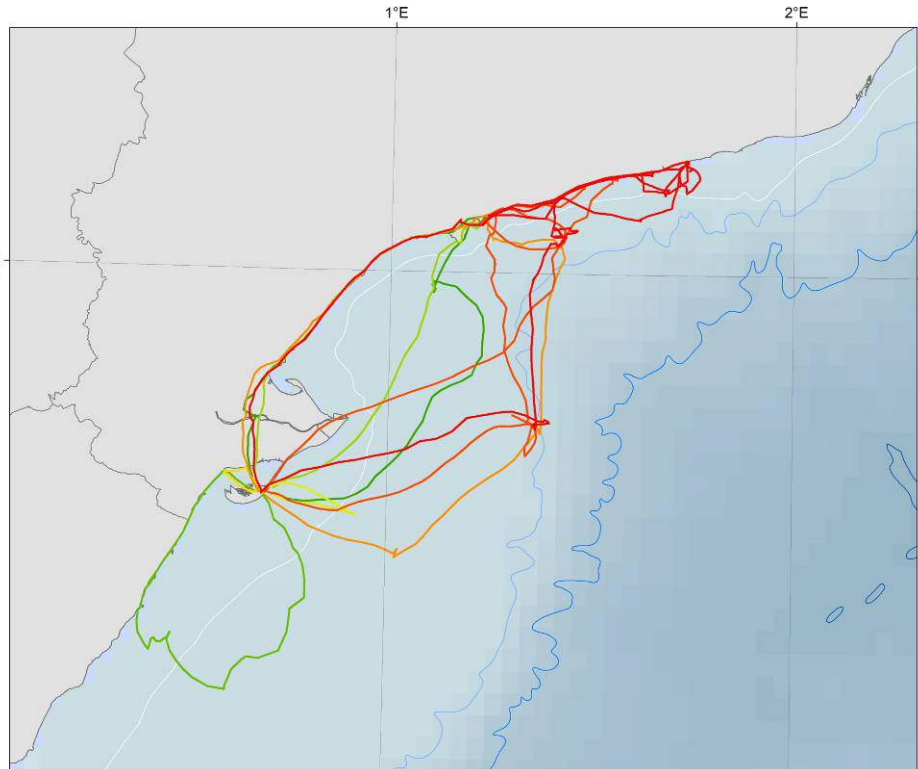
**Marcajes de gaviota de Audouin con GPS**  
*Delta del Ebro. Mayo 2011*  
**Viajes de alimentación**  
**Anilla 6030764**  
 Batimetría  
 50  
 200  
 1000  
 2000




**INDEMARES**   



Datum: ETRS 1989. Proyección: UTM Zona 31N



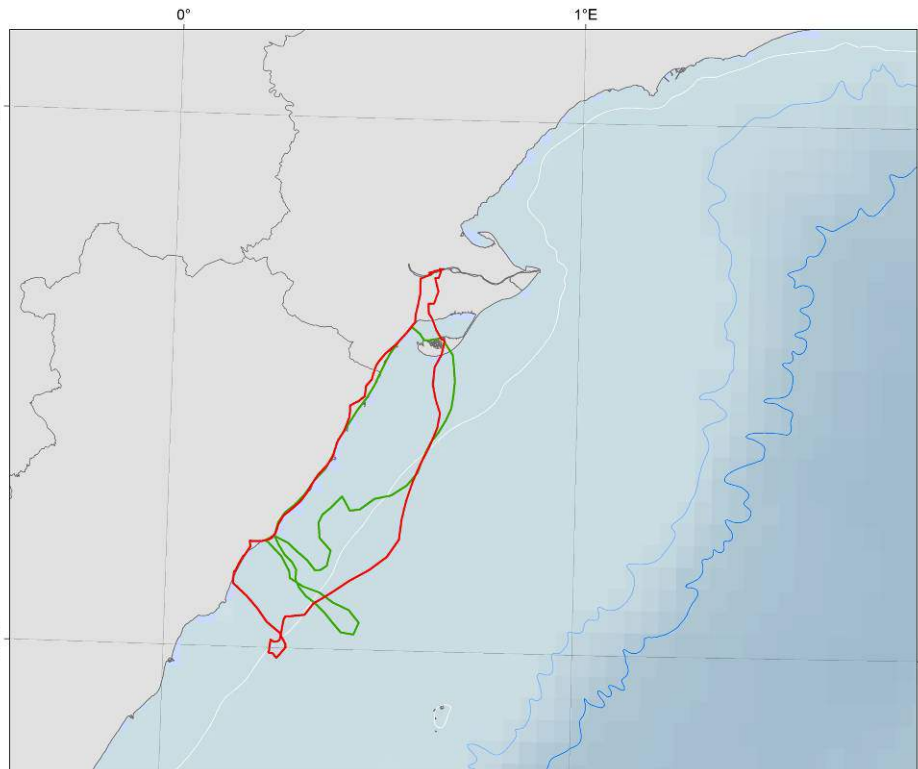
**Marcajes de gaviota de Audouin con GPS**  
*Delta del Ebro. Mayo 2011*  
**Viajes de alimentación**  
**Anilla 6068786**  
 Batimetría  
 50  
 200  
 1000  
 2000



**INDEMARES**   



Datum: ETRS 1989. Proyección: UTM Zona 31N





**Marcajes de gaviota de Audouin con GPS**

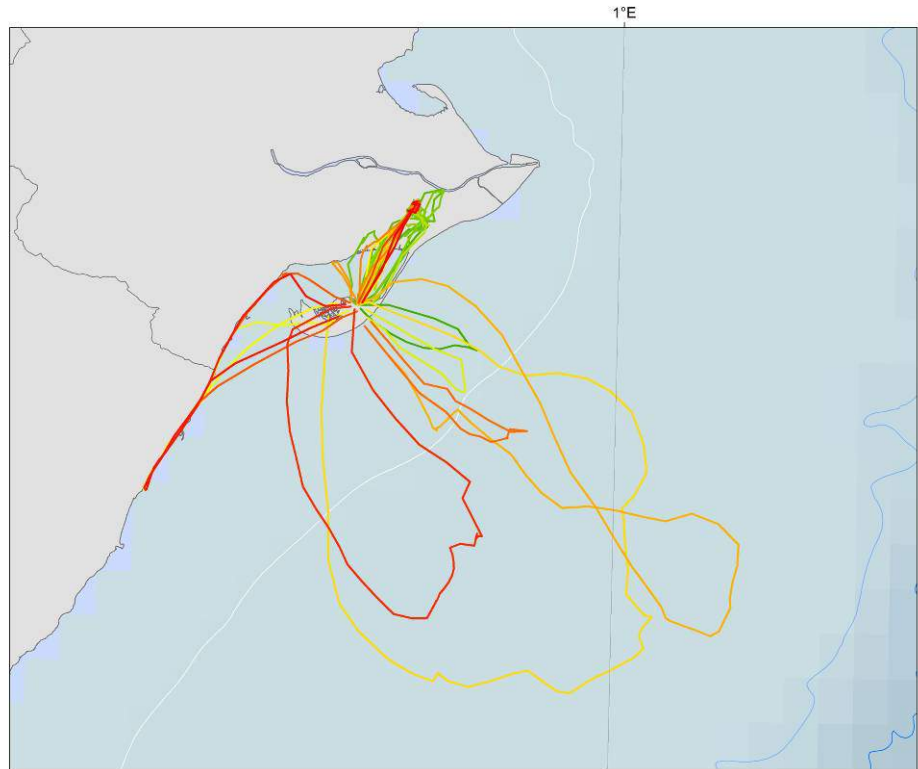
*Delta del Ebro. Mayo 2011*

**Viajes de alimentación**  
**Anilla 6072630**

Batimetría



Datum: ETRS 1989. Proyección: UTM Zona 31N



**Marcajes de gaviota de Audouin con GPS**

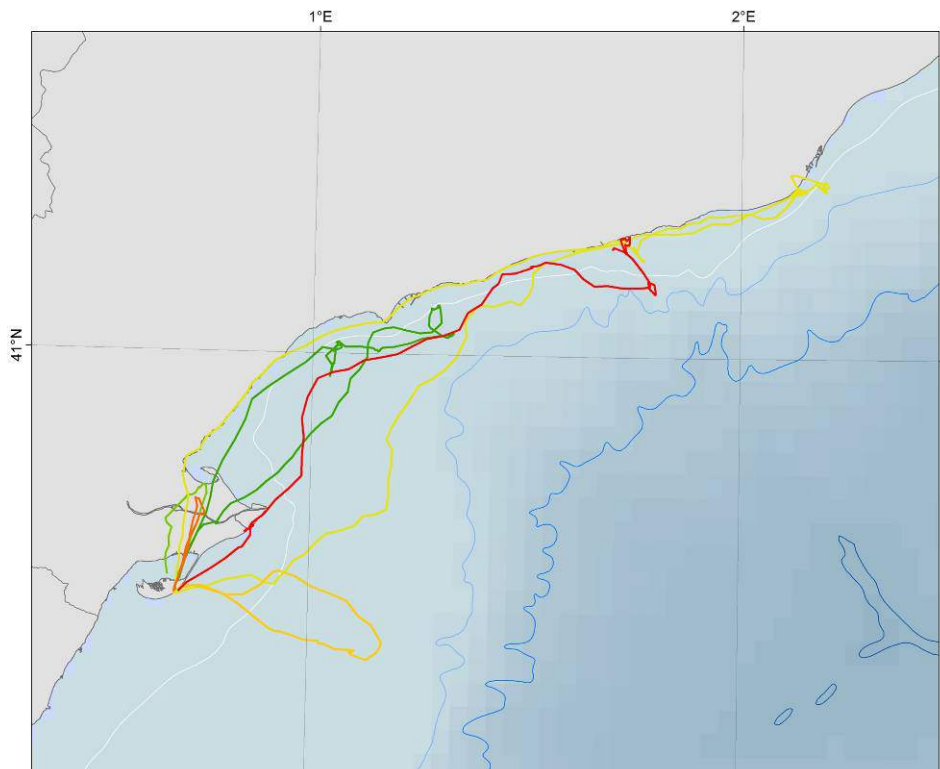
*Delta del Ebro. Mayo 2011*

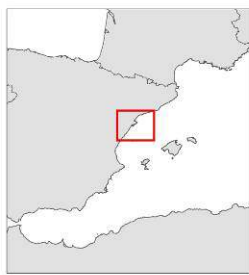
**Viajes de alimentación**  
**Anilla 6132642**

Batimetría



Datum: ETRS 1989. Proyección: UTM Zona 31N





**Marcajes de gaviota de Audouin con GPS**

*Delta del Ebro. Mayo 2011*

**Viajes de alimentación**  
**Anilla 6135339**

Batimetría

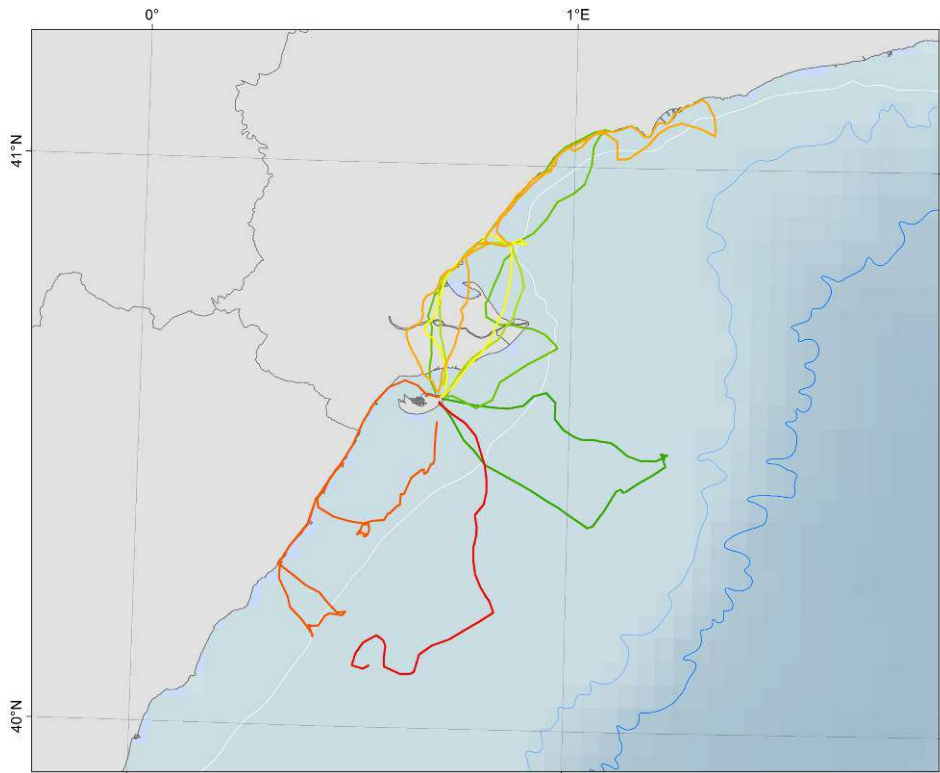
- 50
- 200
- 1000
- 2000



INDEMARES



Datum: ETRS 1989. Proyección: UTM Zona 31N





# Campaña de marcaje de SEO/BirdLife: pardela cenicienta – GPS Columbretes (Castellón) Julio de 2011



SEO/BirdLife

## INDEMARES



INDEMARES





# **Campaña de marcaje de SEO/BirdLife: Pardela cenicienta – GPS Columbretes (Castellón) Julio 2011**

## **Trabajo de campo:**

Beneharo Rodríguez (SEO/BirdLife)  
Juan Bécares (SEO/BirdLife)  
José Manuel Arcos (SEO/BirdLife)  
David García (SEO/BirdLife)  
Blanca Sarzo (Generalitat Valenciana)  
Javier Blasco (Generalitat Valenciana)

## **Textos:**

Beneharo Rodríguez  
José Manuel Arcos  
Juan Bécares

## **Mapas:**

Juan Bécares

## **Fotografías<sup>1</sup>:**

Beneharo Rodríguez

## **Coordinación:**

José Manuel Arcos

---

<sup>1</sup> Pardela cenicienta *Calonectris diomedea* en las proximidades de las islas Columbretes.

## ÍNDICE

---

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	<b>5</b>
Área de estudio y especie objetivo .....	5
Consideraciones previas sobre los registradores GPS .....	6
Estrategia de marcaje .....	6
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>7</b>
Esfuerzo y cobertura .....	7
Funcionamiento de los registradores de GPS .....	8
Patrones de distribución, ritmos de actividad y ecología trófica .....	9
<b>CONSIDERACIONES FINALES</b> .....	<b>10</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>11</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>11</b>
<b>ANEXO I (PATRONES INDIVIDUALIZADOS)</b> .....	<b>13</b>

## INTRODUCCIÓN

---

La Fundación Biodiversidad coordina el proyecto *Inventario y Designación De La Red Natura 2000 en Áreas Marinas del Estado Español*, INDEMARES (LIFE + 07/NAT/E/000732; 2009-2013), que cuenta también con las siguientes entidades beneficiarias: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM), Instituto Español de Oceanografía (IEO), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), OCEANA, WWF-España (WWF), Alnitak, Coordinadora para el Estudio de los Mamíferos Marinos (CEMMA), Sociedad Española para el estudio de los cetáceos en el archipiélago Canario (SECAC) y la Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife).

Este proyecto tiene por objetivo identificar y caracterizar las áreas marinas prioritarias para su conservación en base a los criterios de las Directivas Hábitats y Aves, colaborando de esta forma al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la Unión Europea a los Estados Miembros en materia ambiental, lo que constituye una aportación fundamental en el marco de la nueva Directiva sobre la Estrategia Marina. El trabajo se concentra en 10 áreas objetivo, preseleccionadas por sus valores en cuanto a hábitats y especies marinas.

La Sociedad Española de Ornitología finalizó en 2009 el proyecto *Áreas importantes para las aves (IBA) marinas en España* (LIFE04 NAT/ES/000049; 2004-2009), que abarcó la totalidad de las aguas españolas y permitió identificar y delimitar las zonas marinas más importantes para la conservación de las aves en España (Arcos *et al.*, 2009). Este proyecto ha proporcionado una visión de conjunto que ha permitido identificar las áreas prioritarias para la conservación de las aves en aguas españolas. En total se definieron 42 espacios que abarcan casi 42.000 km<sup>2</sup>, más otros 4 espacios (c. 15.000 km<sup>2</sup>) que *a priori* son de gran valor pero que quedaron como IBA potenciales por considerarse insuficiente la información recogida en ellos. Posteriormente dos de ellos han sido identificados como IBA ampliando la superficie a más de 55.000 km<sup>2</sup>. Partiendo de esos resultados, el trabajo sobre aves debe dirigirse a:

- 1) Estudios de seguimiento a gran escala que permitan ratificar el inventario de IBA marinas, mediante: (a) confirmación (o no) de los valores orníticos de aquellas zonas *a priori* importantes, que quedaron como IBA marinas potenciales por considerarse insuficiente la información disponible; (b) comprobación de la estabilidad del inventario de IBA marinas a largo plazo, y (c) evaluación de posibles cambios en los patrones de distribución de las aves a lo largo del tiempo.
- 2) Estudios de detalle en las áreas prioritarias (IBA marinas), que proporcionen información de calidad sobre los patrones de distribución de las aves marinas a pequeña y mediana escala, sus ritmos de actividad y los usos que hacen del medio (interacciones con otros organismos y con actividades humanas, amenazas), y que en última instancia permitan desarrollar las medidas de gestión adecuadas para mantener su buen estado de conservación (o mejorarlo).

El trabajo de campo en INDEMARES, dirigido a lograr estos objetivos, se centra principalmente en la realización de censos desde embarcación y el seguimiento

remoto de aves, al igual que en el proyecto precedente de IBA marinas. Asimismo se incluyen acciones más directamente relacionadas con las actividades humanas, como encuestas, reuniones participativas, salidas en pesqueros, etc.

El objetivo final de este trabajo es el de complementar y afianzar la base establecida ya por el inventario de IBA marinas para designar la red de Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) marinas en España, que en cumplimiento de la Directiva Aves contribuye a la red Natura 2000. Dicha red debe ser coherente, cubriendo las áreas más importantes para las aves marinas en España, y requiere de la información de detalle obtenida durante el proyecto INDEMARES para la adecuada gestión de sus valores. Un primer paso hacia dicha red, en el que INDEMARES ha jugado un papel clave, es la propuesta por parte del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino de 41 de las 44 IBA marinas como ZEPA, junto a un documento de principios generales de gestión, proceso pendiente de finalización por parte del nuevo Ministerio de Agricultura y Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). De acuerdo con el borrador de la propuesta, los planes de gestión específicos de cada espacio deberán aprobarse en un plazo de dos años tras la designación formal de las ZEPA, por lo que INDEMARES aún puede aportar mucho al proceso.



**Figura 1.** Aspecto del archipiélago de Columbretes.

Las islas Columbretes (Fig. 1) se encuentran dentro de la IBA *Plataforma marina del Delta del Ebro – Columbretes* (ES409), probablemente el área de alimentación más importante para las aves marinas en el contexto del Mediterráneo occidental, debido a la elevada productividad de la zona. Se trata de la IBA marina más extensa (9.736 km<sup>2</sup>) y con mayor diversidad de aves marinas: 11 especies cumplen criterios de IBA, de las cuales 10 crían en el ámbito del Mediterráneo español (Arcos *et al.*, 2009). Entre ellas se encuentran 3 Procelarifformes, que encuentran aquí una importante área de alimentación, las pardelas balear *Puffinus mauretanicus* y cenicienta *Calonectris diomedea*, y el paño europeo *Hydrobates pelagicus*. El grueso de estas aves proviene de Baleares, pero dentro de la IBA marina se encuentran pequeñas

poblaciones reproductoras de dos de ellas, la pardela cenicienta y el paño europeo, ambas en Columbretes (Servicio de Espacios Naturales y Biodiversidad, 2010 y 2011). En ambos casos se trata de poblaciones muy sensibles a nivel local, con un importante declive en las últimas décadas en el caso de la pardela cenicienta y el paño europeo, por lo que es muy importante conocer sus patrones de distribución en el mar e inferir posibles amenazas a partir de éstos.

De acuerdo con lo anterior, la presente acción tiene por objetivo conocer los patrones de uso del espacio y los ritmos de actividad de la población de pardela cenicienta que nidifica en las islas Columbretes. Para ello se colocaron registradores GPS en aves reproductoras a finales del periodo de incubación e inicios del crecimiento de los pollos. Con la información obtenida se podrán establecer medidas más precisas y eficaces para la conservación de esta especie, y en particular de la sensible población local.

## ***MATERIAL Y MÉTODOS***

---

### **Área de estudio y especie objetivo**

Esta campaña se realizó en las islas Columbretes (Castellón, Comunidad Valenciana; Figs. 1 y 2), entre el 14 y el 27 de julio de 2011, durante la última fase del periodo de incubación de la pardela cenicienta y las primeras eclosiones. El archipiélago acoge una colonia de cría de esta especie, que cuenta con un mínimo de 55 parejas, localizadas principalmente en la isla Grossa (Servicio de Espacios Naturales y Biodiversidad, 2011). Esta colonia es bien conocida por el equipo técnico de seguimiento de fauna amenazada de la Comunidad Valenciana, y presenta algunos nidos accesibles que permiten marcar a las aves con relativa facilidad.



**Figura 2.** Aspecto de la isla Grossa en Columbretes, donde se llevó a cabo el marcaje con GPS de pardela cenicienta.



## Consideraciones previas sobre los registradores GPS

Para el desarrollo de esta acción se eligieron registradores de GPS, ya probados con éxito en 2007 durante el Proyecto LIFE de IBA marinas, cuando se realizó una campaña experimental de marcaje de pardelas cenicientas en Baleares (Arcos *et al.*, 2009; Louzao *et al.*, 2009). También se habían probado con éxito en varias campañas previas de INDEMARES, tanto con la pardela cenicienta (Menorca 2010, Alegranza 2010, Chafarinas 2011) como con la gaviota de Audouin (Delta del Ebro 2010 y 2011) (ver SEO/BirdLife, 2010a,b,c). Estos aparatos demostraron ser mucho más precisos que los emisores vía satélite (PTT), a la vez que proporcionan un mayor número de localizaciones. Sus principales desventajas son el mayor tamaño (que desde 2007 es suficientemente pequeño como para marcar pardelas cenicientas), la necesidad de recapturar a las aves para descargar la información (lo que no es problema con la pardela cenicienta) y su menor autonomía respecto a los PTT (ya que los GPS no llevan alimentación solar). En esta ocasión se utilizaron registradores de GPS de *CatTrack*, comercializados para el seguimiento de mascotas y ya probados con la gaviota de Audouin en 2011. Estos dispositivos son mucho más económicos, pero es necesario utilizar un tubo de goma termorretráctil, empleado en trabajos eléctricos, para sellar e impermeabilizar los aparatos (Fig. 3).

Los GPS de *CatTrack* resisten buceos de hasta 15 o 20 m de profundidad, y son relativamente fáciles de programar. La precisión de la señal es la propia del sistema GPS, con un error que en la mayoría de localizaciones no supera los 10 m. Esto supone un gran avance respecto a otros sistemas de seguimiento remoto como puedan ser los PTTs, que suelen presentar errores del orden de varios cientos de metros o incluso kilómetros. Esta mejora de los GPS permite conocer con mucha mayor precisión los patrones de utilización del hábitat por parte de las aves marcadas, así como inferir su comportamiento.

## Estrategia de marcaje

Después de los marcajes de pardelas cenicientas de las colonias de Baleares (Arcos *et al.*, 2009; SEO/BirdLife, 2010b), en los que un porcentaje muy elevado de aves que se desplazan a las productivas aguas del levante ibérico para alimentarse, el objetivo de la presente campaña era conocer cuál era el comportamiento de una población que nidifica precisamente en dichas aguas, y en concreto en una de las zonas más relevante, la IBA *Plataforma marina del Delta del Ebro – Columbretes* (ES409).

La captura de las aves (adultos reproductores) se realizó a mano directamente en las huras, realizándose la retirada y colocación de los registradores GPS preferentemente al anochecer o durante la noche. Al igual que en anteriores ocasiones, el sistema de anclaje consistió en la sujeción del aparato a las plumas del dorso del ave mediante un tipo especial de cinta adhesiva (TESA). El emisor queda fijado a las plumas del dorso, a la altura de la columna vertebral, de forma estable. En caso de extraviarse el ave, el emisor se pierde durante la muda de las plumas del dorso, evitando que su fijación prolongada pueda causar daños a largo plazo. Asimismo, el sistema de fijación y de retirada del aparato es sencillo, y reduce las molestias de manipulación. Una vez montados sobre el ave, los registradores de GPS incrementaban su peso en

aproximadamente 5 g, ya que se incluye el peso de la cinta TESA (Fig. 3), pero aún así son adecuados para el marcaje de pardela cenicienta (ver Wilson *et al.*, 2002; Phillips *et al.*, 2003).

Los registradores GPS utilizados en el seguimiento de la pardela cenicienta en Columbretes fueron programados para recoger un dato cada 5 minutos, de forma continua, dado que se presuponía que los viajes debían ser cortos y que por tanto las baterías de los aparatos iban a poder registrar los viajes completos. Para evitar molestias demasiado continuadas, entre el marcaje y la recaptura se dejaron pasar por lo menos tres días sin visitar el nido, y en ocasiones no se recapturó al ave hasta pasadas dos semanas. En el intervalo en que llevaban el emisor era esperable que las aves realizaran uno o varios viajes de alimentación, aunque ocasionalmente se recuperaron aves que no habían abandonado el nido (ya que durante la incubación siempre permanece un adulto en el nido, y puede pasar varios días sin abandonarlo mientras la pareja se alimenta en el mar).



**Figura 3.** Registradores GPS para seguimiento de mascotas *Cat@track* recubierto con goma termoretráctil, colocado en pardela cenicienta justo antes del momento de ser retirado tras un viaje de alimentación en el mar.

El análisis de la información se realizó siguiendo las directrices del programa *Tracking Ocean Wanderers* (BirdLife International, 2004). De esta forma se consideró que la unidad de muestreo era el viaje. Esto es, para individuos reproductores, cualquier salida del nido, que puede oscilar entre uno y varios días, presumiblemente con fines de alimentación.

## ***RESULTADOS Y DISCUSIÓN***

### **Esfuerzo y cobertura**

En total se marcaron 22 pardelas cenicientas en 13 nidos (Tabla 1), repartidos por varias subcolonias de la isla Grossa. Debido a la relativa escasez de nidos adecuados para el marcaje, en algunos se marcó a los dos miembros de la pareja. Todos los registradores GPS fueron retirados antes de abandonar la colonia.

**Tabla 1.** Detalles del seguimiento de las 22 pardelas cenicientas marcadas con GPS en Columbretes en julio de 2011: localización del nido, anilla, biometría del pico, sexo y fechas, peso y hora de colocación y retirada del GPS.

GPS	hora	Anilla	Sexo	Pico		Narina		Cráneo-pico	Colocación		Retirada		
				Alt.	Largo	Larg.	Alt.		Fecha	Hora	Fecha	Hora	Peso
S14	1	6093727	M	19,96	52,10	40,36	14,76	107,70	14/07/2011	20:30	23/07/2011	0:00	635
A11	1	6093804	H	17,68	47,54	37,34	12,92	100,18	16/07/2011	11:10	21/07/2011	3:30	580
<b>S20</b>	2	6093750	H	18,46	50,40	37,24	12,74	103,44	14/07/2011	20:00	21/07/2011	3:30	535
A10	2	6057461	M	19,36	52,44	41,24	13,58	109,28	16/07/2011	11:00	21/07/2011	3:30	720
A4	3	6159224	M	19,20	50,36	40,74	13,70	105,58	15/07/2011	19:30	22/07/2011	23:30	675
<b>AS17</b>	3	6184928	H	17,62	47,00	35,44	12,46	101,68	22/07/2011	23:45	27/07/2011	0:40	608
S4	4	6173217	H	17,60	46,63	37,46	12,66	100,39	14/07/2011	3:00	23/07/2011	1:10	505
A8	4	6045053	M	19,84	55,38	43,44	14,60	114,44	15/07/2011	20:45	21/07/2011	20:30	585
<b>S23</b>	5	6151750	H	17,20	50,47	39,68	12,42	102,44	14/07/2011	3:30	24/07/2011	1:00	515
<b>AS7</b>	5	6151716	M	19,88	52,06	40,66	14,52	106,78	23/07/2011	2:00	26/07/2011	1:00	715
<b>A7</b>	6	6194553	M	20,80	55,02	43,62	16,58	116,11	15/07/2011	20:55	23/07/2011	1:20	780
A6	7	6200504	H	18,52	49,50	40,00	14,16	102,88	15/07/2011	20:30	21/07/2011	20:00	585
<b>AS3</b>	7	6200517	M	20,42	51,72	40,04	15,02	107,04	23/07/2011	1:00	27/07/2011	1:00	640
<b>S17</b>	8	6159197	M	19,94	54,34	42,80	13,74	112,60	14/07/2011	2:00	21/07/2011	20:00	675
<b>A5</b>	8	6131720	H	18,18	49,24	39,30	13,06	102,12	15/07/2011	20:00	23/07/2011	0:30	570
<b>A3</b>	9	6200503	M	20,78	58,92	46,54	15,12	114,56	15/07/2011	12:40	22/07/2011	1:10	685
<b>S22</b>	9	6159196	H	17,42	45,64	36,00	12,56	97,80	21/07/2011	20:00	26/07/2011	0:20	495
A2	10	6022522	M	17,92	48,50	40,40	12,78	103,38	15/07/2011	12:20	22/07/2011	1:00	-
A1	11	6200502	M	18,40	53,18	41,10	12,94	101,86	15/07/2011	12:00	22/07/2011	1:30	635
<b>S3</b>	12	6131761	H	-	-	-	-	-	14/07/2011	0:30	22/07/2011	2:00	545
<b>S5</b>	13	6131739	M	-	-	-	-	-	14/07/2011	1:00	23/07/2011	23:30	605
x	13	6173237	H	16,84	48,92	38,50	13,38	103,24	15/07/2011	21:30	22/07/2011	2:10	565

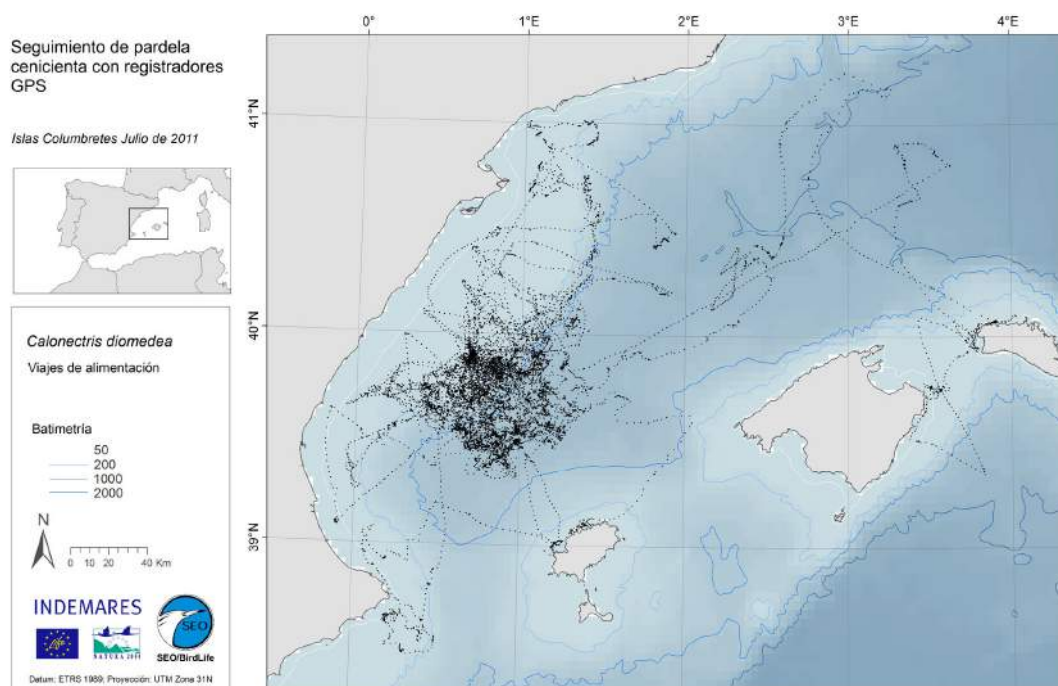
### Funcionamiento de los registradores de GPS

El funcionamiento de los registradores de GPS en general fue satisfactorio, aportando un total de 16.796 localizaciones de las 13 pardelas en las que los aparatos funcionaron correctamente (Tabla 2). Los otros 9 emisores colocados no llegaron a proporcionar datos válidos, debido a que los ejemplares marcados no llegaron a abandonar el nido en varios días (y se retiró el emisor pasado un tiempo prudencial), o bien por errores del dispositivo. De los 13 ejemplares que aportaron datos, se obtuvo

una media de 3,9 viajes por ave, y el número total de días de seguimiento ascendió hasta los 58,3 (Tabla 2).

### Patrones de distribución, ritmos de actividad y ecología trófica

Los resultados obtenidos son bastante singulares, con diferencias notables en relación a otras colonias mediterráneas de pardela cenicienta. En primer lugar, las aves regresaron prácticamente a diario al nido, alimentándose en aguas relativamente cercanas a Columbretes, con unas pocas excepciones (Fig. 4, Tabla 2 y Anexo 1). Este patrón contrasta con el observado para las colonias de Baleares, donde la mayoría de los viajes duran dos o más días, incluso más de una semana en ocasiones (Louzao et al., 2009; SEO/BirdLife, 2010b). Además, una proporción elevada de los viajes se centraron en aguas pelágicas entre Columbretes y Baleares, siendo relativamente bajo el uso de las aguas de plataforma continental, hábitat preferencial de acuerdo con los censos en mar abierto, así como con los modelos de adecuación de hábitat relacionados con esta fuentes de datos (Arcos et al., 2009; Louzao et al., 2009; Arcos et al., 2012). También es destacable algún viaje a las Islas Baleares, cuando el patrón inverso suele ser la norma (i.e. aves de Baleares desplazándose a las más ricas aguas del levante ibérico). Los viajes a zonas de alimentación previsiblemente importantes, como la plataforma del Delta del Ebro y el entorno del Cabo de la Nao fueron escasos, especialmente teniendo en cuenta la proximidad de dichas zonas a las islas Columbretes. En marcajes anteriores ya se había documentado un uso relativamente bajo de las aguas del Delta del Ebro-Columbretes en pleno verano (SEO/BirdLife, 2010b), pero el uso preferencial de las aguas pelágicas es novedoso en relación a cualquier campaña previa, tanto en el Mediterráneo como en el Atlántico.



**Figura 4.** Totalidad de los movimientos de las pardelas cenicientas marcadas en isla Grossa (Islas Columbretes, Castellón) en julio 2011.

**Tabla 2.** Número de localizaciones obtenidas, duración y número de viajes para cada uno de los 13 ejemplares de pardela cenicienta marcados y recapturados con datos válidos en Columbretes en julio de 2011.

Anilla	Localizaciones	Días en mar	Número de viajes
6093750	1168	4,06	5
6131720	546	1,90	2
6131739	2291	7,95	7
6131761	1772	6,15	3
6151716	758	2,63	3
6151750	1969	6,84	8
6159196	265	0,92	1
6159197	1585	5,50	2
6173237	1455	5,05	4
6184928	978	3,40	4
6194553	1592	5,53	7
6200503	1619	5,62	1
6200517	798	2,77	4
Total general	16.796	58,3	51
Media	1.292	4,5	3,9

Sorprende por lo tanto el bajo uso de las zonas a priori más adecuadas para la pardela cenicienta, como es la parte externa de la plataforma continental ibérica (Louzao et al., 2009; Arcos et al., 2012). Esto podría estar relacionado con la menor productividad de esta zona en verano, tras el pico en primavera, que coincide con el desove del boquerón (Palomera et al., 2007) y que es cuando mejor se ha prospectado el levante ibérico en cuanto a aves (Arcos et al., 2009). La pardela cenicienta podría explotar también las aguas pelágicas aprovechando la interacción con grandes peces pelágicos y cetáceos para capturar sus presas (pequeños pelágicos), pescar de noche (peces mesopelágicos ligados a las migraciones nictimerales) o bien asociadas a objetos flotantes (Arcos et al., 2000), comportamiento que sería más acentuado en pleno verano (fechas del presente marcaje), con las aguas ya bien estratificadas. Otro aspecto a tener en cuenta, que explicaría el escaso uso de la plataforma levantina, es que los marcajes coincidieron con una veda de pesca de arrastre en aguas de Castellón, por lo que las aves dejarían de encontrar un recurso clave, los descartes pesqueros, cuya oferta condiciona los patrones de uso del espacio (Bartumeus et al., 2010).

Hasta la fecha, no se ha estudiado la dieta de la población de pardelas cenicientas que se reproducen en las islas Columbretes, pero teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el presente estudio, no se descartan posibles diferencias respecto a las poblaciones Baleares.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

La presente campaña de marcaje aporta por primera vez datos de seguimiento remoto para las pardelas cenicientas de Columbretes, y de forma más general para las poblaciones aisladas que crían en el levante ibérico. Aunque por el momento sólo se ha



realizado un análisis preliminar de los datos, los resultados parecen apuntar a una ligera segregación con respecto a las poblaciones reproductoras de pardelas cenicientas de las islas Baleares. Así, las aves de Columbretes utilizarían unas áreas más pelágicas y profundas para alimentarse, en parte fuera de la IBA *Plataforma marina del delta del Ebro-Columbretes ES409* (Arcos *et al.*, 2009). Es por ello que no se descarta que existan pequeñas variaciones en la dieta o comportamiento trófico de esta población, aspectos que deberían ser estudiados en el futuro. Es especialmente importante estudiar la posible interacción con la pesca de arrastre, ya que podría influir sobre los patrones de distribución de la especie, así como influir en las zonas de alimentación durante todo el periodo de cría, no solo durante la incubación.

Las zonas utilizadas por las pardelas cenicientas reproductoras en Columbretes incluyen zonas de alto valor pesquero, pero también otras en que la actividad pesquera es menos intensa. Sin embargo, se ha comprobado que las aguas próximas a Columbretes se producen elevadas mortandades de aves marinas por palangres (Laneri *et al.*, 2010), y se ha estimado que entre 656-2.829 aves están afectadas cada año, de las que un 66% son pardelas cenicientas (Belda & Sánchez, 2001). Es por ello que se hace necesario procesar con mayor detalle la información aquí obtenida para inferir el comportamiento de las aves en cada zona, así como cotejar esa información con la de potenciales amenazas, para poder desarrollar las medidas de gestión necesarias para su conservación.

## ***Agradecimientos***

---

Queremos expresar nuestro agradecimiento a la *Consellería de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana* por facilitarnos los permisos y la logística para acceder a la Isla Grossa, así como por su apoyo directo durante el trabajo de campo. Al personal de la Reserva Natural y Marina de Columbretes (Santiago Sales, Manuela Viñes, Juan Torres, Bruno Sabater, Vicente Castañer, Guillermo Portilla, Honorio Delgado, Juan Torres, y Vicente Ferris), así como a los Técnicos del Parque (Xavi del Señor, Eva Mestre y Patricia González), por ayudarnos en todo momento, y por su hospitalidad y amistad, que facilitó en gran medida nuestro trabajo allí.

## ***REFERENCIAS***

---

- Arcos, J.M., E. Massutí, P. Abelló y D. Oro. 2000. Fish associated with floating drifting objects as a feeding resource for Balearic Shearwaters *Puffinus mauretanicus* during the breeding season. *Ornis Fennica*, 77: 177-182.
- Arcos, J.M., Bécars, J., Rodríguez, B. & Ruiz, A. (2009). *Áreas Importantes para la Conservación de las Aves marinas en España*. LIFE04NAT/ES/000049-SEO/BirdLife. Madrid.
- Arcos, J.M., Bécars, J., Villero, D., Brotons, L., Rodríguez, B. y Ruiz, A. (2012). Assessing the location and stability of foraging hotspots for pelagic seabirds: an approach to identify marine Important Bird Areas (IBAs) in Spain. *Biological Conservation* (en prensa).

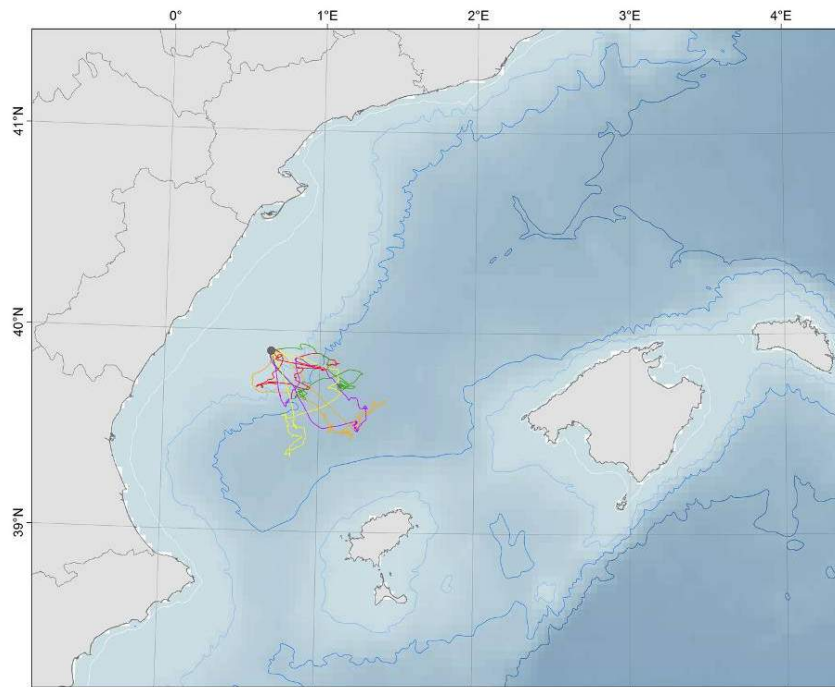
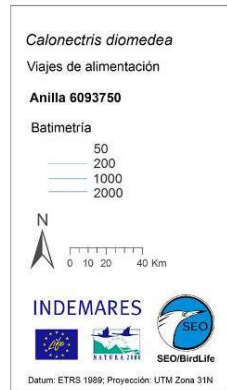
- Ballance, L. T., Pitman, R.L. & Reilly S.B. (1997). Seabird community structure along a productivity gradient: importance of competition and energetic constraint. *Ecology* 78:1502-1518.
- Bartumeus, L. Giuggioli, M. Louzao, V. Bretagnolle, D. Oro y S.A. Levin. 2010. Fisheries discards impact on seabird movement patterns at regional scales. *Current Biology*, 20: 215-222.
- Belda, A. & Sánchez, A. (2001). Seabird mortality on longline fisheries in the western Mediterranean: factors affecting bycatch and proposed mitigation measures. *Biological Conservation* 98: 357-363.
- BirdLife International (2004). *Tracking Ocean Wanderers: the global distribution of albatrosses and petrels*. Results from the Global Procellariiform Tracking Workshop. 1-5 September, 2003, South Africa. BirdLife International. Cambridge.
- Laneri, K., Louzao, M., Martínez-Abraín, A., Arcos, J.M., Belda, E.J., Guallart, J., Sánchez, A., Giménez, M., Maestre, R. & Oro, D. (2010). Trawling regime influences longline seabird bycatch in the Mediterranean: new insights from a small-scale fishery. *Marine Ecology Progress Series* 420: 241-252.
- Louzao, M., Bécares, J., Rodríguez, B., Hyrenbach, K.D., Ruiz, A. & Arcos, J.M. (2009). Combining vessel-based surveys and tracking data to identify key marine areas for seabirds. *Marine Ecology Progress Series* 391: 183-197.
- Palomera, I., M.P. Olivar, J. Salat, A. Sabatés, M. Coll, A. García y B. Morales-Nin. 2007. Small pelagic fish in the NW Mediterranean Sea: an ecological review. *Progress in Oceanography*, 74:377-396
- Phillips, R.A., Xavier, J. C. & Croxall, J. P. (2003). Effects of satellite transmitters on albatrosses and petrels. *Auk* 120: 1082-1090.
- Ronconi, R.A. & Burguer, A.E. (2011). Foraging space as a limited resource: inter- and intra-specific competition among sympatric pursuit-diving seabirds. *Canadian Journal of Zoology* 89: 356-368.
- SEO/BirdLife (2010a). Campaña de marcaje de SEO/BirdLife: Pardela cenicienta - GPS Alegranza (Canarias) agosto-septiembre 2010. INDEMARES. Informe inédito.
- SEO/BirdLife (2010b). Campaña de marcaje de SEO/BirdLife: Pardela cenicienta - GPS Cala Morell (Menorca) junio-julio de 2010. INDEMARES. Informe inédito.
- SEO/BirdLife (2010c). Campaña de marcaje de SEO/BirdLife: Gaviota de Audouin - GPS Delta del Ebro (Mayo de 2010). INDEMARES. Informe inédito.
- Servicio de Espacios Naturales y Biodiversidad (2010). Seguimiento del paño europeo (*Hydrobates pelagicus*) en la Comunidad Valenciana 2010. Plan de Acción de Aves Marinas de la Comunidad Valenciana. Consellería de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda. Informe inédito.
- Servicio de Espacios Naturales y Biodiversidad (2011). Informe sobre "La pardela cenicienta en la Comunidad Valenciana". Plan de Acción de Aves Marinas de la Comunidad Valenciana. Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente. Informe inédito.
- Wilson, R.P., Gremillet, D., Syder, J., Kierspel, M. A. M., Garthe, S., Weimerskirch, H., Schafer-Neth, C., Scolaro, J. A., Bost, C. A., Plotz, J. & Nel, D. (2002) Remote-sensing systems and seabirds: their use, abuse and potential for measuring marine environmental variables. *Marine Ecology-Progress Series* 228: 241-261.

## ANEXO I (patrones individualizados)

Viajes de alimentación de cada una de las 13 pardelas cenicientas de las islas Columbretes que fueron monitorizadas en julio de 2011 con registradores GPS. Cada viaje aparece representado en un color diferente para facilitar su interpretación.

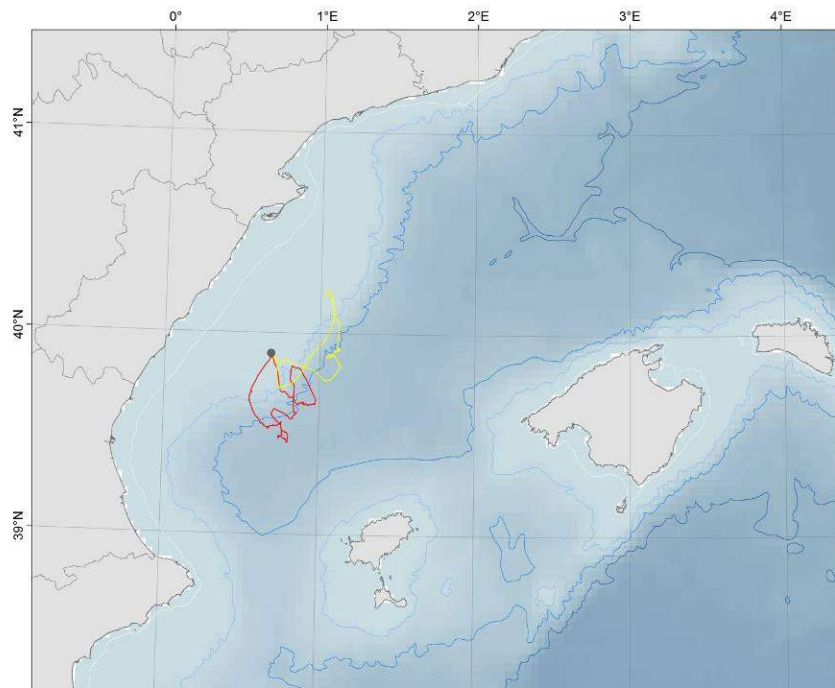
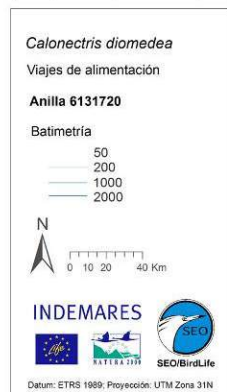
Seguimiento de pardela cenicienta con registradores GPS

Islas Columbretes Julio de 2011



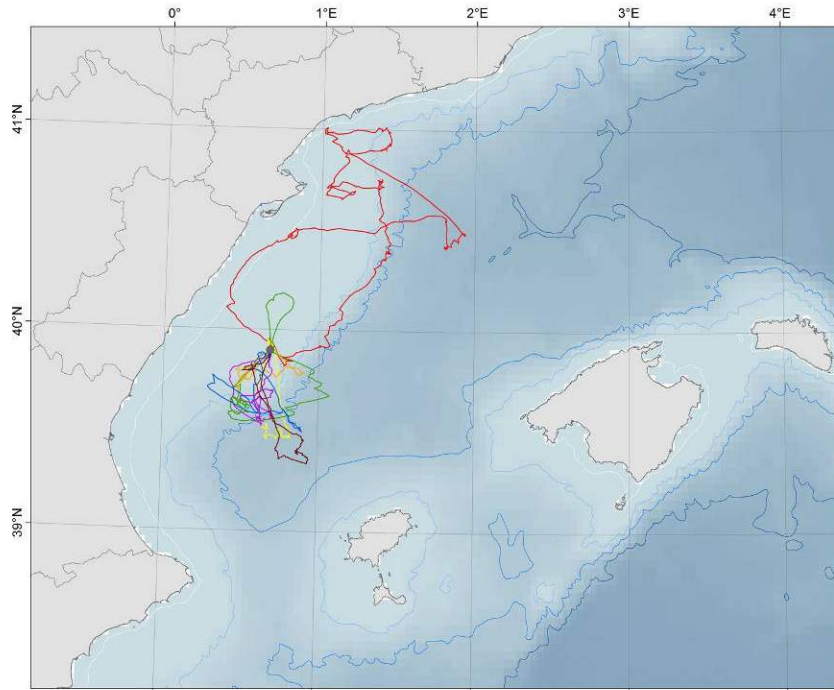
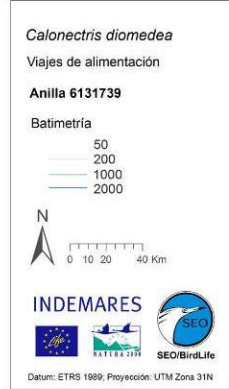
Seguimiento de pardela cenicienta con registradores GPS

Islas Columbretes Julio de 2011



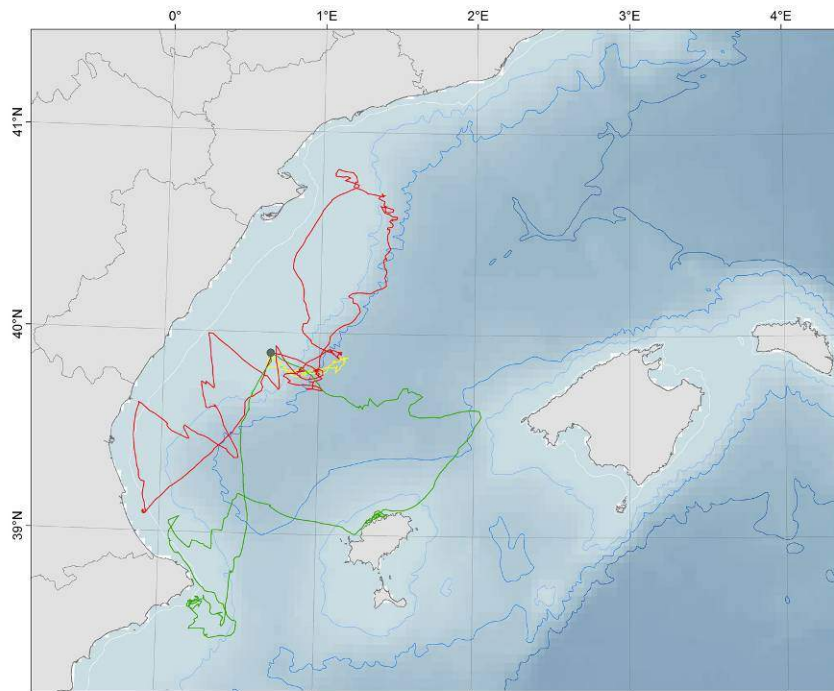
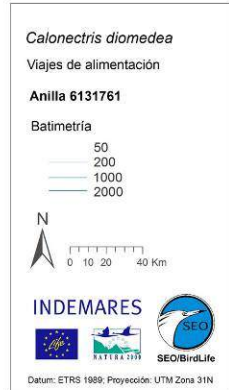
Seguimiento de pardela cenicienta con registradores GPS

Islas Columbretes Julio de 2011



Seguimiento de pardela cenicienta con registradores GPS

Islas Columbretes Julio de 2011





Seguimiento de pardela cenicienta con registradores GPS

Islas Columbretes Julio de 2011



*Calonectris diomedea*  
Viajes de alimentación

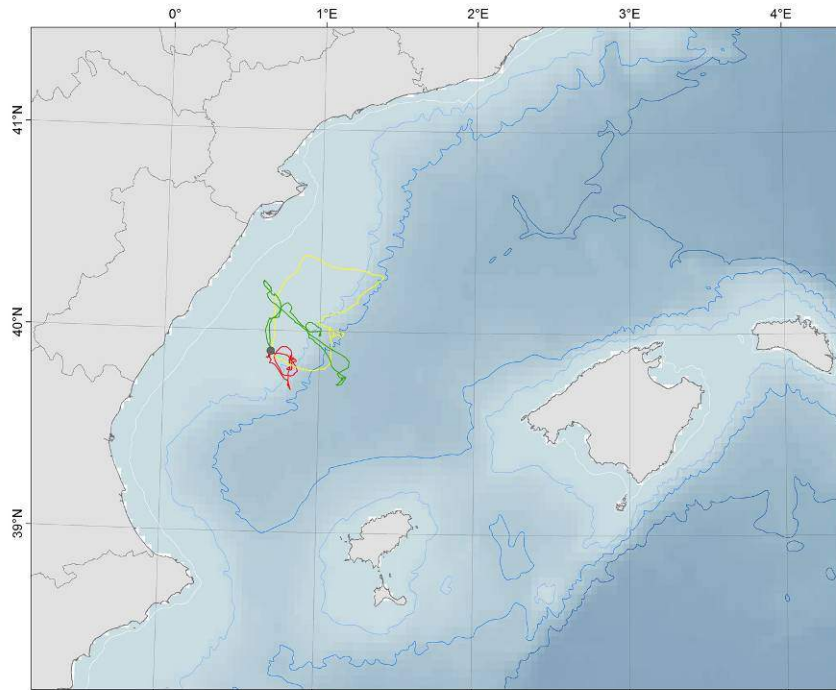
**Anilla 6151716**

Batimetría

- 50
- 200
- 1000
- 2000

INDEMARES

Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N



Seguimiento de pardela cenicienta con registradores GPS

Islas Columbretes Julio de 2011



*Calonectris diomedea*  
Viajes de alimentación

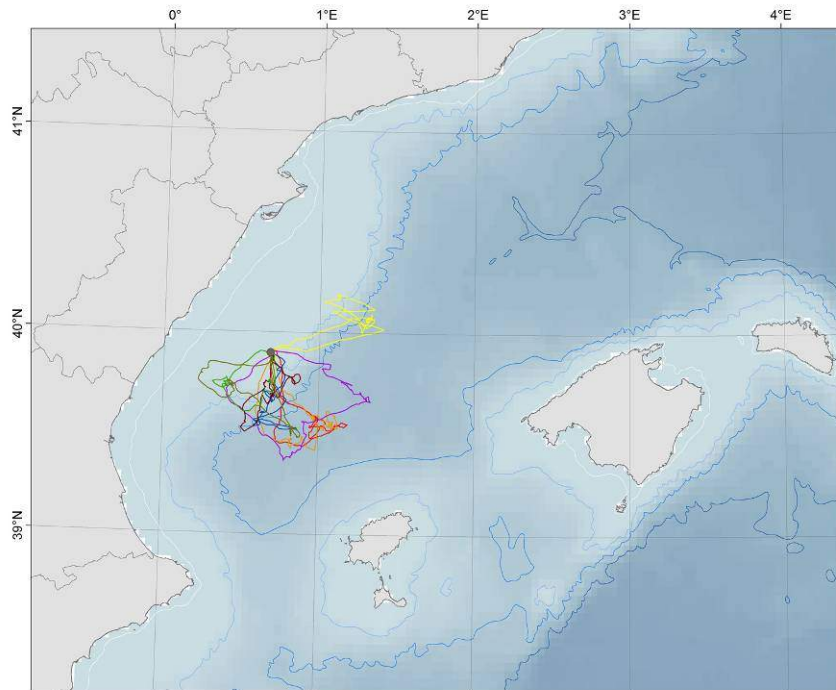
**Anilla 6151750**

Batimetría

- 50
- 200
- 1000
- 2000

INDEMARES

Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N





Seguimiento de pardela cenicienta con registradores GPS

Islas Columbretes Julio de 2011

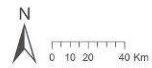


*Calonectris diomedea*

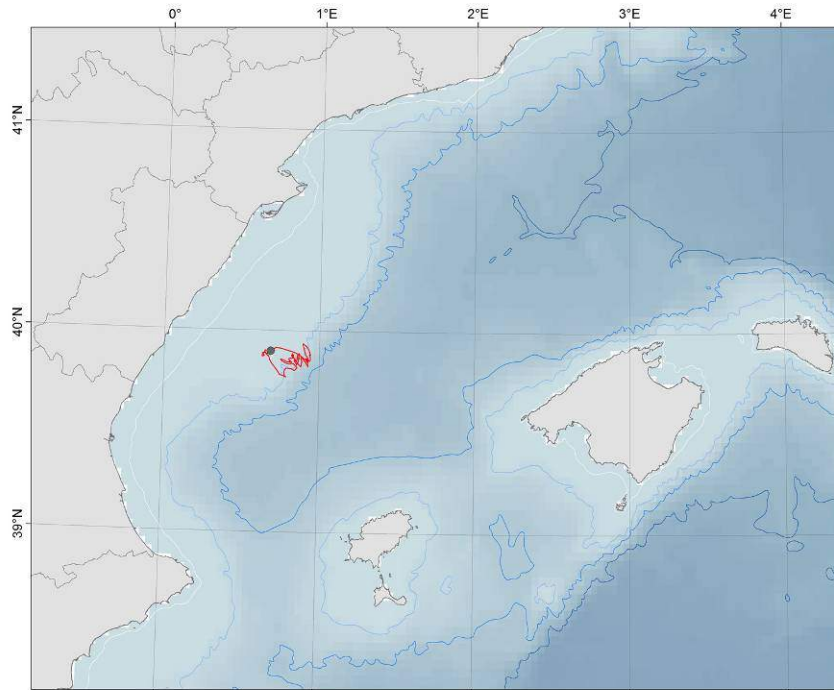
Viajes de alimentación

Anilla 6159196

Batimetría



Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N



Seguimiento de pardela cenicienta con registradores GPS

Islas Columbretes Julio de 2011

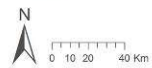


*Calonectris diomedea*

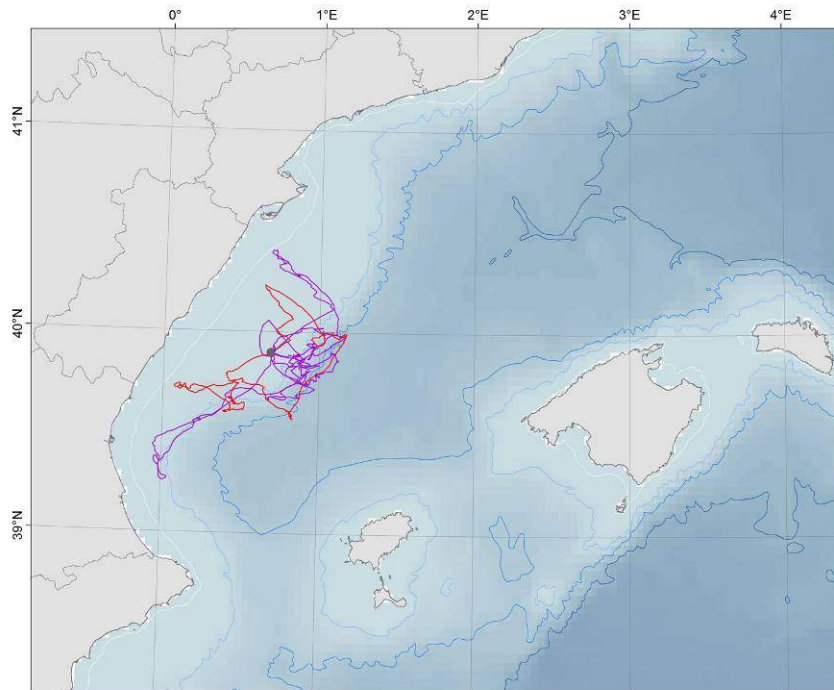
Viajes de alimentación

Anilla 6159197

Batimetría



Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N



Seguimiento de pardela cenicienta con registradores GPS

Islas Columbretes Julio de 2011



*Calonectris diomedea*  
Viajes de alimentación

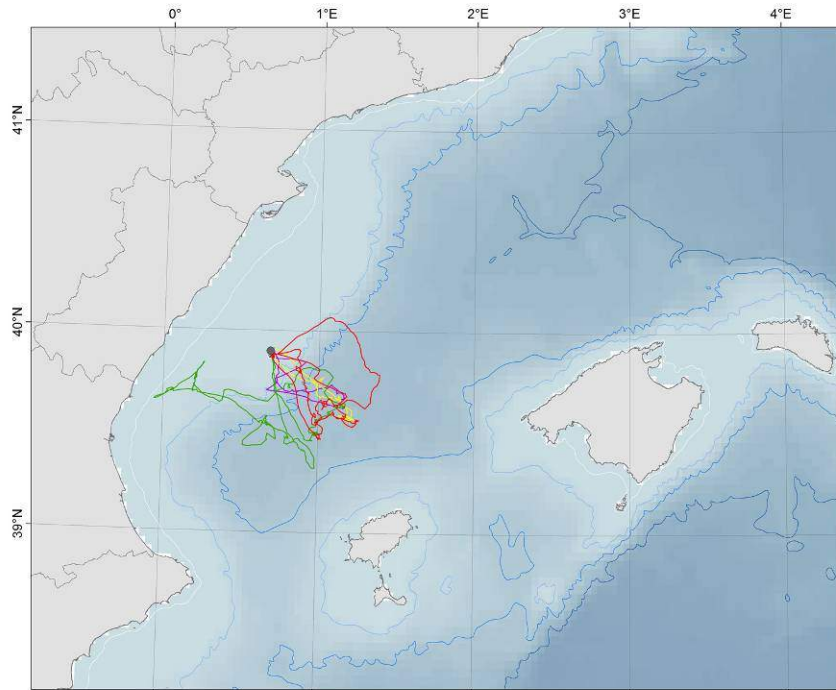
**Anilla 6173237**

Batimetría

- 50
- 200
- 1000
- 2000

INDEMARES

Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N



Seguimiento de pardela cenicienta con registradores GPS

Islas Columbretes Julio de 2011



*Calonectris diomedea*  
Viajes de alimentación

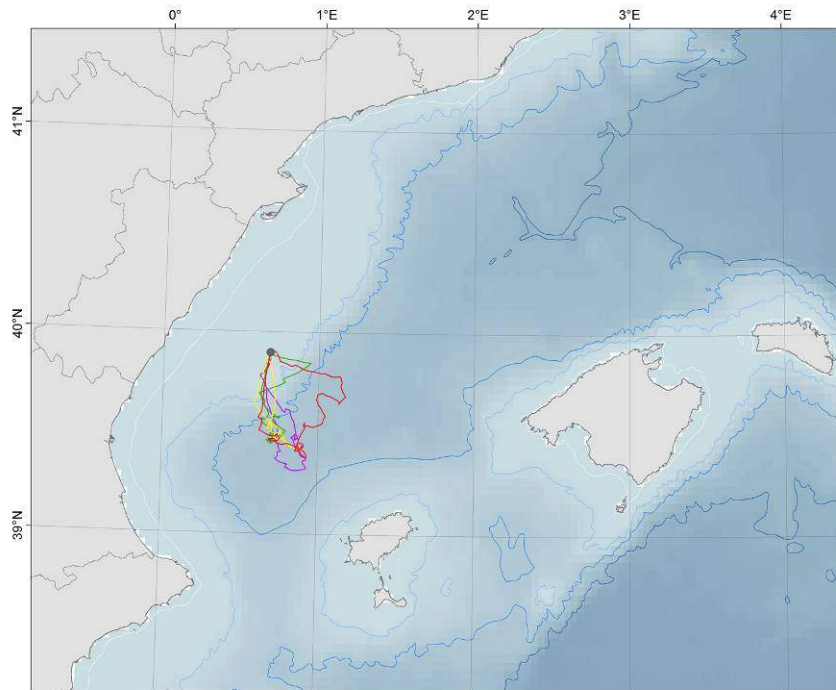
**Anilla 6184928**

Batimetría

- 50
- 200
- 1000
- 2000

INDEMARES

Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N



Seguimiento de pardela cenicienta con registradores GPS

Islas Columbretes Julio de 2011



*Calonectris diomedea*  
Viajes de alimentación

**Anilla 6194553**

Batimetría

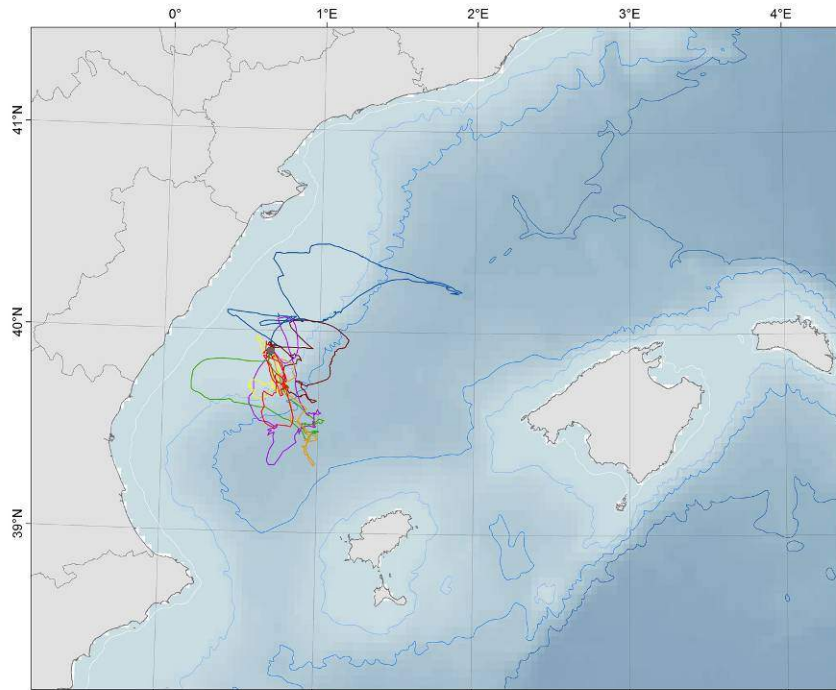
- 50
- 200
- 1000
- 2000

N

0 10 20 40 Km

INDEMARES

Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N



Seguimiento de pardela cenicienta con registradores GPS

Islas Columbretes Julio de 2011



*Calonectris diomedea*  
Viajes de alimentación

**Anilla 6200503**

Batimetría

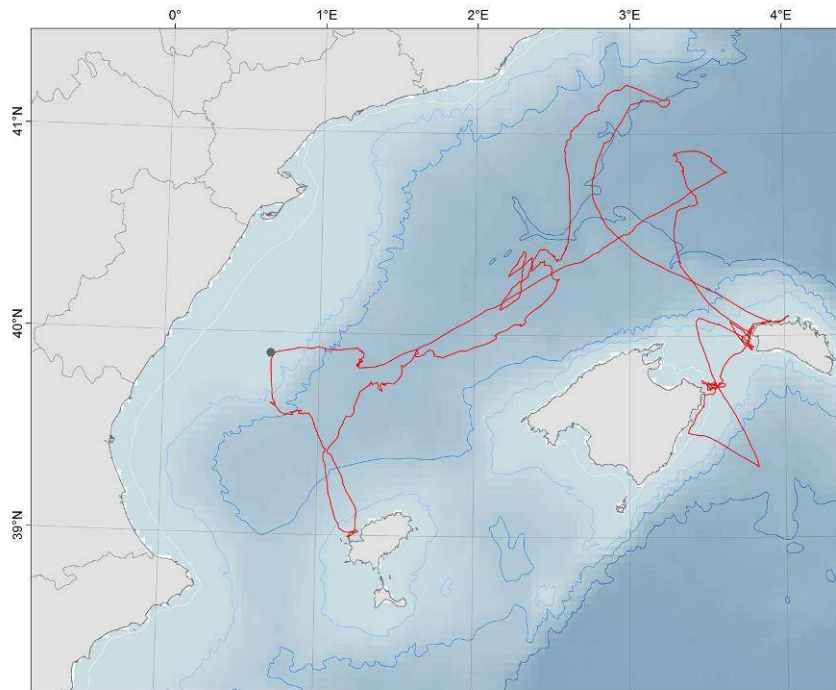
- 50
- 200
- 1000
- 2000

N

0 10 20 40 Km

INDEMARES

Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N



Seguimiento de pardela cenicienta con registradores GPS

Islas Columbretes Julio de 2011



*Calonectris diomedea*

Viajes de alimentación

**Anilla 6200517**




Batimetría

- 50
- 200
- 1000
- 2000

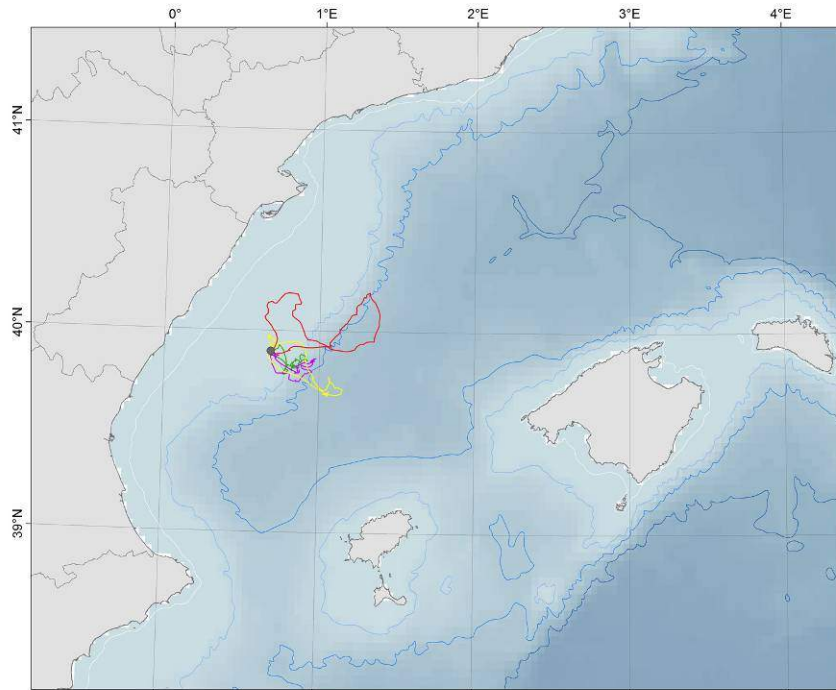
N

0 10 20 40 Km

INDEMARES

Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N





# Campaña de marcaje de SEO/BirdLife: Gaviota de Audouin – GPS solares Delta del Ebro (mayo-julio de 2012)



SEO/BirdLife

INDEMARES



INDEMARES





# **Campaña de marcaje de SEO/BirdLife: Gaviota de Audouin – GPS solares Delta del Ebro (mayo-julio de 2012)**

## **Marcajes y seguimiento:**

Juan Bécares (SEO/BirdLife)

Víctor García Matarranz  
Manolo García  
Lluís Jover (UB)  
Oriol Tello

## **Colaboradores (Universitat de Barcelona):**

Lluís Jover  
Carolina Sanpera

## **Textos:**

Juan Bécares  
José Manuel Arcos

## **Mapas:**

Juan Bécares

## **Fotografías<sup>1</sup>:**

Juan Bécares  
José Manuel Arcos

## **Coordinación:**

José Manuel Arcos

---

<sup>1</sup> Foto portada: Gaviota de Audouin *Larus audouinii* junto a dos de sus tres pollos marcada con registrador GPS solar en la colonia de la Punta de la Banya. Foto: J. Bécares.



## ÍNDICE

---

INTRODUCCIÓN .....	1
MATERIAL Y MÉTODOS .....	3
Área de estudio y especie objetivo .....	3
Consideraciones previas sobre los emisores.....	3
Estrategia de marcaje.....	4
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	7
Esfuerzo y cobertura.....	7
Funcionamiento de los registradores de GPS .....	8
Patrones de distribución .....	10
CONSIDERACIONES FINALES .....	16
Agradecimientos .....	16
REFERENCIAS .....	16

## INTRODUCCIÓN

---

La Fundación Biodiversidad coordina el proyecto *Inventario y Designación De La Red Natura 2000 en Áreas Marinas del Estado Español*, INDEMARES (LIFE + 07/NAT/E/000732; 2009-2013), que cuenta también con las siguientes entidades beneficiarias: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), Instituto Español de Oceanografía (IEO), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), OCEANA, WWF-España (WWF), Alnitak, Coordinadora para el Estudio de los Mamíferos Marinos (CEMMA), Sociedad para el Estudio de los Cetáceos en el Archipiélago Canario (SECAC) y la Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife).

Este proyecto tiene por objetivo identificar, caracterizar y eventualmente incorporar a la Red Natura 2000 las áreas marinas prioritarias para su conservación en base a los criterios de las Directivas Hábitats (que contempla la designación de los Lugares de Importancia Comunitaria, LIC) y Aves (designación de Zonas de Especial Protección para las Aves, ZEPA). Asimismo, INDEMARES incluye entre sus objetivos establecer la base para los futuros planes de gestión de los espacios Red Natura 2000 marinos. De esta forma, el proyecto realiza una aportación fundamental a la conservación de los mares españoles, contribuyendo al mismo tiempo al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la Unión Europea a los Estados Miembros en materia ambiental.

El trabajo de INDEMARES se concentra en 10 áreas objetivo, pre-seleccionadas por sus valores en cuanto a hábitats y especies marinas. Sin embargo, el ámbito de estudio va más allá de estos espacios en el caso de las aves, ya que como modelo para la designación de las ZEPA marinas se ha partido del inventario de Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (IBA) marinas elaborado por SEO/BirdLife en el marco del proyecto *Áreas importantes para las aves (IBA) marinas en España* (LIFE04 NAT/ES/000049; 2004-2009; Arcos *et al.* 2009). Este proyecto proporcionó una visión de conjunto que permitió identificar las áreas prioritarias para la conservación de las aves en aguas españolas. En total son 42 espacios que abarcan casi 43.000 km<sup>2</sup>, más otros 4 espacios (c. 15.000 km<sup>2</sup>) que *a priori* son de gran valor pero que quedaron como IBA potenciales por considerarse insuficiente la información recogida en ellos. Una vez identificadas estas áreas, el trabajo sobre aves debe dirigirse a:

1. Estudios de seguimiento a gran escala que permitan ratificar el inventario de IBA marinas, mediante: (a) confirmación (o no) de los valores ornítics de aquellas zonas *a priori* importantes, que quedaron como IBA marinas potenciales por considerarse insuficiente la información disponible; (b) comprobación de la estabilidad del inventario de IBA marinas a largo plazo, y (c) evaluación de posibles cambios en los patrones de distribución de las aves a lo largo del tiempo (Acciones A.4.1, A.4.2 y A.4.3).
2. Estudios de detalle en las áreas prioritarias (IBA marinas), que proporcionen información de calidad sobre los patrones de distribución de las aves marinas a pequeña y mediana escala, sus ritmos de actividad y los usos que hacen del medio (interacciones con otros organismos y con actividades humanas, amenazas), y que en última instancia permitan desarrollar las medidas de gestión adecuadas para mantener (o mejorar) su buen estado de conservación (Acciones A.4.2, A.4.3 y A.13).

3. Acciones directamente dirigidas a evaluar el impacto de las actividades humanas sobre las aves y su hábitat, así como a plantear posibles medidas de gestión que minimicen dicho impacto (A.13).

El trabajo de SEO/BirdLife en INDEMARES se ha ajustado a estas tres prioridades. En concreto, las acciones desarrolladas sobre el terreno son:

- **Acciones A.4.1 y A.4.2.** Censos desde embarcación, aprovechando campañas oceanográficas u organizando campañas específicas. La acción A.4.1. tiene por objetivo mantener el seguimiento a gran escala, mientras que la A.4.2 se centra a estudiar con mayor detalle las distintas “áreas INDEMARES”
- **Acción A.4.3.** Seguimiento remoto de aves, usando distintos dispositivos. En este caso se aporta información a pequeña, mediana o gran escala, según la especie, tipo de dispositivo y periodo de marcaje.
- **Acción A.13.** Evaluación de la interacción con actividades humanas y posibles impactos. A esta acción contribuye parte de la información recogida en las acciones anteriores, así como acciones específicas como la realización de encuestas a pescadores, embarques en pesqueros y talleres participativos.

El objetivo final de este trabajo es el de complementar y afianzar la base establecida ya por el inventario de IBA marinas para designar la red de Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) marinas en España, que en cumplimiento de la Directiva Aves contribuye a la red Natura 2000. Dicha red debe ser coherente, cubriendo las áreas más importantes para las aves marinas en España, y requiere de la información de detalle obtenida durante el proyecto INDEMARES para la adecuada gestión de sus valores.

La presente campaña corresponde a la Acción A.4.3 (marcajes), y se llevó a cabo en el área del Delta del Ebro-Columbretes, identificada como área INDEMARES e IBA marina (ES409). Como IBA probablemente sea la más importante en el contexto mediterráneo, por su valor único como área de alimentación para numerosas especies amenazadas (entre las que destacan la pardela balear *Puffinus mauretanicus* y la gaviota de Audouin *Larus audouinii*), así como entorno de cría de otras muchas, destacando aquí la nidificación de las dos terceras partes de la población mundial de gaviota de Audouin (en el Delta del Ebro). El grado de humanización de la zona es muy elevado, destacando la importancia de la actividad pesquera, así como la presencia de puertos industriales y una petroquímica, una plataforma petrolífera y proyectos de explotación de energía eólica en el mar (Arcos et al. 2009). Conocer por tanto el grado de interacción entre las aves marinas que utilizan la zona y estas actividades humanas es vital para poder gestionar bien el espacio y garantizar la buena conservación de las aves y su hábitat.

En este caso el objetivo de los marcajes era incrementar el conocimiento detallada los patrones de actividad y los movimientos de la gaviota de Audouin en esta zona tras los marcajes realizados anteriormente, especialmente incrementar los datos en el periodo de alimentación de los pollos. Previamente se habían marcado con éxito estas aves con emisores vía satélite (PTT) en el marco del Proyecto LIFE de IBA marinas, pero la precisión de estos aparatos no permitió un análisis minucioso de los movimientos de las aves entorno a la colonia, si bien fue de gran utilidad para conocer sus movimientos a lo

largo de todo su ciclo vital. En el año 2010 se realizaron marcajes con registradores GPS a modo experimental, y en 2011 se realizó el marcaje de 60 aves, obteniendo datos de 38 ejemplares, pero éstos se limitaron al periodo de incubación, pues posteriormente no era viable recapturar a las aves para descargar los datos. Por ello se optó esta prueba piloto con aparatos de GPS de descarga remota.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de estudio y especie objetivo

El marcaje se realizó en la colonia de gaviota de Audouin *Larus audouinii* de la Punta de la Banya, en el Delta del Ebro. Esta colonia alberga cerca de 2/3 de la población mundial de la especie (Bertolero *et al.* 2008), por lo que la conservación de la población local es crucial para la viabilidad de la especie, catalogada como Vulnerable a nivel español y global (Madroño *et al.* 2004; BirdLife International, 2012). Los marcajes se realizaron en algunos de los núcleos más estables observados en años anteriores, todos ellos situados en las salinas de la punta de la Banya (Fig. 1).



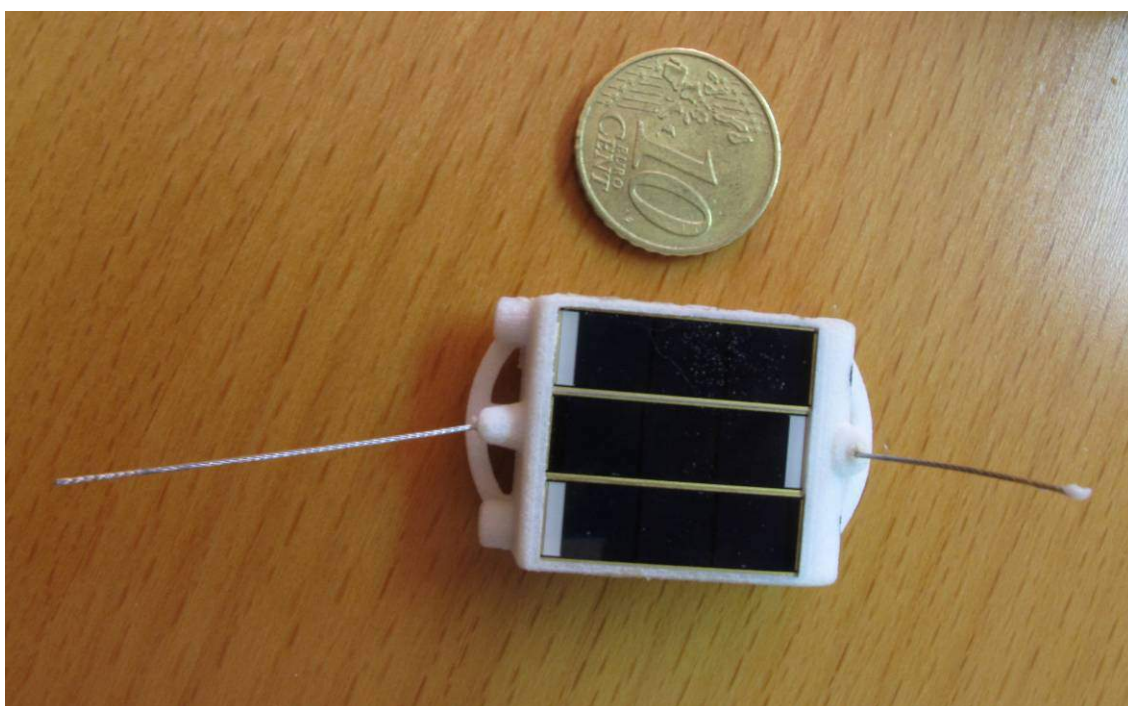
**Figura 1.** Localización de los nidos de los 12 ejemplares de gaviota de Audouin marcados en mayo de 2012.

### Consideraciones previas sobre los emisores

A diferencia de los GPS utilizados en 2011, cuando se escogieron modelos de registradores de GPS de la marca *CatTrack* (Perthold, 2011), en 2012 se optó por GPS solares de 10 gramos y de descarga a distancia mediante una estación receptora (Fig. 6) de Ecotone. De este modo se conseguía no tener que recapturar al ejemplar para descargar los datos y por lo tanto poder obtener información del periodo de alimentación de los pollos (los GPS tradicionales hay que recuperarlos y solo se puede hacer en el nido cuando aún hay huevos). Además estos GPS tienen alimentación solar por lo que su autonomía es mucho mayor, siendo esperable que puedan dar datos también del resto del ciclo anual.



El personal técnico de SEO/BirdLife tenía experiencia previa en el marcaje de gaviotas de Audouin, habiendo colocado emisores vía satélite (PTT) a un total de 23 ejemplares durante el Proyecto LIFE de IBA marinas (Arcos et al. 2009) con arnés torácico, 12 ejemplares con GPS en 2010 (con cinta tesa) y 60 en 2011 con arnés. Los marcajes vía satélite permitieron obtener información de gran valor sobre los movimientos de estas aves a lo largo de todo su ciclo anual, pero su precisión y frecuencia de localizaciones no permitía profundizar en el estudio detallado del uso del espacio en torno a las colonias de cría. Así, pues, en 2010 se optó por emplear registradores de GPS unidos al dorso del ave con cinta TESA. Los resultados en términos de sujeción fueron relativamente malos, por lo que en 2011 se decidió marcar con arnés, pese a tratarse de un marcaje temporal. Tras los buenos resultados de este tipo de marcaje se ha optado por hacer lo mismo en 2012.



**Figura 2.** Registrador GPS solar de descarga a distancia. Se observan las placas solares y las antenas del GPS y la de emisión de la señal. Foto: J. Bécares

### Estrategia de marcaje

El trabajo se llevó a cabo entre 24 de mayo de 2011 en la colonia de cría del delta del Ebro (Fig. 1), coincidiendo con el final del periodo de incubación de la gaviota de Audouin. Se marcaron 12 ejemplares adultos, capturados en el nido con trampas de caída o trampas tipo tienda de campaña (Bub *et al.*, 1991; Figs. 3). Los ejemplares capturados se equiparon con registradores GPS solares de Ecotone de 10 gramos y de descarga a distancia y fueron programados para recoger posiciones cada 10 minutos con el software facilitado por el fabricante. Dado el interés de obtener el máximo de datos posibles en el tiempo la colocación sobre el ave se realizó mediante un arnés de teflón torácico (Bécares *et al.*, 2010; Figs. 4 y 5), y además en experiencias previas se había observado como algunos ejemplares se arrancaban el GPS unido por el sistema clásico de marcaje de corta duración mediante cinta TESA a las plumas del dorso (SEO/BirdLife, 2010). El peso del dispositivo una vez colocado sobre el ave es de 12

gramos, de manera que no supera el 5% del peso del ejemplar (Cochran, 1980; Phillips *et al.*, 2003). Además del GPS, cada gaviota se marcó tanto con anilla metálica como con anillas de plástico (sin código) de color verde claro y blanco en distintas combinaciones.



**Figura 3.** Trampa para la captura de Gaviota de Audouin colocada en un nido. Foto: Juan Bécares.

Tras el marcaje se colocó la estación receptora (Fig. 6) en la colonia y se realizaron visitas a los lugares frecuentados por las gaviotas para la descarga de datos, ya que uno de los núcleos con mayor número de gaviotas marcadas desertó por causas naturales.



**Figura 4.** Ejemplar de Gaviota de Audouin con el dispositivo GPS solar de descarga a distancia colocado mediante arnés torácico. Foto: Juan Bécares.





**Figura 5.** Ejemplar de gaviota de Audouin en vuelo equipada con el registrador GPS solar (arriba) y el mismo ejemplar posado (centro y debajo). Se observa la combinación de anillas de color en pata izquierda (diferente para cada uno de los ejemplares marcados). Se observa como a diferencia de otros años el registrador GPS es de menor tamaño y apenas se aprecia con el ave posada en visión lateral. Fotos: Juan Bécares.



**Figura 6.** Antena receptora situada en la punta de la Banya. La antena se encuentra activa en todo momento, y se dejó algunas noches en las inmediaciones de la colonia por si los ejemplares retornaban por la noche.

## ***RESULTADOS Y DISCUSIÓN***

### **Esfuerzo y cobertura**

Se compraron 12 dispositivos GPS con los que se marcaron 12 ejemplares a finales de mayo de 2012, de los cuales sólo se obtuvieron datos de 8. El número de días obtenidos por ejemplar varió considerablemente, desde 3 a 43 días de datos registrados. Estos resultados son muy inferiores a lo esperado excepto en 2 de los ejemplares, en los que sí se obtuvo un número de datos importante a lo largo del periodo de alimentación de los pollos. La causa de esta baja obtención de datos se debe, por lo menos en parte, al fracaso reproductor observado en la colonia de cría por deserción de uno de los núcleos. De hecho 6 de los 12 nidos marcados abandonaron y tan solo se pudo realizar el seguimiento completo de uno de los ejemplares, del que se pudieron descargar datos hasta que los 3 pollos volaron.

Los resultados obtenidos no han diferido mucho de lo observado en el año 2011, siendo algunos ejemplares más propensos a ocupar ambientes de arrozal y otros más el medio marino. En este último caso se ha vuelto a observar una gran afinidad por asociarse a arrastreros, pero también a barcas de cerco por la noche.



**Figura 7.** Ejemplar de gaviota de Audouin que sacó adelante a sus tres pollos y de la que se pudieron recuperar las localizaciones GPS hasta el final del periodo reproductor. Foto: J. Bécares

**Tabla 1.** Ejemplares de gaviota de Audouin anillados y equipados con registradores GPS en mayo de 2012 en la colonia de cría de la Punta de la Banya en el delta del Ebro. Se muestran las principales medidas biométricas.

anilla	fechaCol	PVC	peso	altPico	craneoPico	tarso	n Huevos
6135101	24/05/12	Izquierda Blanca Tibia	650	15.5	107.7	61.4	3
6135102	24/05/12	Izquierda Blanca Tarso	600	16	113.3	62.1	3
6135103	24/05/12	Izquierda VerdeClaro Tibia	570	16.7	110.7	59.6	2
6135104	24/05/12	Izquierda VerdeClaro Tarso	525	15.5	104.6	56.8	3
6135105	24/05/12	Izquierda Blanca VerdeClaro Tibia	630	16.2	114.1	60.3	3
6135106	24/05/12	Izquierda Blanca VerdeClaro Tarso	520	14.6	103.1	56.2	2
6168133	24/05/12	VerdeClaro y PVC (AV52)	470	14.9	104.6	57.3	3
6167505	24/05/12	Blanca y PVC (AVT4)	710	17.2	118.8	60.8	2
6135107	24/05/12	Izquierda VerdeClaro Blanca Tibia	510	16.2	101.9	63.5	3
6135108	24/05/12	Izquierda VerdeClaro Blanca Tarso	640	16.6	114.3	62.1	3
6135109	24/05/12	Izquierda VerdeClaro VerdeClaro Tarso	600	16.3	119.5	60.4	3

### Funcionamiento de los registradores de GPS

El funcionamiento de los registradores de GPS fue bueno, pero falló bastante el sistema de descarga a distancia. En teoría los GPS se deberían poder descargar hasta 200 metros, pero en la práctica apenas se descargaba a 50 metros, lo que dificultaba la descarga de ejemplares no localizados pero que pudieran encontrarse por la zona.



La precisión de la señal es la propia del sistema GPS, con un error que en la mayoría de localizaciones no ha superado los 10 m. Esta mejora de los GPS permite conocer con mucha mayor precisión los patrones de utilización del hábitat por parte de las aves marcadas, así como inferir su comportamiento. En efecto, la trayectoria de estas aves se puede conocer con suficiente precisión para poder diferenciar entre viajes, movimientos de alimentación, periodos de reposo en el mar, o permanencia en la colonia; incluso diferenciar los periodos de incubación de los que el ejemplar permanece reposando cerca del nido. Asimismo, se puede analizar esta información en función de la hora del día y así inferir los ritmos de actividad. La frecuencia de localizaciones (una cada 10 minutos, que da un promedio de 120 por día) se considera más que suficiente, si bien con una recogida de datos en continuo, permitiría ganar más detalle. La Tabla 2 muestra los datos obtenidos para cada uno de los ejemplares, indicando el número de viajes, y separando el número de localizaciones en los meses de seguimiento.

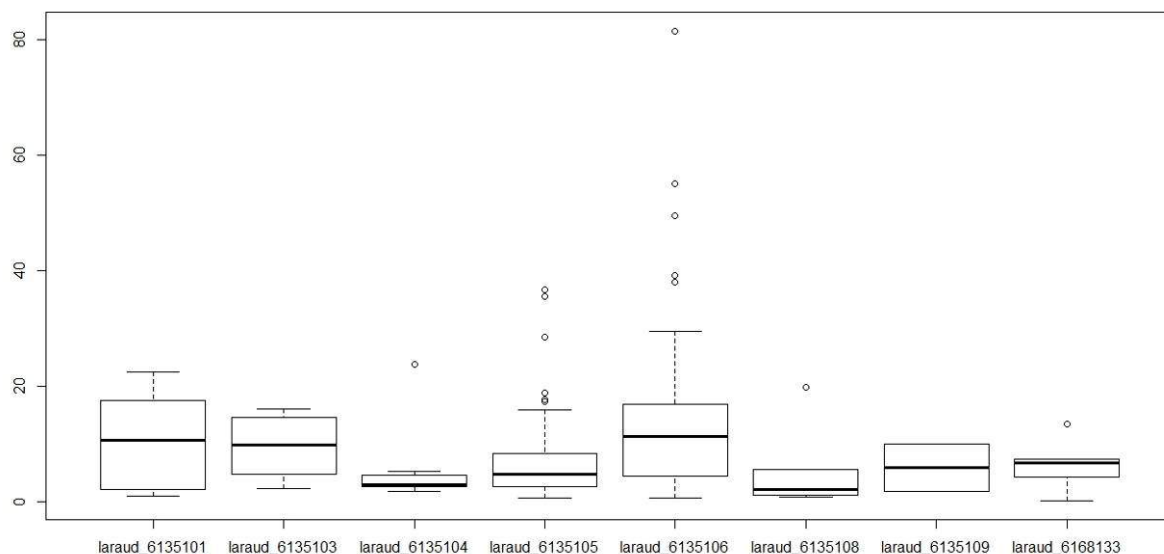
**Tabla 2.** Resumen de los datos obtenidos (número de localizaciones) para cada uno de los ejemplares de gaviotas de Audouin de las que se obtuvieron datos de GPS.

Ejemplar (anilla)	Nº viajes	Mayo	Junio	Julio	Total	Días registrados
6135101	6	703	0	0	703	6
6135103	8	3	774	0	777	8
6135104	8	629	0	0	629	5
6135105	78	1066	4145	646	5857	43
6135106	42	385	4116	449	4950	38
6135108	5	166	15	0	181	5
6135109	2	75	0	0	75	3
6168133	5	758	0	0	758	6
<b>Total general</b>	<b>154</b>	<b>3785</b>	<b>9050</b>	<b>1095</b>	<b>13930</b>	<b>114</b>

La Tabla 3 muestra su duración media, así como la distancia máxima a la que llegaron en cada viaje.

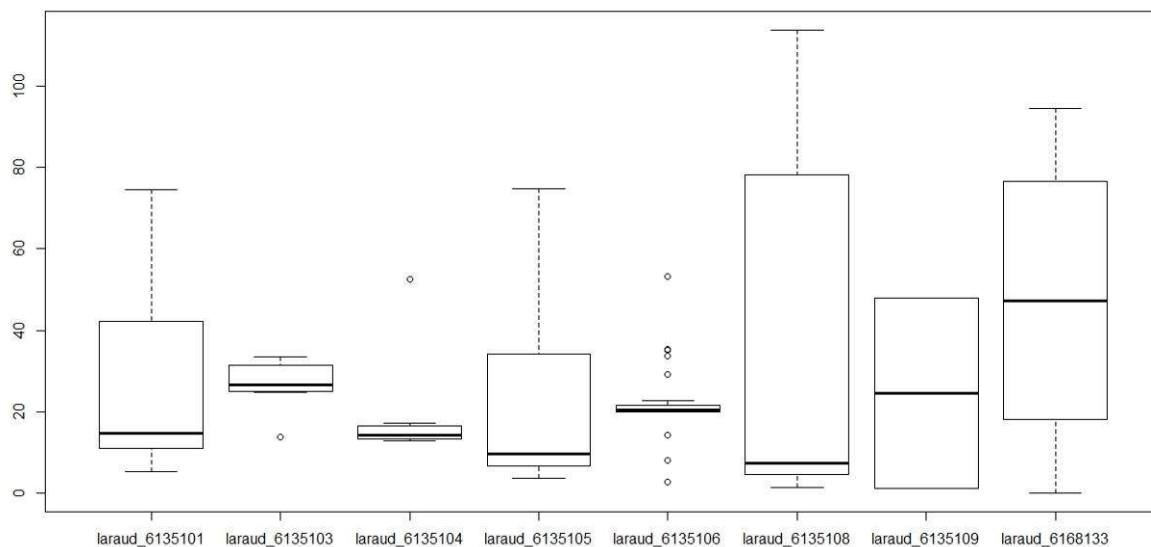
**Tabla 3.** Duración promedio de los viajes y distancia máxima a del nido para los ejemplares de gaviotas de Audouin de las que se obtuvieron datos de GPS.

anilla	Duración Viajes (horas)				Distancia máxima (km)			
	mean	SE	lower.CL	upper.CL	mean	SE	lower.CL	upper.CL
6135101	10.72	4.39	2.05	19.39	27.02	7.82	11.55	42.48
6135103	9.52	3.80	2.01	17.03	26.60	6.78	13.21	39.99
6135104	5.75	3.80	-1.76	13.26	19.17	6.78	5.78	32.56
6135105	6.98	1.22	4.57	9.38	21.92	2.17	17.63	26.21
6135106	15.38	1.66	12.10	18.65	19.69	2.96	13.85	25.54
6135108	5.90	4.81	-3.60	15.40	41.06	8.57	24.12	58.00
6135109	5.92	7.60	-9.10	20.93	24.54	13.55	-2.25	51.32
6168133	6.45	4.39	-2.22	15.11	47.24	7.82	31.78	62.71



**Figura 8.** Duración de los viajes de cada uno de los ejemplares marcados (horas)

Ha existido gran variabilidad en la duración de los viajes, y ha estado muy ligada al hábitat utilizado para alimentarse. Los viajes a los arrozales han sido en general más cortos que los efectuados al mar, que solían terminar en los puertos pesqueros. En muchos casos estos viajes se alejan en mayor medida de la colonia, hecho que puede hacer que el ejemplar no pase la noche en ella, alargando así la duración del viaje.

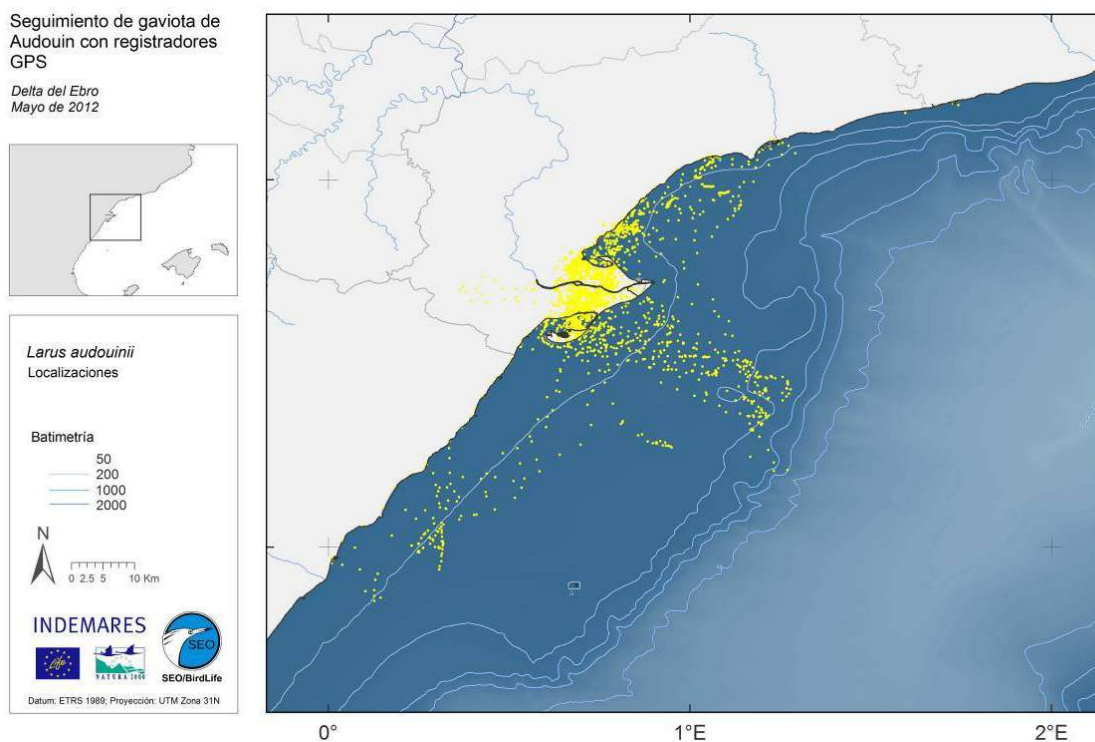


**Figura 9.** Distancia máxima al nido observada por ejemplar marcado (km)

### Patrones de distribución

Las gaviotas se han movido a lo largo de la plataforma marina del delta del Ebro, dándose la mayor parte de los movimientos en el interior de la IBA marina, así como en los arrozales del Delta, donde la especie se alimenta de cangrejo de río americano (Fig. 10). Tal y como muestran las Figuras 12 a 19, existe una elevada variabilidad en el uso del medio marino-terrestre. Algunos ejemplares se han alimentado en ambos ambientes, otros sólo en arrozal y otros sólo en el mar.

En el caso del medio marino se ha observado un solapamiento entre la actividad pesquera y la distribución de las gaviotas, ya que estas no han sobrepasado la zona de veda durante las horas de pesca de arrastre y se han movido por la noche en las zonas típicas de pesca de cerco. Las Figuras 12 a 19 muestran para cada ejemplar los diferentes viajes de alimentación (cada color muestra un viaje).



**Figura 10.** Localizaciones de los ejemplares marcados (puntos amarillos).



**Figura 11.** Gaviota de Audouin capturando descartes de pesca. Foto: J.M. Arcos

Seguimiento de gaviota de Audouin con registradores GPS

Delta del Ebro  
Mayo de 2012



*Larus audouinii*

Localizaciones

Anilla 6135101

○ Colonia de cría (La Banyà)

Batimetría

50  
200  
1000  
2000



INDEMARES



Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N

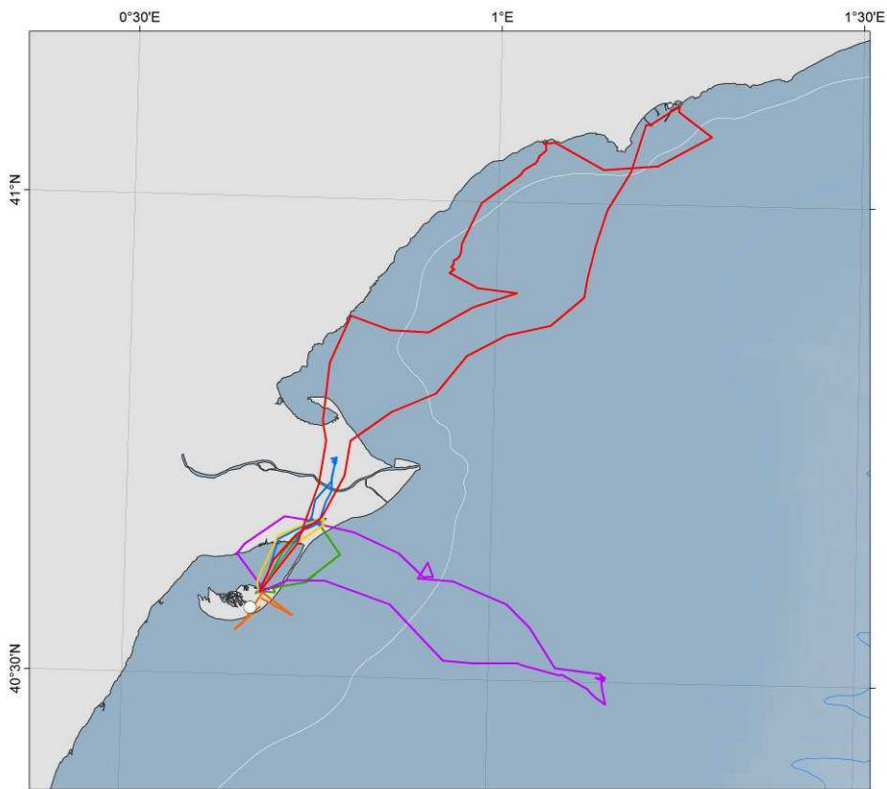


Figura 12. Viajes de alimentación realizados por el ejemplar 6135101.

Seguimiento de gaviota de Audouin con registradores GPS

Delta del Ebro  
Mayo de 2012



*Larus audouinii*

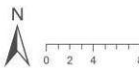
Localizaciones

Anilla 6135103

○ Colonia de cría (La Banyà)

Batimetría

50  
200  
1000  
2000



INDEMARES



Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N

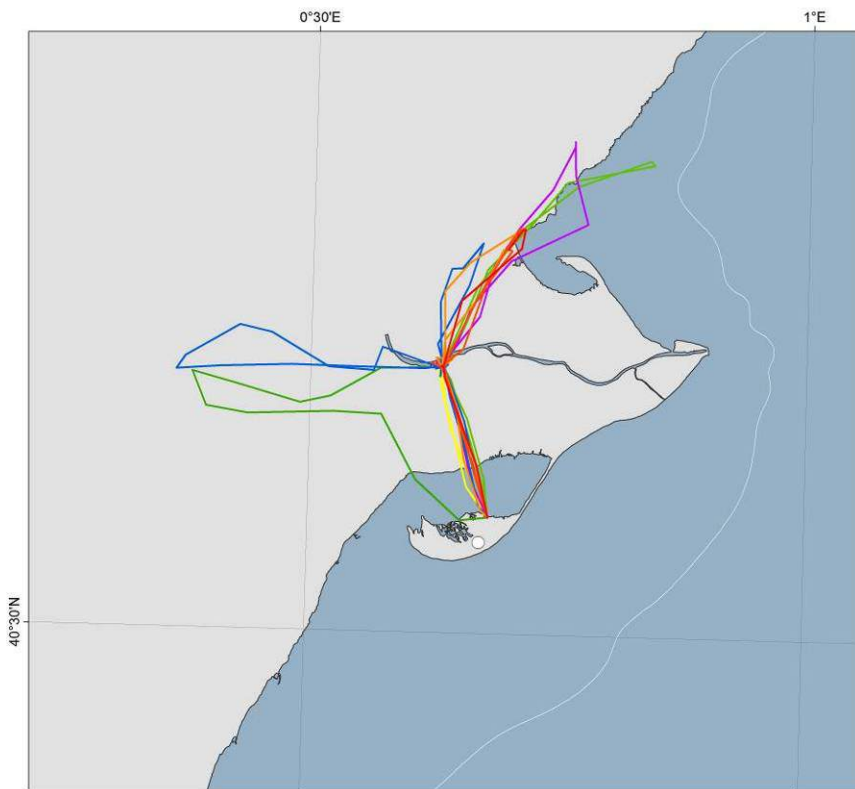


Figura 13. Viajes de alimentación realizados por el ejemplar 6135103.



Seguimiento de gaviota de Audouin con registradores GPS

Delta del Ebro  
Mayo de 2012



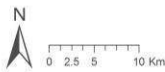
*Larus audouinii*  
Localizaciones

Anilla 6135104

○ Colonia de cría (La Banya)

Batimetría

50  
200  
1000  
2000



Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N

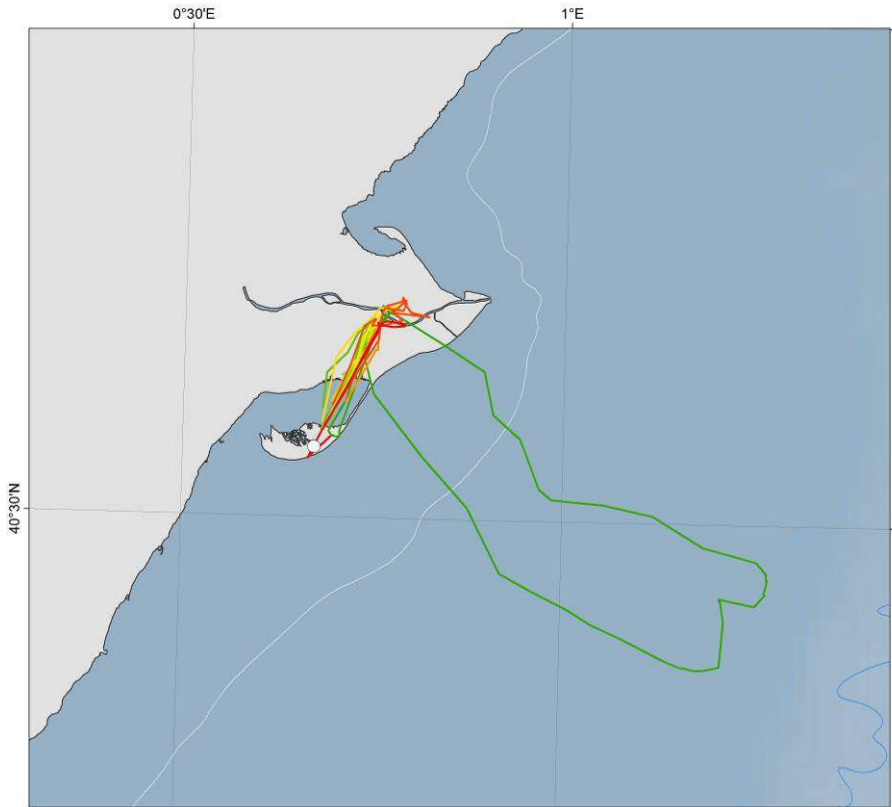


Figura 14. Viajes de alimentación realizados por el ejemplar 6135104.

Seguimiento de gaviota de Audouin con registradores GPS

Delta del Ebro  
Mayo de 2012



*Larus audouinii*  
Localizaciones

Anilla 6135105

○ Colonia de cría (La Banya)

Batimetría

50  
200  
1000  
2000



Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N

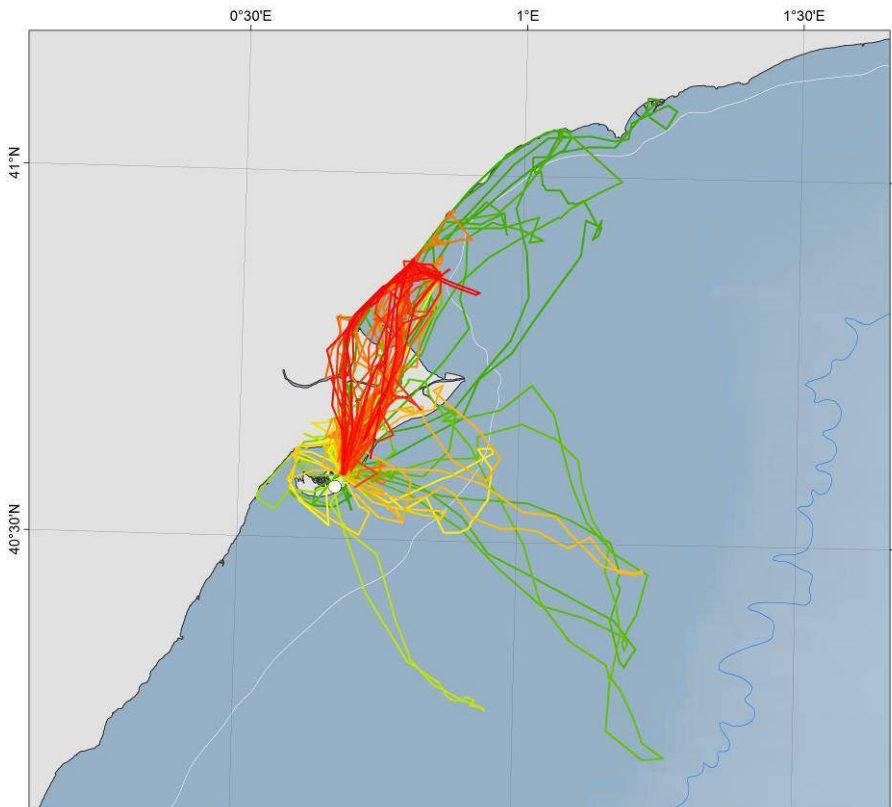


Figura 15. Viajes de alimentación realizados por el ejemplar 6135105.



Seguimiento de gaviota de Audouin con registradores GPS

Delta del Ebro  
Mayo de 2012



*Larus audouinii*  
Localizaciones

Anilla 6135106

○ Colonia de cría (La Banya)

Batimetría

50  
200  
1000  
2000



Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N

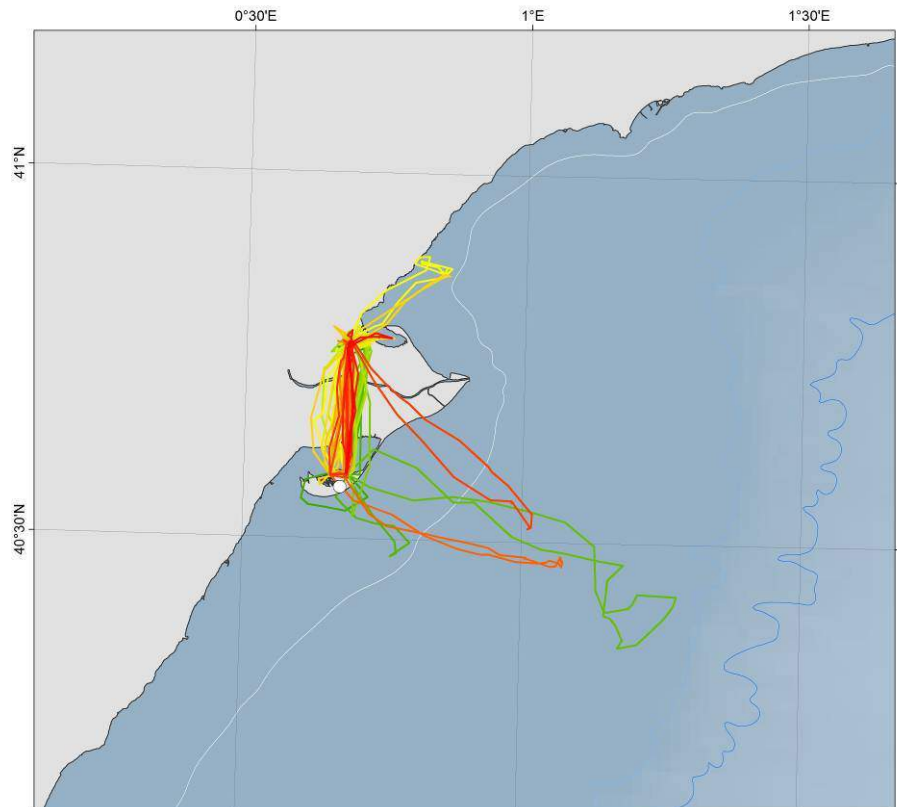


Figura 16. Viajes de alimentación realizados por el ejemplar 6135106.

Seguimiento de gaviota de Audouin con registradores GPS

Delta del Ebro  
Mayo de 2012



*Larus audouinii*  
Localizaciones

Anilla 6135108

○ Colonia de cría (La Banya)

Batimetría

50  
200  
1000  
2000



Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N

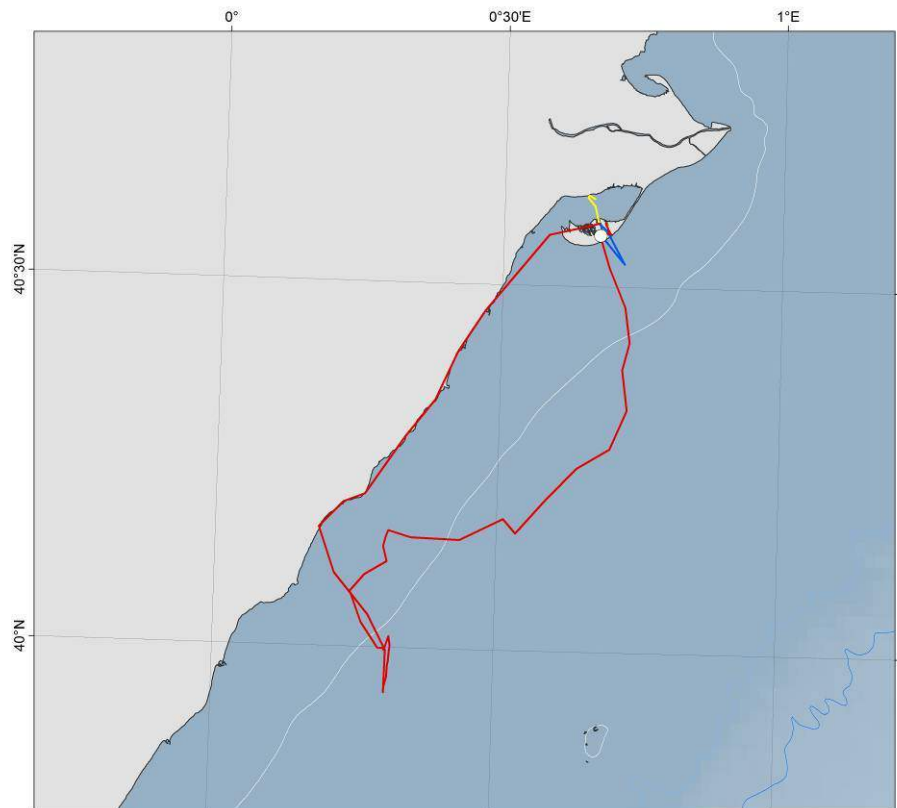


Figura 17. Viajes de alimentación realizados por el ejemplar 6135108.

Seguimiento de gaviota de Audouin con registradores GPS

Delta del Ebro  
 Mayo de 2012



*Larus audouinii*  
 Localizaciones

Anilla 6135109

○ Colonia de cría (La Banya)

Batimetría

50  
 200  
 1000  
 2000



Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N



Figura 18. Viajes de alimentación realizados por el ejemplar 6135109.

Seguimiento de gaviota de Audouin con registradores GPS

Delta del Ebro  
 Mayo de 2012



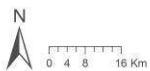
*Larus audouinii*  
 Localizaciones

Anilla 6188133

○ Colonia de cría (La Banya)

Batimetría

50  
 200  
 1000  
 2000



Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N

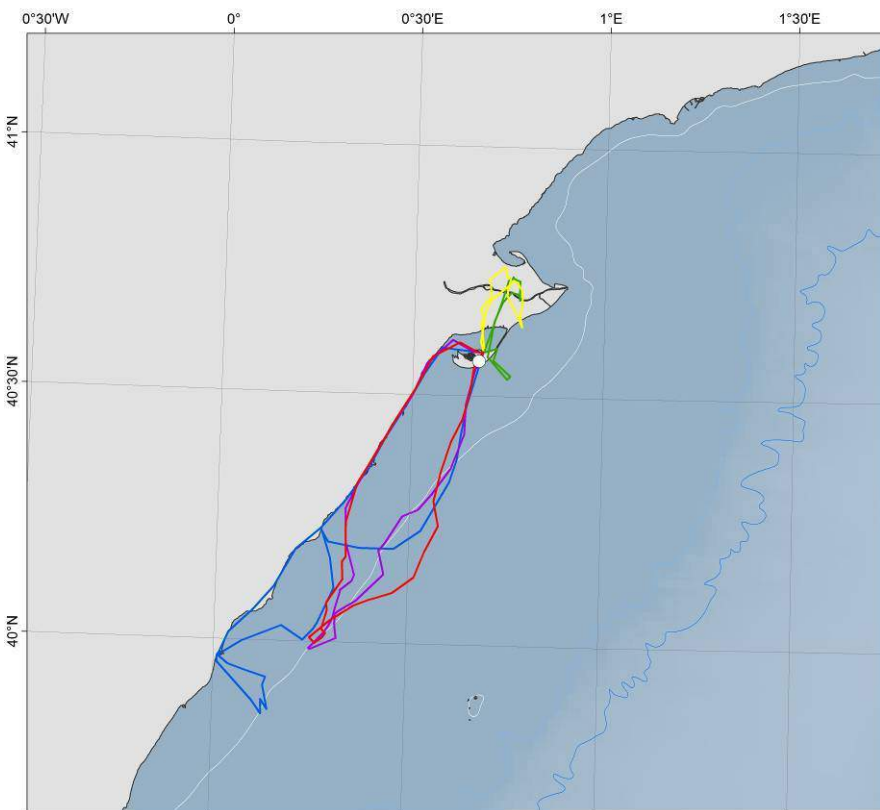


Figura 19. Viajes de alimentación realizados por el ejemplar 6188133.

## ***CONSIDERACIONES FINALES***

---

Los resultados de la campaña muestran un patrón similar de viajes durante la época de incubación (mejor estudiada en años anteriores) y de crecimiento de los pollos. El problema ha radicado en el fracaso reproductor de una de las subcolonias en las que se marcaron la mayor parte de ejemplares, por causas naturales, cuya consecuencia es que los ejemplares marcados abandonaran la colonia del delta e iniciaron su migración hacia el sur antes de tiempo, de manera que no se pudo descargar la información. Además la estación receptora mostró una distancia de descarga muy inferior a lo esperado, por lo que algunos ejemplares presentes no llegaron a descargar la información pese a ser visibles por los observadores.

Pese a todo, los marcajes han permitido obtener para dos ejemplares resultados muy interesantes, aunque la escasa muestra no permite extrapolar al conjunto poblacional. Todos los ejemplares han mostrado un patrón similar al observado en 2011, por lo que no se puede aportar información relevante de interés. La acción debe considerarse como una prueba piloto.

## ***Agradecimientos***

---

Queremos expresar nuestro agradecimiento al personal del *Servei de Protecció de Fauna, Flora i Animals de Companyia (Conselleria de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya)* y del *Parc Natural del Delta de l'Ebre* por la emisión de los permisos necesarios y por las facilidades puestas para desarrollar esta acción. Asimismo, agradecer a David Bigas, Albert Cama, Meritxell Genovart, Pepe Greño, Jordi Martí, Daniel Oro y Matxalen Pauly la ayuda prestada durante el trabajo en la colonia.

## ***REFERENCIAS***

---

- Arcos, J.M. & Oro, D. (1996). Changes in foraging range of Audouin's gulls *Larus audouinii* in relation to a trawler moratorium in the western Mediterranean. *Colonial Waterbirds* 19: 128-131.
- Arcos, J.M. (2001). Foraging ecology of seabirds at sea: significance of commercial fisheries in the NW Mediterranean. PhD thesis, Universitat de Barcelona.
- Arcos, J.M., Oro, D. & Sol, D. (2001). Competition between the yellow-legged gull *Larus cachinnans* and Audouin's gull *Larus audouinii* associated to commercial fishing vessels: the influence of season and fishing fleet. *Marine Biology* 139: 807-816.
- Arcos, J.M. & Oro, D. (2002a). Significance of nocturnal purse seine fisheries for seabirds: a case study off the Ebro Delta (NW Mediterranean). *Marine Biology* 141: 277-286.

- Arcos, J.M., Oro, D. (2002b). Significance of Fisheries discards for a threatened Mediterranean seabird, the Balearic shearwater *Puffinus mauretanicus*. *Mar Ecol Prog Ser* 239:209–220
- Arcos, J.M., M. Louzao & D. Oro. (2008). Fisheries ecosystem impacts and management in the Mediterranean: seabirds point of view. American Fisheries Society Symposium, 49: 1471-1479.
- Arcos, J.M., Bécarea, J., Rodríguez, B. & Ruiz, A. (2009). Áreas Importantes para la Conservación de las Aves marinas en España. LIFE04NAT/ ES/000049 – Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife). Madrid.
- Arcos, J.M., Bécarea, J., Villero, D.; Brotons, Ll., Rodríguez, B. & Ruiz, A. (2012). Assessing the location and stability of foraging hotspots for pelagic seabirds: An approach to identify marine Important Bird Areas (IBAs) in Spain. *Biological conservation*. En prensa, versión online <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320711004745>
- Bécarea, J. Rodríguez, B. Arcos, JM y Ruiz, A. (2010). Técnicas de marcaje de aves marinas para el seguimiento remoto. *Revista de Anillamiento* 25-26. 29
- Bertolero, A., Genovart, M., Martínez-Abraín, A., Molina, B., Mouriño, J., Oro, D. & Tavecchia, G. (2008). Gaviota cabecinegra, picofina, de Audouin, tridáctila y gavión atlántico en España. Población en 2007 y método de censo. SEO/BirdLife. Madrid.
- BirdLife International (2012). Species factsheet: Audouin's gull *Larus audouinii*. Species factsheet: *Larus audouinii*. Downloaded from <http://www.birdlife.org>
- Bub, H.; Hamerstrom, F. & Wuertz-Schafer, K. (1991). Bird Trapping and Bird Banding: A Handbook for Trapping Methods all over the World. *Cornell University Press*, 330p.
- Cochran, W.W. (1980). Wildlife telemetry. En Schemnitz, S.D. (Ed.): *Wildlife Management Techniques Manual, 4th edition*, pp. 507-520. *Wildlife Society*. Washington.
- Dale, M.R.T. & Fortin, M.J. (2002). Spatial autocorrelation and statistical tests in ecology. *Ecoscience* 9(2):162-167.
- Dormann, C.F. (2007). Effects of incorporating spatial autocorrelation into the analysis of species distribution data. *Global Ecology and Biogeography* 16: 129–138
- Edrén, S.M.C., Wisz, MS., Teilmann, J., Dietz R, Söderkvist J. (2010). Modelling spatial patterns in harbour porpoise satellite telemetry data using maximum entropy. *Ecography* 33: 698–708.
- Elith, J., C.H. Graham, R.P. Anderson, M. Dudik, S. Ferrier, A. Guisan, R.J. Hijmans, F. Huetmann, J.R. Leathwick, A. Lehmann, J Li, L.G. Lohmann, B.A. Loiselle, G. Manion, G. Moritz, M. Nakamura, Y. Nakazawa, J. McC. Overton, A.T. Peterson, S.J. Phillips, K. Richardson, R. Scachetti-Pereira, R.E. Schapire, J. Soberón, S. Williams, M.S. Wisz, & N.E. Zimmermann. (2006). Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography* 29:129-151.
- García-Tarrasón, M., Bécarea, J., Arcos, J.M., Bateman, S., Jover, Ll. & Sanpera, C. (2011). Linking feeding ecology and habitat use in an endangered seabird: Stable

Isotopes and GPS data in Audouin's gull. *Poster presentation in Seabird Group 11th International Conference. 2nd - 4th September 2011. University of Plymouth, UK.*

Guisan, A., Zimmermann, N.E. (2000). Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* 135: 147–186.

Hobson, K.A. & Wassenaar, L.I. (eds.). (2008). *Tracking Animal Migration with Stable Isotopes*, 2. Elsevier.

Oro, D. (1995). The influence of commercial fisheries in daily activity of Audouin's Gull *Larus audouinii* in the Ebro Delta, NE Spain. *Ornis Fennica* 72:154-158

Oro, D. (1999). Trawler discards: a threat or a resource for opportunistic seabirds? In: Adams NJ, Slotow RH (eds) *Proceedings of the 22nd International Ornithology Congress. Birdlife South Africa, Johannesburg*, p 717-730

Oro, D. (2003). Managing seabird metapopulations in the Mediterranean: constraints and challenges. *Scientia Marina*, 67 (Suppl. 2): 13-22.

Oro, D. & Ruiz, X. (1997). Exploitation of trawler discards by breeding seabirds in the north-western Mediterranean: differences between the Ebro Delta and the Balearic Islands areas. *ICES J Mar Sci* 54:695-707.

Louzao, M., Bécarea, J., Rodríguez, B., Hyrenbach, K.D., Ruiz, A. & Arcos, J.M. (2009). Combining vessel-based surveys and tracking data to identify key marine areas for seabirds: a conservation application. *Marine Ecology Progress Series*. 391: 183–197.

Louzao, M.; Delord, K.; García, D.; Boué, A. & Weimerskirch, H. (2012). Protecting Persistent Dynamic Oceanographic Features: Transboundary Conservation Efforts Are Needed for the Critically Endangered Balearic Shearwater. *PlosOne Vol 7, Issue 5*.

Madroño, A., González, C. & Atienza, J.C. (Eds.) (2004). *Libro Rojo de las Aves de España*. Dirección General para la Biodiversidad - SEO/BirdLife. Madrid.

Navarro, J., Oro, D., Bertolero, A., Genovart, M., Delgado, A., & Forero, M.G. (2010). Age and sexual differences in the exploitation of two anthropogenic trophic resources for an opportunistic seabird. *Marine Biology* 157.

Oro, D. (1999). Trawler discards: a threat or a resource for opportunistic seabirds? In: Adams NJ, Slotow RH (eds). *Proceedings of the 22nd International Ornithology Congress. Birdlife South Africa, Johannesburg*, p 717-730

Oro D., Aguilar, J.S., Igual, J.M. & Louzao, M. (2003). Modelling demography and extinction risk in the endangered Balearic shearwater. *Biological Conservation* 116: 93-102.

Palomera, I., M.P. Olivar, J. Salat, A. Sabatés, M. Coll, A.García y B. Morales-Nin. 2007. Small pelagic fish in the NW Mediterranean Sea: an ecological review. *Progress in Oceanography*, 74: 377-396.

Pearce, J. & Ferrier, S. (2000). Evaluating the predictive performance of habitat models developed using logistic regression. *Ecological Modelling*, 133, 225-245.

Penas, E. (2007). The fishery conservation policy of the European Union after 2002: towards long-term sustainability. *ICES Journal of Marine Science*, 64: 588-595.



Perthold, j. (2011). CatTrack1 - User Manual CatTrack I - GPS Position Logger  
[http://www.mr-lee-catcam.de/BINARY/CatTrack1\\_User\\_Manual.pdf](http://www.mr-lee-catcam.de/BINARY/CatTrack1_User_Manual.pdf)

Phillips, R.A., Xavier, J. C. & Croxall, J. P. (2003). Effects of satellite transmitters on albatrosses and petrels. *Auk* 120, pp. 1082-1090.

Phillips, S.J., Anderson, R.P., Schapire, R.E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190: 231–259.

Sanpera,C., Ruiz, X., Moreno, R., Jover, L., & Waldron, S. (2007). Mercury and stable isotopes in feathers of Audouin's Gulls as indicators of feeding habits and migratory connectivity. *Condor* 109, pp. 268-275.

SEO/BirdLife. (2010). Campaña de marcaje de la Gaviota de Audouin – GPS. Delta del Ebro (mayo de 2010). *INDEMARES (LIFE + 07/NAT/E/000732; 2009-2013). Informe inédito*

SEO/BirdLife (2011). Campaña de marcaje de SEO/BirdLife: Pardela cenicienta - GPS Cala Morell (Menorca) junio-julio de 2010. INDEMARES. Informe inédito.

Swets, J.A. (1988). Measuring the Accuracy of Diagnostic Systems. *Science* 240: 1285–1293.

Wilson,R.P., Gremillet, D., Syder, J., Kierspel, M. A. M., Garthe, S., Weimerskirch, H., Schafer-Neth, C., Scolaro, J. A., Bost, C. A., Plotz, J. & Nel, D. (2002) Remote-sensing systems and seabirds: their use, abuse and potential for measuring marine environmental variables. *Marine Ecology-Progress Series* 228: 241-250.

# Campaña de marcaje de SEO/BirdLife: pardela cenicienta – GPS Columbretes (Castellón) Agosto-septiembre 2012



SEO/BirdLife

## INDEMARES



INDEMARES





# **Campaña de marcaje de SEO/BirdLife: Pardela cenicienta – GPS Columbretes (Castellón) Agosto-septiembre 2012**

## **Trabajo de campo:**

José Manuel Arcos (SEO/BirdLife)  
Albert Cama (SEO/BirdLife)  
David García (SEO/BirdLife)  
Beneharo Rodríguez (SEO/BirdLife)

Blanca Sarzo (Generalitat Valenciana)  
Javier Blasco (Generalitat Valenciana)

## **Textos:**

José Manuel Arcos  
Beneharo Rodríguez

## **Mapas:**

Juan Bécares

## **Fotografías<sup>1</sup>:**

Beneharo Rodríguez  
José Manuel Arcos

## **Coordinación:**

José Manuel Arcos

---

<sup>1</sup> Arrastrero faenando, con Isla Grosa de Columbretes al fondo. Foto: J.M. Arcos.

## ÍNDICE

---

<i>INTRODUCCIÓN</i> .....	3
<i>MATERIAL Y MÉTODOS</i> .....	5
Área de estudio y especie objetivo .....	5
Consideraciones previas sobre los registradores GPS .....	6
Estrategia de marcaje .....	7
<i>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</i> .....	8
Esfuerzo y cobertura .....	8
Funcionamiento de los registradores de GPS .....	9
Patrones de distribución, ritmos de actividad y ecología trófica.....	10
<i>CONSIDERACIONES GENERALES</i> .....	12
<i>Agradecimientos</i> .....	13
<i>REFERENCIAS</i> .....	13
<i>ANEXO I (Movimientos de cada ejemplar)</i> .....	15

## **INTRODUCCIÓN**

---

La Fundación Biodiversidad coordina el proyecto Inventario y Designación De La Red Natura 2000 en Áreas Marinas del Estado Español, INDEMARES (LIFE + 07/NAT/E/000732; 2009-2013), que cuenta también con las siguientes entidades beneficiarias: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), Instituto Español de Oceanografía (IEO), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), OCEANA, WWF-España (WWF), Alnitak, Coordinadora para el Estudio de los Mamíferos Marinos (CEMMA), Sociedad para el Estudio de los Cetáceos en el Archipiélago Canario (SECAC) y la Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife).

Este proyecto tiene por objetivo identificar, caracterizar y eventualmente incorporar a la Red Natura 2000 las áreas marinas prioritarias para su conservación en base a los criterios de las Directivas Hábitats (que contempla la designación de los Lugares de Importancia Comunitaria, LIC) y Aves (designación de Zonas de Especial Protección para las Aves, ZEPA). Asimismo, INDEMARES incluye entre sus objetivos establecer la base para los futuros planes de gestión de los espacios Red Natura 2000 marinos. De esta forma, el proyecto realiza una aportación fundamental a la conservación de los mares españoles, contribuyendo al mismo tiempo al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la Unión Europea a los Estados Miembros en materia ambiental.

El trabajo de INDEMARES se concentra en 10 áreas objetivo, pre-seleccionadas por sus valores en cuanto a hábitats y especies marinas. Sin embargo, el ámbito de estudio va más allá de estos espacios en el caso de las aves, ya que como modelo para la designación de las ZEPA marinas se ha partido del inventario de Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (IBA) marinas elaborado por SEO/BirdLife en el marco del proyecto Áreas importantes para las aves (IBA) marinas en España (LIFE04 NAT/ES/000049; 2004-2009; Arcos et al. 2009). Este proyecto proporcionó una visión de conjunto que permitió identificar las áreas prioritarias para la conservación de las aves en aguas españolas. En total son 42 espacios que abarcan casi 43.000 km<sup>2</sup>, más otros 4 espacios (c. 15.000 km<sup>2</sup>) que a priori son de gran valor pero que quedaron como IBA potenciales por considerarse insuficiente la información recogida en ellos. Una vez identificadas estas áreas, el trabajo sobre aves debe dirigirse a:

1. Estudios de seguimiento a gran escala que permitan ratificar el inventario de IBA marinas, mediante: (a) confirmación (o no) de los valores ornítricos de aquellas zonas a priori importantes, que quedaron como IBA marinas potenciales por considerarse insuficiente la información disponible; (b) comprobación de la estabilidad del inventario de IBA marinas a largo plazo, y (c) evaluación de posibles cambios en los patrones de distribución de las aves a lo largo del tiempo (Acciones A.4.1, A.4.2 y A.4.3).
2. Estudios de detalle en las áreas prioritarias (IBA marinas), que proporcionen información de calidad sobre los patrones de distribución de las aves marinas a pequeña y mediana escala, sus ritmos de actividad y los usos que hacen del medio (interacciones con otros organismos y con actividades humanas, amenazas), y que en última instancia permitan desarrollar las medidas de gestión adecuadas para mantener (o mejorar) su buen estado de conservación (Acciones A.4.2, A.4.3 y A.13).



3. Acciones directamente dirigidas a evaluar el impacto de las actividades humanas sobre las aves y su hábitat, así como a plantear posibles medidas de gestión que minimicen dicho impacto (A.13).

El trabajo de SEO/BirdLife en INDEMARES se ha ajustado a estas tres prioridades. En concreto, las acciones desarrolladas sobre el terreno son:

- Acciones A.4.1 y A.4.2. Censos desde embarcación, aprovechando campañas oceanográficas u organizando campañas específicas. La acción A.4.1. tiene por objetivo mantener el seguimiento a gran escala, mientras que la A.4.2 se centra a estudiar con mayor detalle las distintas “áreas INDEMARES”
- Acción A.4.3. Seguimiento remoto de aves, usando distintos dispositivos. En este caso se aporta información a pequeña, mediana o gran escala, según la especie, tipo de dispositivo y periodo de marcaje.
- Acción A.13. Evaluación de la interacción con actividades humanas y posibles impactos. A esta acción contribuye parte de la información recogida en las acciones anteriores, así como acciones específicas como la realización de encuestas a pescadores, embarques en pesqueros y talleres participativos.

El objetivo final de este trabajo es el de complementar y afianzar la base establecida ya por el inventario de IBA marinas para designar la red de Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) marinas en España, que en cumplimiento de la Directiva Aves contribuye a la red Natura 2000. Dicha red debe ser coherente, cubriendo las áreas más importantes para las aves marinas en España, y requiere de la información de detalle obtenida durante el proyecto INDEMARES para la adecuada gestión de sus valores.

La presente acción se corresponde con la Acción A.4.3 (marcajes y seguimiento remoto), y consistió en el marcaje de pardelas cenicientas *Calonectris diomedea* reproductoras en en las islas Columbretes. Éstas se encuentran dentro de la IBA *Plataforma marina del Delta del Ebro – Columbretes* (ES409), probablemente el área de alimentación más importante para las aves marinas en el contexto del Mediterráneo occidental, debido a la elevada productividad de la zona. Gracias a acciones anteriores de SEO/BirdLife se tiene buena información cuantitativa de la importancia ornitológica de este enclave (ver Arcos *et al.*, 2009), por ello las acciones ahora se encaminan a la gestión y manejo de esta zona para la conservación de éstas.

La población de pardela cenicienta de las islas Columbretes es muy escasa y sensible a nivel local, con un importante declive en las últimas décadas (Servicio de Espacios Naturales y Biodiversidad, 2010 y 2011). Ya que en la isla no existen mamíferos introducidos y este espacio goza de una buena protección (vigilancia y regulación), los factores de amenaza deben ser marinos, y en este sentido se ha descrito el alto impacto negativo que tiene la pesca con palangre (Belda y Sánchez, 2001; Laneri *et al.*, 2010). Se conoce bien que los ecosistemas marinos en general se ven afectados gravemente por la pesca de diferentes maneras (Pauly *et al.*, 1998), sin embargo las aves marinas, entre ellas la pardela cenicienta, se ven favorecidas por el aprovechamiento de los descartes pesqueros. Por todo ello, se conoce bien que las actividades pesqueras juegan un importante papel en la regulación de sus poblaciones (ver por ejemplo Oro *et al.*, 1996; Arcos y Oro, 2002; Louzao *et al.*, 2011), sin embargo se conoce con poco detalle cómo

afecta a sus patrones de distribución en el mar (ver Bartumeus *et al.*, 2010), lo que se antoja muy importante para evaluar las amenazas que pueda amenazar su conservación.

Las vedas pesqueras en la actualidad son una excelente oportunidad para estudiar los posibles cambios en el comportamiento alimenticio de la diversas especies de aves marinas (ver Bartumeus *et al.*, 2010). Por ello, la presente acción se planteó específicamente para evaluar el efecto de las vedas en los patrones de distribución espaciotemporales de la pardela cenicienta, y así entender cómo la disponibilidad de descartes puede afectar a esta población. Para ello se colocaron registradores GPS en aves durante el crecimiento de los pollos coincidiendo con un de cambio de régimen pesquero (veda-pesca) en la zona. Durante la primera semana de marcaje (agosto) la zona se encontraba sometida a una veda de arrastre, mientras que la segunda semana coincidió con el cese de la veda (septiembre). Con la información obtenida se podrán establecer medidas más precisas y eficaces para la conservación de esta especie, y en particular de la sensible población local. La campaña complementa asimismo el trabajo de marcaje desarrollado en 2011, en una fase más temprana del ciclo reproductor (incubación y eclosión).

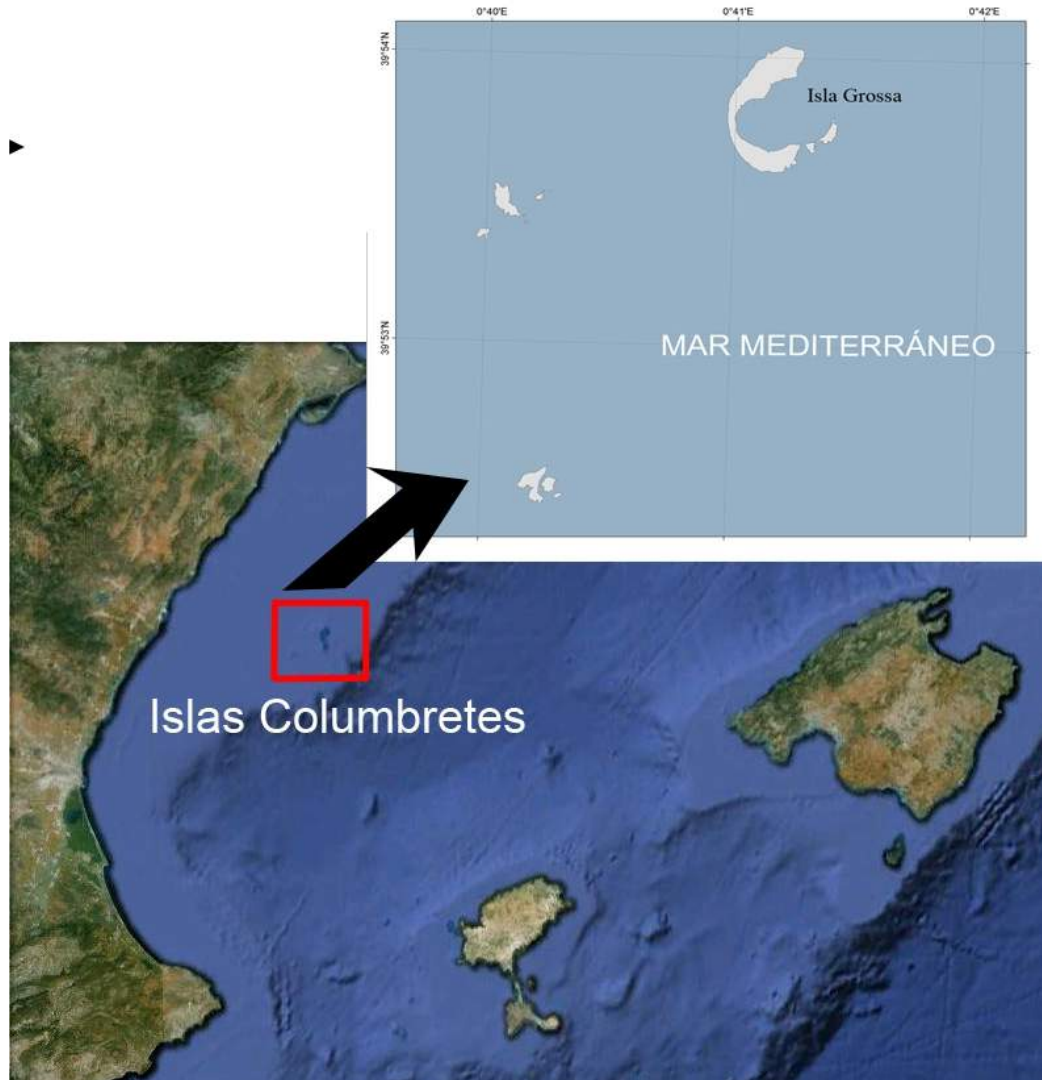
## ***MATERIAL Y MÉTODOS***

### **Área de estudio y especie objetivo**

Esta campaña se realizó en las islas Columbretes (Castellón, Comunidad Valenciana; Figs. 1 y 2), entre el 22 de agosto y el 12 de septiembre de 2012, durante la fase de crecimiento de los pollos de la pardela cenicienta. El archipiélago acoge una colonia de cría de esta especie, que cuenta con un mínimo de 55 parejas, localizadas principalmente en la isla Grossa (Servicio de Espacios Naturales y Biodiversidad, 2011). Esta colonia es bien conocida por el equipo técnico de seguimiento de fauna amenazada de la Comunidad Valenciana, y presenta algunos nidos accesibles que permiten marcar a las aves con relativa facilidad.



**Figura 2.** Aspecto de la isla Grossa en Columbretes, donde se llevó a cabo el marcaje con GPS de pardela cenicienta. Foto: B. Rodríguez.



**Figura 1.** Mapa de localización de las islas del archipiélago de Columbretes. Imagen de Google Earth.

### Consideraciones previas sobre los registradores GPS

Para el desarrollo de esta acción se eligieron registradores de GPS, ya probados con éxito en varias campañas previas de INDEMARES, entre ellas una llevada a cabo el año 2011 en las propias islas Columbretes (SEO/BirdLife, 2011). Estos aparatos han demostrado ser mucho más precisos que los emisores vía satélite (PTT), a la vez que proporcionan un mayor número de localizaciones. Sus principales desventajas son el mayor tamaño (que desde 2007 es suficientemente pequeño como para marcar pardelas cenicientas), la necesidad de recapturar a las aves para descargar la información (lo que no es problema con la pardela cenicienta) y su menor autonomía respecto a los PTT (ya que los GPS no llevan alimentación solar). Al igual que otras veces, se utilizaron registradores de GPS de *CatTrack*, comercializados para el seguimiento de mascotas ya probados ampliamente con pardela cenicienta (SEO/BirdLife, 2010a y b; SEO/BirdLife, 2011). Estos dispositivos son mucho más económicos, pero es necesario utilizar un tubo

de goma termo-retráctil, empleado en trabajos eléctricos, para sellar e impermeabilizar los aparatos (Fig. 3).

Los GPS de *CatTrack* resisten buceos de hasta 15 o 20 m de profundidad, y son relativamente fáciles de programar. La precisión de la señal es la propia del sistema GPS, con un error que en la mayoría de localizaciones no supera los 10 m. Esto supone un gran avance respecto a otros sistemas de seguimiento remoto como puedan ser los PTTs, que suelen presentar errores del orden de varios cientos de metros o incluso kilómetros. Esta mejora de los GPS permite conocer con mucha mayor precisión los patrones de utilización del hábitat por parte de las aves marcadas, así como inferir su comportamiento.

### **Estrategia de marcaje**

Después de los marcajes de pardelas cenicientas de las colonias de Baleares y de las propias islas Columbretes (Arcos *et al.*, 2009; SEO/BirdLife, 2010b, SEO/BirdLife, 2011), en los que un porcentaje muy elevado de aves que se desplazan a las productivas aguas del levante ibérico para alimentarse, el objetivo de la presente campaña era conocer cuál era el comportamiento de la población que nidifica en Columbretes con respecto a los distintos regímenes pesqueros operando en la zona (con veda y con actividad pesquera). Por todo ello se aprovechó el cambio de régimen pesquero (día 3 de septiembre de 2012), para estudiar el comportamiento en el mar de estas aves mediante el seguimiento con dispositivos GPS. Así las mismas aves fueron seguidas durante los dos periodos, lo que permitirá evaluar posibles diferencias en las zonas y/o en el comportamiento alimenticio.

La captura de las aves (adultos reproductores) se realizó a mano directamente en las huras, realizándose la retirada y colocación de los registradores GPS durante la noche, aprovechando las visitas de los adultos a los nidos para alimentar a los pollos. Al igual que en anteriores ocasiones, el sistema de anclaje consistió en la sujeción del aparato a las plumas del dorso del ave mediante un tipo especial de cinta adhesiva (TESA). El emisor queda fijado a las plumas del dorso, a la altura de la columna vertebral, de forma estable. En caso de extraviarse el ave, el emisor se pierde durante la muda de las plumas del dorso, evitando que su fijación prolongada pueda causar daños a largo plazo. Asimismo, el sistema de fijación y de retirada del aparato es sencillo, y reduce las molestias de manipulación. Una vez montados sobre el ave, los registradores de GPS incrementaban su peso en aproximadamente 5 g, ya que se incluye el peso de la cinta TESA (Fig. 3), pero aún así son adecuados para el marcaje de pardela cenicienta (ver Wilson *et al.*, 2002; Phillips *et al.*, 2003).

Los registradores GPS utilizados en el seguimiento de la pardela cenicienta en Columbretes fueron programados para recoger un dato cada 5 minutos, de forma continua, dado que se presuponía que los viajes debían ser cortos y que por tanto las baterías de los aparatos iban a poder registrar los viajes completos. Para evitar molestias demasiado continuadas, entre el marcaje y la recaptura se dejaron pasar más de una semana. En el intervalo en que llevaban el emisor era esperable que las aves realizaran varios viajes de alimentación, y que se obtuviera información durante los dos regímenes pesqueros (veda y no veda).





**Figura 3.** Registradores GPS para seguimiento de mascotas *Cat@track* recubierto con goma termo-retráctil, colocado en pardela cenicienta justo antes del momento de ser retirado tras un viaje de alimentación en el mar. Foto: B. Rodríguez.

El análisis de la información se realizó siguiendo las directrices del programa *Tracking Ocean Wanderers* (BirdLife International, 2004). De esta forma se consideró que la unidad de muestreo era el viaje. Esto es, para individuos reproductores, cualquier salida del nido, que puede oscilar entre uno y varios días, presumiblemente con fines de alimentación.

Por otro lado, cada viaje se incluyó en tres categorías (V, P y Pf) en función del día en que empezó y teniendo en cuenta el régimen pesquero en ese momento. De esta forma, existen tres tipos de viajes, los que empezaron algún día de los de veda (V, 22 agosto-2 septiembre), los que empezaron un día de pesca (P, 3-7 y 10-11 septiembre), y los que empezaron en fin de semana pero una vez ha finalizado la veda (Pf, 8 y 9 de septiembre). Para estudiar el efecto que tienen los barcos pesqueros en las características de los viajes (duración y distancia recorrida), y por tanto en el comportamiento de las aves se construyeron modelos lineales generalizados mixtos (GLMM), considerando la identidad del ejemplar como un factor aleatorio y al régimen pesquero como un factor fijo. Dado que ambas variables no presentaron una distribución normal se realizó una transformación logarítmica, sin embargo en el caso de la duración, siguió sin ser normal, pero su distribución se aproximó bastante. Dado que los viajes de la categoría Pf fueron muy escasos ( $n = 6$ ), este tipo de viajes se incluyó en la categoría V, a la hora de realizar los modelos. Se utilizó el programa estadístico JMP para elaborar estos modelos (Sall *et al.*, 2005).

## ***RESULTADOS Y DISCUSIÓN***

### **Esfuerzo y cobertura**

En total se marcaron 24 pardelas cenicientas en 16 nidos (Tabla 1), repartidos por varias subcolonias de la isla Grossa. Debido a la relativa escasez de nidos adecuados para el marcaje, en algunos se marcó a los dos miembros de la pareja. En total se recuperaron 18 aves con dispositivo GPS, de las que 5 se volvieron a equipar con los mismos aparatos para obtener mayor información del comportamiento en el periodo de pesca (Tabla 2).



**Tabla 1.** Detalles del seguimiento de las 24 pardelas cenicientas marcadas con GPS en Columbretes en agosto-septiembre de 2012: localización del nido, anilla, biometría del pico, sexo y fechas, peso y hora de colocación y retirada del GPS (\*ejemplares que fueron remarcados, ver tabla 2).

GPS	hura	Anilla	Sexo	Pico		Narina		Colocación			Retirada		
				Largo	Alto	Largo	Alto	Fecha	Hora	Peso	Fecha	Hora	Peso
B26	1	6159197	M	54,54	19,70	43,62	14,30	22/08/2012	23:59	700	07/09/2012	1:00	700
B37	2	6151750	H	49,14	17,26	38,34	12,58	23/08/2012	0:26	535	11/09/2012	23:35	515
B32	3	6131739	M	51,28	19,38	40,16	13,84	23/08/2012	1:36	735	12/09/2012	0:00	705
B33	4	6159892	H	46,84	16,92	37,20	12,44	23/08/2012	1:54	575	-	-	-
B6	5	6203852	H	49,60	17,66	39,62	13,22	23/08/2012	2:33	645	12/09/2012	0:10	550
B22	6	6151719*	H	47,16	17,72	37,50	12,92	23/08/2012	3:02	570	07/09/2012	2:35	575
B31	7	6057461*	M	52,40	19,58	40,68	14,00	23/08/2012	3:15	670	06/09/2012	0:45	665
B30	8	6159256	M	51,66	21,14	41,98	15,38	24/08/2012	1:32	740	08/09/2012	1:40	820
B34	9	6184935	M	53,14	20,42	41,64	14,98	24/08/2012	2:00	760	09/08/2012	1:20	720
B38	10	6184936*	M	51,84	20,14	42,72	15,04	24/08/2012	3:08	670	06/09/2012	0:05	655
B42	11	6131720	H	49,20	18,20	39,98	13,18	24/08/2012	3:51	560	07/09/2012	1:00	650
B35	12	6159222	M	51,68	21,56	41,52	15,14	24/08/2012	4:30	690	-	-	-
B43	13	6169616	H	52,64	19,36	41,94	14,58	25/08/2012	2:10	670	10/09/2012	0:50	-
B36	14	6159182	M	52,88	19,62	41,46	13,88	25/08/2012	2:36	650	09/09/2012	0:30	750
B51	15	6200504	H	49,94	19,90	39,90	14,40	25/08/2012	3:04	590	08/09/2012	1:17	570
B53	16	6200517	M	51,98	19,88	40,32	14,94	25/08/2012	3:18	540	07/09/2012	1:15	685
B50	17	6151716*	M	52,06	19,96	41,56	14,38	25/08/2012	3:43	640	06/09/2012	1:30	610
B52	18	6045053*	M	55,18	19,90	43,32	14,64	25/08/2012	4:00	675	07/09/2012	1:30	665
B60	19	6159196	H	46,06	17,48	36,66	12,76	26/08/2012	3:05	540	-	-	-
B62	20	6200507	H	49,74	12,94	39,32	17,94	26/08/2012	3:19	570	11/09/2012	23:00	555
B61	21	6203857	H	48,50	16,97	38,90	12,22	26/08/2012	3:51	580	-	-	-
B65	22	6184932	M	54,02	20,12	42,22	15,22	28/08/2012	4:25	650	09/09/2012	0:30	655
B66	23	6173220	H	48,10	12,78	37,42	17,26	28/08/2012	5:10	570	-	-	-
B63	24	6127408	H	47,72	12,18	38,60	17,90	28/08/2012	5:30	530	-	-	-

**Tabla 2.** Detalles del seguimiento de las 5 pardelas cenicientas que fueron remarcadas en septiembre de 2012: hura, anilla, sexo, y fechas y hora de colocación y retirada del GPS.

Hura	Anilla	Sexo	GPS	Colocación		Retirada		
				Fecha	Hora	Fecha	Hora	Peso
6	6151719	H	B46	07/09/2012	2:35	12/09/2012	0:30	590
7	6057461	M	B47	06/09/2012	0:45	11/09/2012	1:25	655
10	6184936	M	B45	06/09/2012	0:05	11/09/2012	1:05	655
17	6151716	M	B44	06/09/2012	1:30	12/09/2012	1:15	600
18	6045053	M	B39	07/09/2012	1:30	12/09/2012	1:40	660

### Funcionamiento de los registradores de GPS

El funcionamiento de los registradores de GPS en general fue satisfactorio, aportando un total de 75.298 localizaciones de las 18 pardelas que fueron recuperadas y en las que los aparatos funcionaron correctamente (Tabla 3). De los 18 ejemplares que aportaron datos, se obtuvo una media de 9 viajes por ave, y el número total de días/ave de seguimiento ascendió hasta los 282 (Tabla 3).

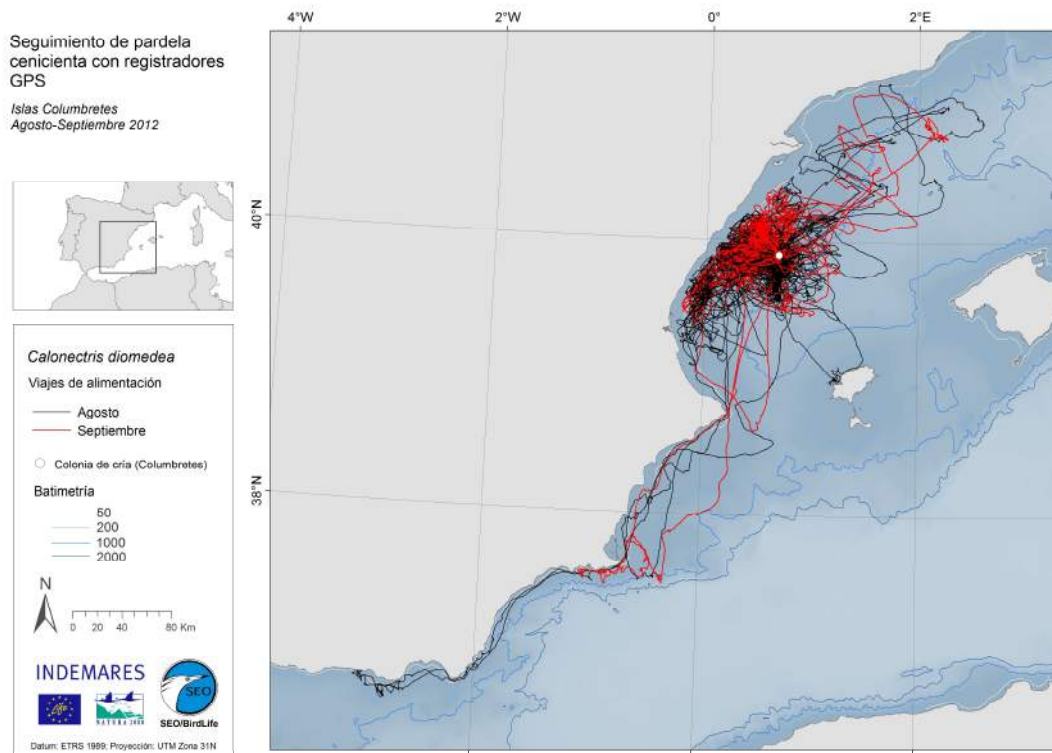
**Tabla 3.** Número, duración media y distancia media recorrida en los viajes de cada uno de los 18 ejemplares de pardela cenicienta marcados y recapturados con datos válidos en Columbretes en agosto-septiembre de 2012 (V = veda, P = pesca, Pf = fin de semana de pesca, T = total, ver texto para más detalles).

Anilla	Loc.	Número				Duración media (h)				Distancia media (km)			
		V	P	Pf	T	V	P	Pf	T	V	P	Pf	T
6045053	4.955	5	5	0	10	42,7	43,2	-	43,0	441,0	269,6	-	355,3
6057461	4.725	5	5	0	10	52,1	38,8	-	45,4	295,6	149,7	-	222,6
6131720	3.485	8	2	0	10	29,6	48,2	-	33,3	186,5	301,8	-	209,5
6131739	3.976	5	5	0	10	52,3	21,9	-	37,1	469,6	135,4	-	302,5
6151716	4.917	4	4	1	9	53,1	37,0	69,9	47,8	308,2	174,8	319,8	250,2
6151719	4.403	9	3	0	12	31,6	64,5	-	39,8	134,0	234,7	-	159,2
6151750	3.691	7	2	0	9	38,4	33,8	-	37,4	295,1	267,4	-	288,9
6159181	4.168	7	3	1	11	37,1	24,7	23,7	32,5	268,5	134,7	371,8	241,4
6159197	3.268	5	2	0	7	52,4	25,7	-	44,8	333,0	100,3	-	266,5
6159256	4.234	8	4	0	12	30,6	28,9	-	30,0	298,5	211,4	-	269,5
6169616	4.075	7	2	1	10	34,8	45,5	17,5	35,2	233,1	309,3	151,5	240,2
6184932	3.239	4	2	0	6	36,5	69,1	-	47,4	285,1	567,8	-	379,3
6184935	3.841	5	3	0	8	47,8	41,0	-	45,2	600,1	479,4	-	554,8
6184936	5.011	6	3	1	10	39,5	42,0	66,9	43,0	361,2	257,6	414,9	335,5
6200504	3.882	3	3	0	6	78,7	32,6	-	55,7	516,4	137,2	-	326,8
6200507	4.747	2	3	1	6	105,6	32,7	94,5	67,3	711,9	195,7	775,1	464,4
6200517	3.553	4	1	0	5	58,7	75,0	-	62,0	561,0	338,8	-	516,6
6203852	5.146	5	4	1	10	52,9	29,7	51,5	43,5	343,4	195,2	389,3	288,7
Total	75.316	99	56	6	161	-	-	-	-	-	-	-	-
Media	4.184	5,5	3,1	0,3	8,9	48,6	40,8	54,0	43,9	369,0	247,8	403,7	315,1
DE	619,6	1,9	1,2	0,5	2,1	18,8	15,2	29,4	9,9	151,6	122,1	204,9	106,2

### Patrones de distribución, ritmos de actividad y ecología trófica

En general las aves utilizan las aguas próximas a las islas Columbretes de la plataforma continental ibérica (Fig. 4). Algunos ejemplares utilizaron también aguas de la plataforma del Delta del Ebro, y otros tres realizaron viajes atípicos, alcanzando el norte de la isla de Ibiza, las aguas del Golfo de Vera o las costas de Almería y Granada (Fig. 4). Estas zonas de alimentación coinciden en gran medida con lo observado el año pasado durante la época de incubación, pero se aprecia un cierto desplazamiento de la zona más utilizada hacia la costa (oeste) de este año respecto al anterior (SEO/BirdLife, 2011). Este cambio podría deberse a cambios en la disponibilidad trófica interanual o las diferentes necesidades alimenticias durante las fases del periodo reproductor. En este sentido, se han descrito diferentes zonas y comportamientos de alimentación entre la fase de incubación y la fase de crecimiento de los pollos en las pardelas cenicientas de la colonia de las islas Columbretes (Navarro *et al.*, 2009).

El área de mayor concentración según los resultados de esta campaña (Fig. 4), coincide con el límite sur de la IBA *Plataforma marina del Delta del Ebro – Columbretes* (ES409), y además se encuentra fuera de las zonas más adecuadas para esta pardela de acuerdo a los censos desde barco y el seguimiento remoto realizado en colonias de las islas Baleares (Arcos *et al.*, 2009 y 2012). Las zonas de alimentación de las aves de Baleares difieren un poco de las de esta población, tanto durante la incubación como durante el crecimiento de los pollos, por lo que no se descarta que la alimentación también difiera (Arcos *et al.*, 2009 y 2012; Louzao *et al.*, 2009; SEO/BirdLife, 2011).



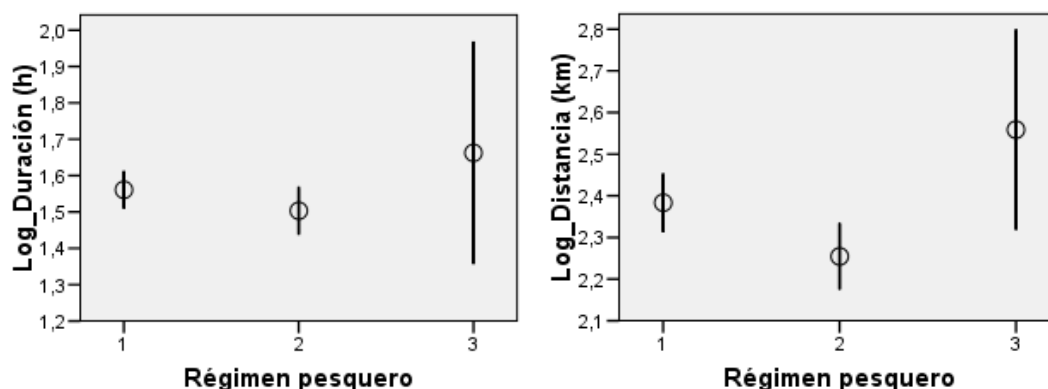
**Figura 4.** Totalidad de los movimientos de las pardelas cenicientas marcadas en isla Grossa (Islas Columbretes, Castellón) en agosto-septiembre 2012. En color negro aparecen los viajes realizados durante el periodo de veda (22 de agosto-3 de septiembre), y en rojo los viajes durante el periodo de pesca (3 de septiembre-12 de septiembre).

Los viajes de alimentación fueron cortos (menos de dos días y 350 km recorridos de media, Tabla 3), con respecto a otras colonias de Baleares, donde la mayoría de los viajes duran dos o más días, incluso más de una semana en ocasiones (Louzao *et al.*, 2009; SEO/BirdLife, 2010b).

En cuanto al efecto de las vedas, se observaron cambios tanto en las zonas de alimentación, como en el comportamiento trófico de las aves. Así durante la veda las aves realizan viajes más largos, y se mueven más que cuando los barcos de arrastre están faenando (Figuras 4 y 5, Tabla 3). De acuerdo a los resultados de los modelos lineales generalizados mixtos (GLMM) el régimen de pesca (V vs. P) no tuvo ninguna influencia en la duración del viaje ( $F_{1,153} = 2.55$ ,  $P = 0.111$ ), sin embargo, si lo tuvo sobre la distancia recorrida durante el viaje ( $F_{1,150} = 8.45$ ,  $P = 0.004$ ).

Estos resultados, indican la relación entre el comportamiento de las aves y la facilidad para encontrar alimento predecible en el tiempo y en el espacio (descartes pesqueros). Estas mismas conclusiones han sido obtenidas en un estudio sobre la pardela cenicienta y la pardela balear *Puffinus mauretanicus* utilizando datos de seguimiento satélite y modelos matemáticos en varias colonias del Mediterráneo (Bartumeus *et al.*, 2010). Según ese estudio, las aves muestran una alta fidelidad a determinadas zonas de alimentación cuando los barcos pesqueros están operando, mientras que cuando no hay barcos faenando, las aves recorren mayores distancias y su patrón de movimiento es más variable (Bartumeus *et al.*, 2010). Otro estudio, ha indicado que esta ausencia de descartes pesqueros también puede condicionar que las pardelas cenicientas utilicen

otras zonas y verse así atraídas a otros recursos tróficos como son, por ejemplo, los cebos de los palangres, con el consiguiente aumento del riesgo de mortalidad accidental (Laneri *et al.*, 2010).



**Figura 5.** Diagramas mostrando las medias y los intervalos de confianza (95%) de la duración y distancia de los viajes de cada uno de los 18 ejemplares de pardela cenicienta marcados y recapturados con datos válidos en Columbretes en agosto-septiembre de 2012 (1 = veda, 2 = pesca, 3 = fin de semana de pesca, ver texto para más detalles).

## CONSIDERACIONES GENERALES

La presente campaña de marcaje durante el desarrollo de los pollos complementa los datos de seguimiento GPS realizado el año pasado en esta misma colonia pero durante el periodo de incubación y eclosión (ver SEO/BirdLife, 2011). Cuando alimentan a los pollos, las aves parecen utilizar las mismas zonas y de la misma manera que durante la incubación (distancia y duración de los viajes). Sin embargo, aunque por el momento sólo se ha realizado un análisis preliminar de los datos, los resultados parecen apuntar a un cambio en las técnicas de alimentación de acuerdo al régimen pesquero de arrastre de la zona. Así durante la veda las aves realizan viajes más largos, y se mueven más, que cuando los barcos de arrastre están faenando (Ver Figura 4 y Tabla 3).

Durante el desarrollo de los pollos, las pardelas cenicientas reproductoras en Columbretes vuelven a utilizar zonas de alto valor pesquero, y como se mencionó en el anterior informe, se conocen episodios de grandes mortalidades por palangres en aguas próximas a estas islas (Belda y Sánchez, 2001; Laneri *et al.*, 2010). Por todo ello se vuelve a incidir en la necesidad de procesar con detalle la información disponible en la actualidad para inferir el comportamiento de las aves en cada zona y con respecto a las actividades pesqueras (ver Bartumeus *et al.*, 2010; Laneri *et al.*, 2010). Todo esto, permitirá desarrollar las medidas de gestión necesarias para su conservación.

## ***Agradecimientos***

---

Queremos expresar nuestro agradecimiento a la *Consellería de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana* por facilitarnos los permisos y la logística para acceder a la isla Grossa. Al personal de la Reserva Natural y Marina de Columbretes (Lucía Gimeno, Kike Sánchez, Manuela Viñes, Bruno Sabater, Guillermo Portilla, Juan Torres y Vicente Ferris), así como a los Técnicos del Parque (Xavi del Señor, Eva Mestre y Patricia González), por ayudarnos en todo momento, y por su hospitalidad y amistad, que facilitó en gran medida nuestro trabajo allí. Gracias también a Airam Rodríguez por su ayuda en la realización de los modelos lineales generalizados mixtos.

## ***REFERENCIAS***

---

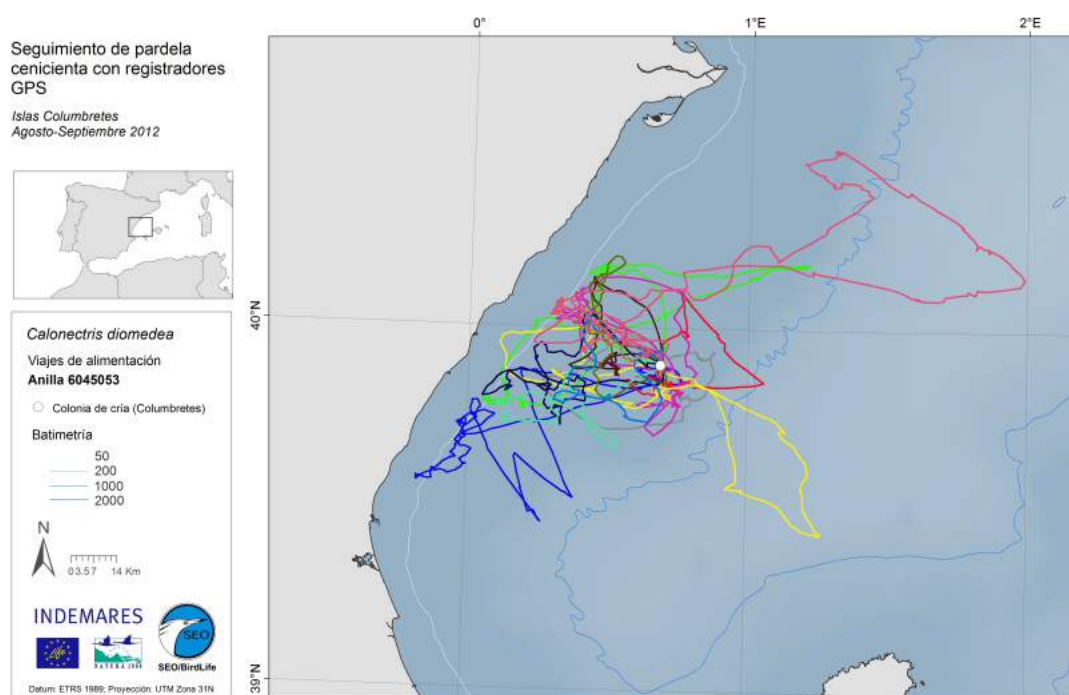
- Arcos, J.M. y Oro, D. (2002). Significance of fisheries discards for a threatened Mediterranean seabird, the Balearic shearwater *Puffinus mauretanicus*. *Marine Ecology Progress Series* 239: 209-220.
- Arcos, J.M., Bécares, J., Rodríguez, B. y Ruiz, A. (2009). *Áreas Importantes para la Conservación de las Aves marinas en España*. LIFE04NAT/ES/000049-SEO/BirdLife. Madrid.
- Arcos, J.M., Bécares, J., Villero, D., Brotons, L., Rodríguez, B. y Ruiz, A. (2012). Assessing the location and stability of foraging hotspots for pelagic seabirds: an approach to identify marine Important Bird Areas (IBAs) in Spain. *Biological Conservation* (en prensa).
- Bartumeus, L. Giuggioli, M. Louzao, V. Bretagnolle, D. Oro y S.A. Levin. 2010. Fisheries discards impact on seabird movement patterns at regional scales. *Current Biology*, 20: 215-222.
- Belda, A. y Sánchez, A. (2001). Seabird mortality on longline fisheries in the western Mediterranean: factors affecting bycatch and proposed mitigation measures. *Biological Conservation* 98: 357-363.
- BirdLife International (2004). *Tracking Ocean Wanderers: the global distribution of albatrosses and petrels*. Results from the Global Procellariiform Tracking Workshop. 1-5 September, 2003, South Africa. BirdLife International. Cambridge.
- Laneri, K., Louzao, M., Martínez-Abraín, A., Arcos, J.M., Belda, E.J., Guallart, J., Sánchez, A., Giménez, M., Maestre, R. y Oro, D. (2010). Trawling regime influences longline seabird bycatch in the Mediterranean: new insights from a small-scale fishery. *Marine Ecology Progress Series* 420: 241-252.
- Louzao, M., Bécares, J., Rodríguez, B., Hyrenbach, K.D., Ruiz, A. y Arcos, J.M. (2009). Combining vessel-based surveys and tracking data to identify key marine areas for seabirds. *Marine Ecology Progress Series* 391: 183-197.
- Louzao, M., Arcos, J.M., Guijarro, B., Valls, M. y Oro, D. (2011). Seabird-trawling interactions: factors affecting species-specific to regional community utilisation of fisheries waste. *Fisheries Oceanography* 20: 263-277.
- Navarro, J., Forero, M.G., Igual, J.M., González-Solís, J., Bécares, J., Hobson, K.A. (2009) Foraging segregation between two closely related shearwaters breeding in sympatry. *Biology Letters* 5: 545-548.



- Oro, D., Jover, L. y Ruiz, X. (1996). Influence of trawling activity on the breeding ecology of a threatened seabird, Audouin's gull *Larus audouinii*. *Marine Ecology Progress Series* 139: 19-29.
- Pauly, D., Christensen, V., Dalsgaard, J., Froese, R. y Torres, F. (1998). Fishing down marine food webs. *Science* 279: 860-863.
- Phillips, R.A., Xavier, J.C. y Croxall, J.P. (2003). Effects of satellite transmitters on albatrosses and petrels. *Auk* 120: 1082-1090.
- Sall, J., Creighton, L. y Lehman, A. 2005. *Start Statistics: A guide to Statistics and Data Analysis using JMP Software. Third Edition*. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- SEO/BirdLife (2010a). Campaña de marcaje de SEO/BirdLife: Pardela cenicienta - GPS Alegranza (Canarias) agosto-septiembre 2010. INDEMARES. Informe inédito.
- SEO/BirdLife (2010b). Campaña de marcaje de SEO/BirdLife: Pardela cenicienta - GPS Cala Morell (Menorca) junio-julio de 2010. INDEMARES. Informe inédito.
- SEO/BirdLife (2011). Campaña de marcaje de SEO/BirdLife: Pardela Cenicienta - GPS Columbretes (Julio de 2011). INDEMARES. Informe inédito.
- Servicio de Espacios Naturales y Biodiversidad (2010). Seguimiento del paño europeo (*Hydrobates pelagicus*) en la Comunidad Valenciana 2010. Plan de Acción de Aves Marinas de la Comunidad Valenciana. Consellería de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda. Informe inédito.
- Servicio de Espacios Naturales y Biodiversidad (2011). Informe sobre "La pardela cenicienta en la Comunidad Valenciana". Plan de Acción de Aves Marinas de la Comunidad Valenciana. Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente. Informe inédito.
- Wilson, R.P., Gremillet, D., Syder, J., Kierspel, M. A. M., Garthe, S., Weimerskirch, H., Schafer-Neth, C., Scolaro, J. A., Bost, C. A., Plotz, J. y Nel, D. (2002) Remote-sensing systems and seabirds: their use, abuse and potential for measuring marine environmental variables. *Marine Ecology-Progress Series* 228: 241-261.

## *ANEXO I (Movimientos de cada ejemplar)*

Viajes de alimentación de cada una de las 18 pardelas cenicientas de las islas Columbretes que fueron monitorizadas en agosto-septiembre de 2012 con registradores GPS. Cada viaje aparece representado en un color diferente para facilitar su interpretación.



Seguimiento de pardela cenicienta con registradores GPS

Islas Columbretes  
 Agosto-Septiembre 2012



*Calonectris diomedea*  
 Viajes de alimentación  
**Anilla 6057461**

○ Colonia de cría (Columbretes)

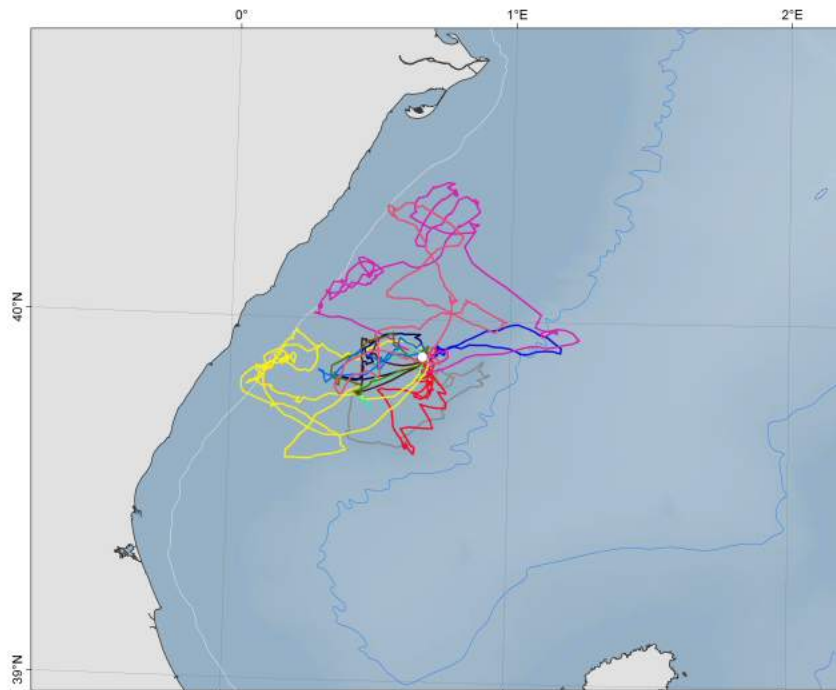
**Batimetría**  
 50  
 200  
 1000  
 2000

N  
 0.3.57 14 Km

INDEMARES  




Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N



Seguimiento de pardela cenicienta con registradores GPS

Islas Columbretes  
 Agosto-Septiembre 2012



*Calonectris diomedea*  
 Viajes de alimentación  
**Anilla 6131720**

○ Colonia de cría (Columbretes)

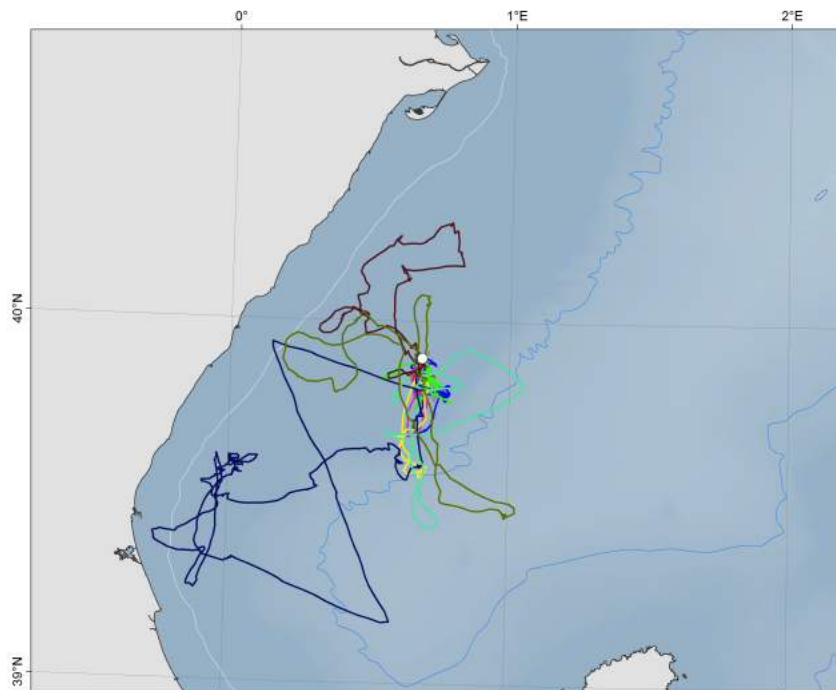
**Batimetría**  
 50  
 200  
 1000  
 2000

N  
 0.3.57 14 Km

INDEMARES  




Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N



Seguimiento de pardela cenicienta con registradores GPS

Islas Columbretes  
Agosto-Septiembre 2012



*Calonectris diomedea*

Viajes de alimentación

Anilla 6131739

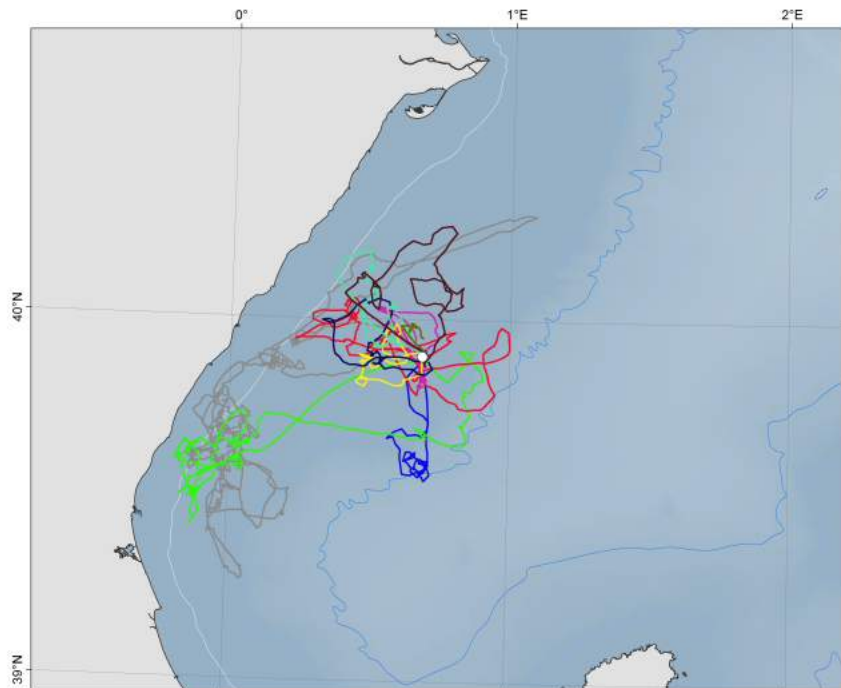
○ Colonia de cría (Columbretes)

Batimetría

50  
200  
1000  
2000



Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N



Seguimiento de pardela cenicienta con registradores GPS

Islas Columbretes  
Agosto-Septiembre 2012



*Calonectris diomedea*

Viajes de alimentación

Anilla 6151716

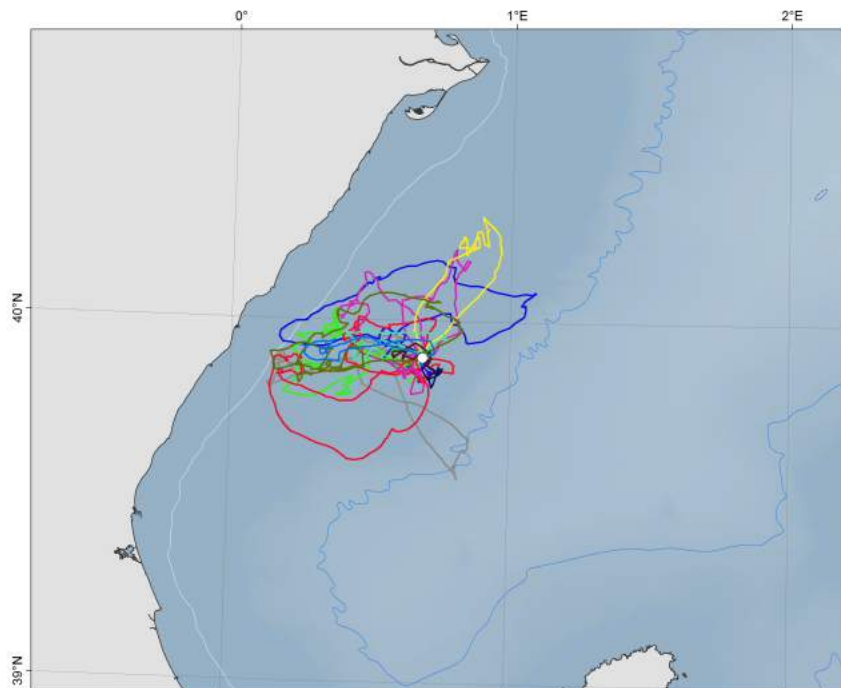
○ Colonia de cría (Columbretes)

Batimetría

50  
200  
1000  
2000



Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N



Seguimiento de pardela cenicienta con registradores GPS

Islas Columbretes  
Agosto-Septiembre 2012



*Calonectris diomedea*

Viajes de alimentación

Anilla 6151719

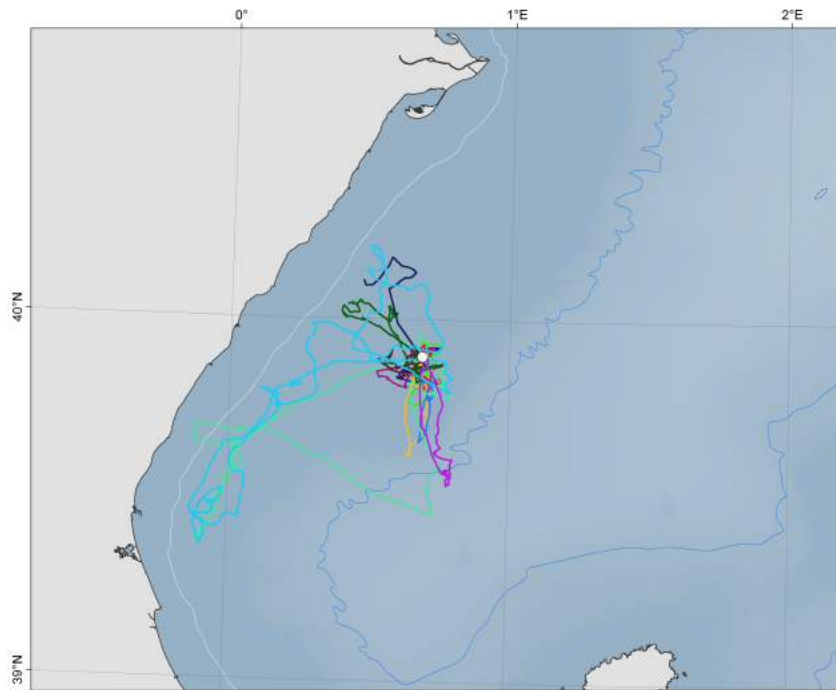
○ Colonia de cría (Columbretes)

Batimetría

50  
200  
1000  
2000



Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N



Seguimiento de pardela cenicienta con registradores GPS

Islas Columbretes  
Agosto-Septiembre 2012



*Calonectris diomedea*

Viajes de alimentación

Anilla 6151750

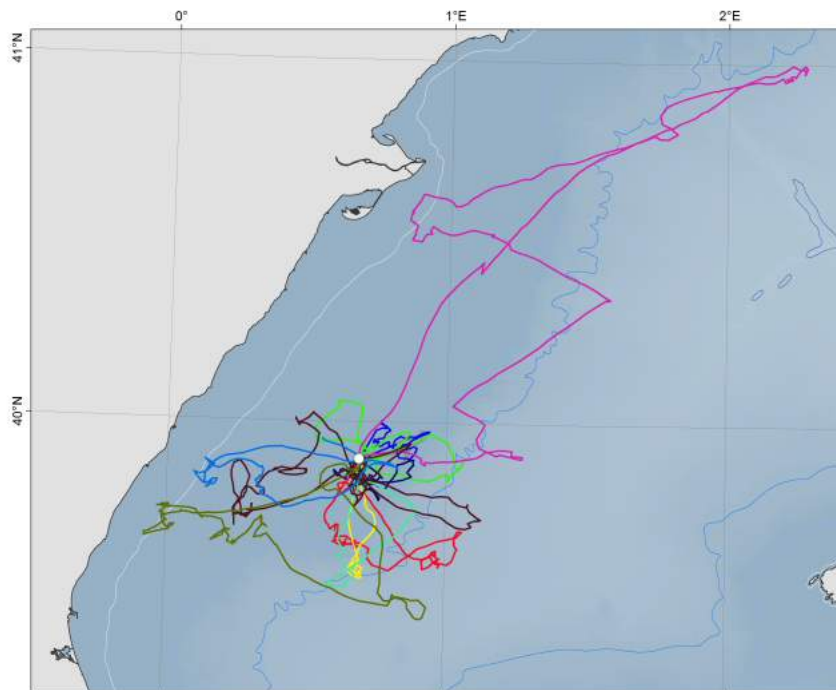
○ Colonia de cría (Columbretes)

Batimetría

50  
200  
1000  
2000



Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N





Seguimiento de pardela cenicienta con registradores GPS

Islas Columbretes  
Agosto-Septiembre 2012



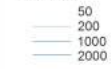
*Calonectris diomedea*

Viajes de alimentación

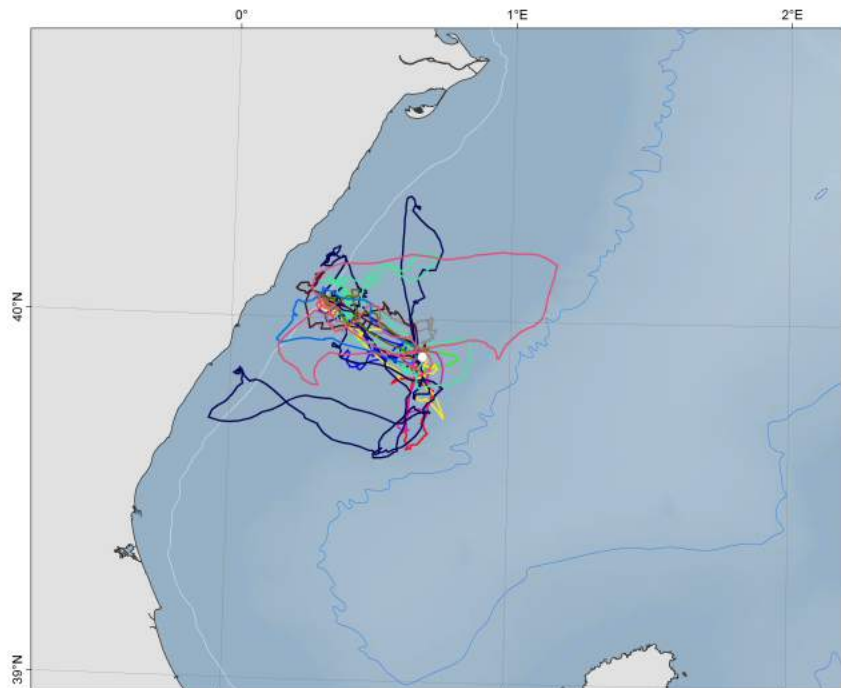
Anilla 6159181

○ Colonia de cría (Columbretes)

Batimetría



Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N



Seguimiento de pardela cenicienta con registradores GPS

Islas Columbretes  
Agosto-Septiembre 2012



*Calonectris diomedea*

Viajes de alimentación

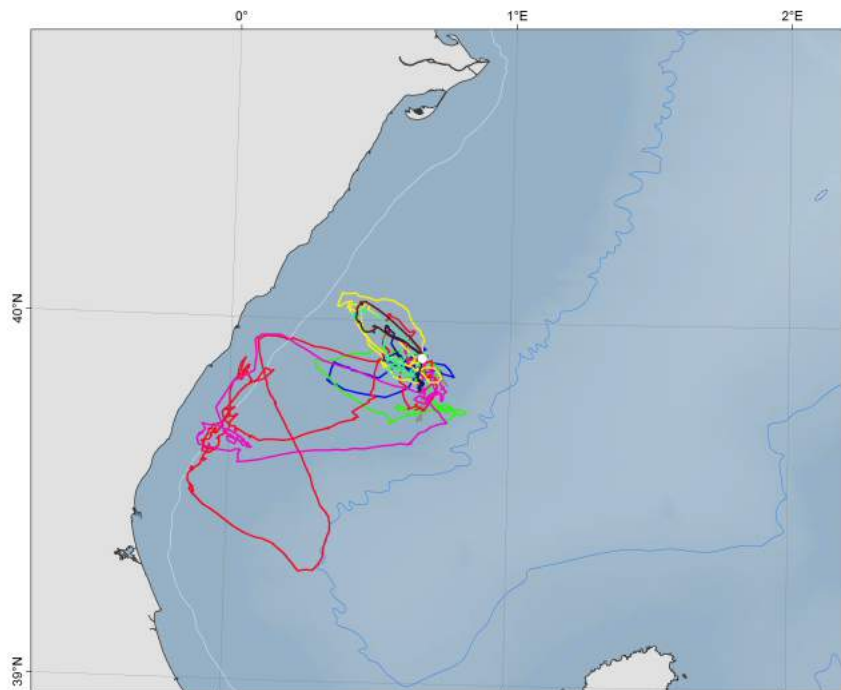
Anilla 6159197

○ Colonia de cría (Columbretes)

Batimetría



Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N



Seguimiento de pardela cenicienta con registradores GPS

Islas Columbretes  
Agosto-Septiembre 2012



*Calonectris diomedea*

Viajes de alimentación

Anilla 6159256

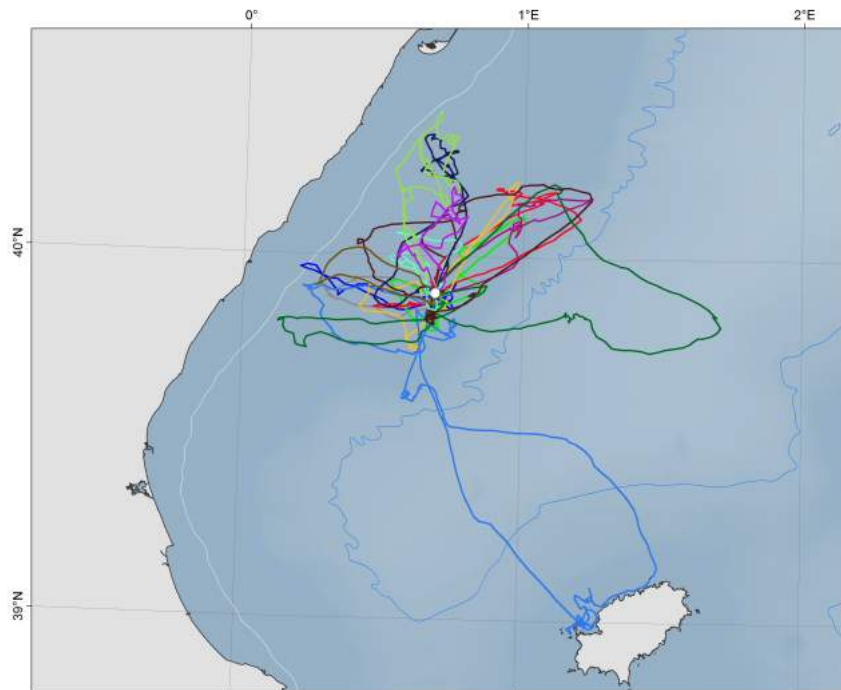
○ Colonia de cría (Columbretes)

Batimetría

50  
200  
1000  
2000



Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N



Seguimiento de pardela cenicienta con registradores GPS

Islas Columbretes  
Agosto-Septiembre 2012



*Calonectris diomedea*

Viajes de alimentación

Anilla 6169616

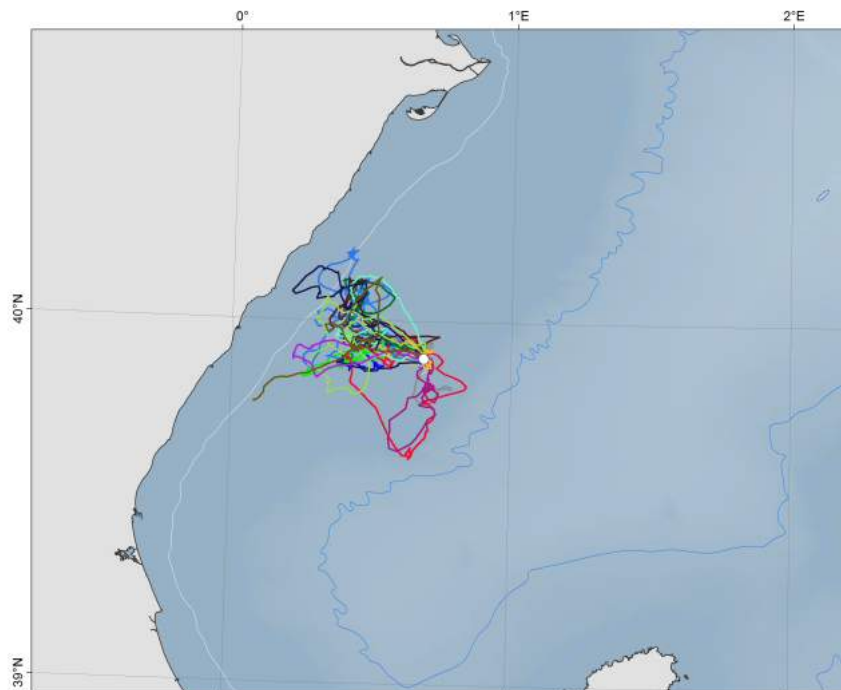
○ Colonia de cría (Columbretes)

Batimetría

50  
200  
1000  
2000



Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N



Seguimiento de pardela cenicienta con registradores GPS

Islas Columbretes  
Agosto-Septiembre 2012



*Calonectris diomedea*  
Viajes de alimentación  
**Anilla 6184932**

○ Colonia de cría (Columbretes)

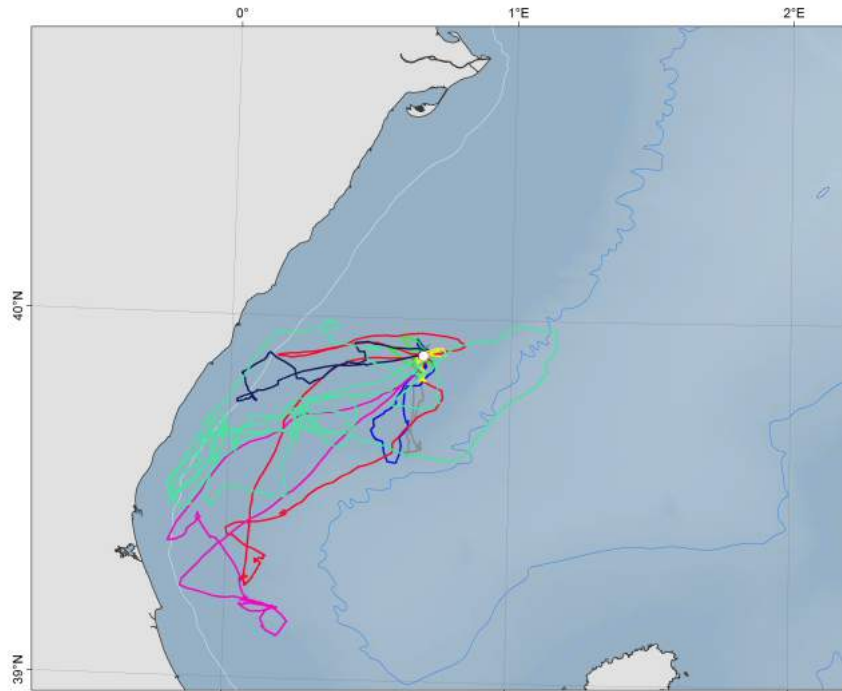
**Batimetría**

50  
200  
1000  
2000

N  
0 3.57 14 Km

INDEMARES  
SEO/BirdLife

Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N



Seguimiento de pardela cenicienta con registradores GPS

Islas Columbretes  
Agosto-Septiembre 2012



*Calonectris diomedea*  
Viajes de alimentación  
**Anilla 6184935**

○ Colonia de cría (Columbretes)

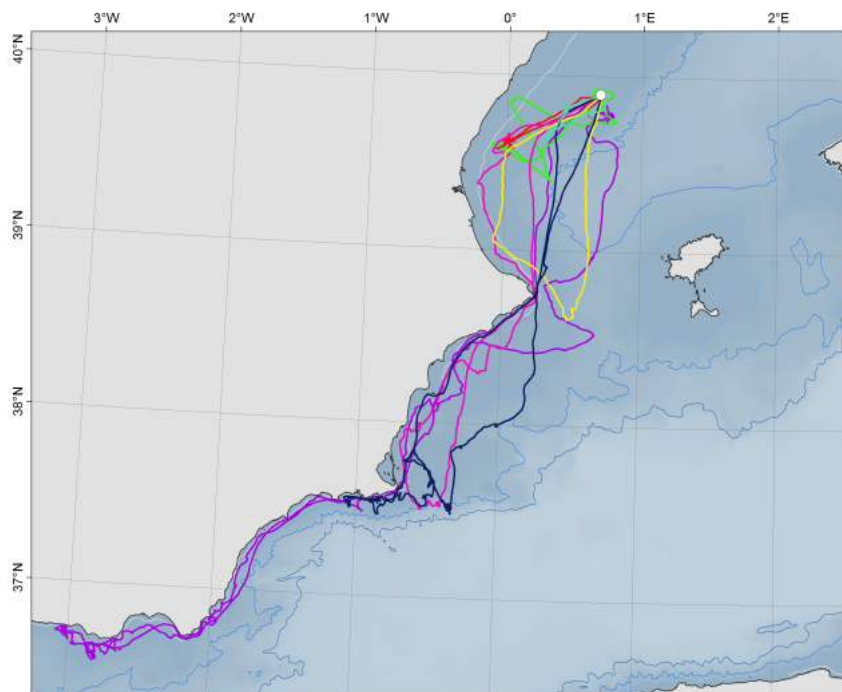
**Batimetría**

50  
200  
1000  
2000

N  
0 5.10 20 Km

INDEMARES  
SEO/BirdLife

Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N



Seguimiento de pardela cenicienta con registradores GPS

Islas Columbretes  
 Agosto-Septiembre 2012



*Calonectris diomedea*

Viajes de alimentación

Anilla 6184936

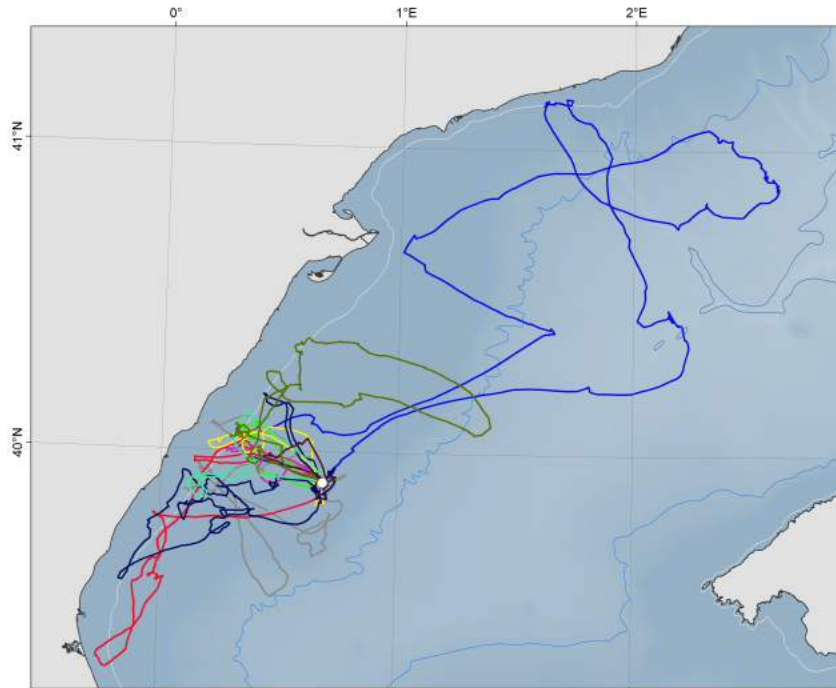
○ Colonia de cría (Columbretes)

Batimetría

50  
 200  
 1000  
 2000



Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N



Seguimiento de pardela cenicienta con registradores GPS

Islas Columbretes  
 Agosto-Septiembre 2012



*Calonectris diomedea*

Viajes de alimentación

Anilla 6200504

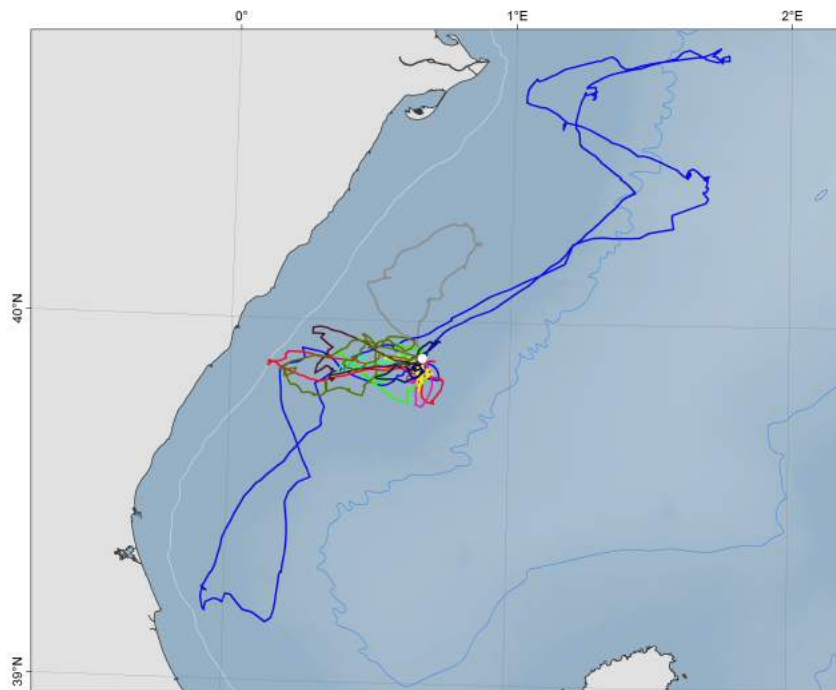
○ Colonia de cría (Columbretes)

Batimetría

50  
 200  
 1000  
 2000



Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N





Seguimiento de pardela cenicienta con registradores GPS

Islas Columbretes  
Agosto-Septiembre 2012



*Calonectris diomedea*

Viajes de alimentación

Anilla 6200507

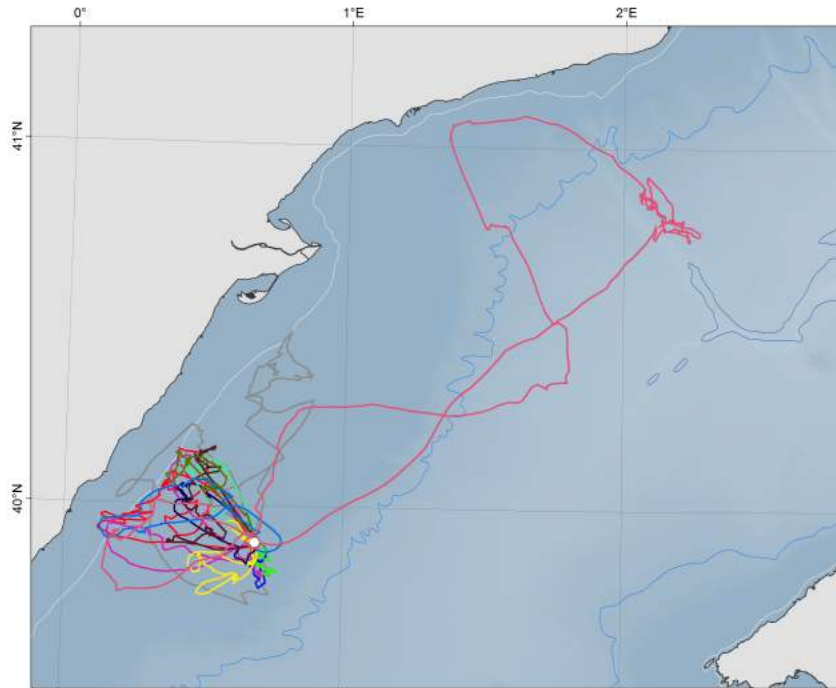
○ Colonia de cría (Columbretes)

Batimetría

50  
200  
1000  
2000



Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N



Seguimiento de pardela cenicienta con registradores GPS

Islas Columbretes  
Agosto-Septiembre 2012



*Calonectris diomedea*

Viajes de alimentación

Anilla 6200517

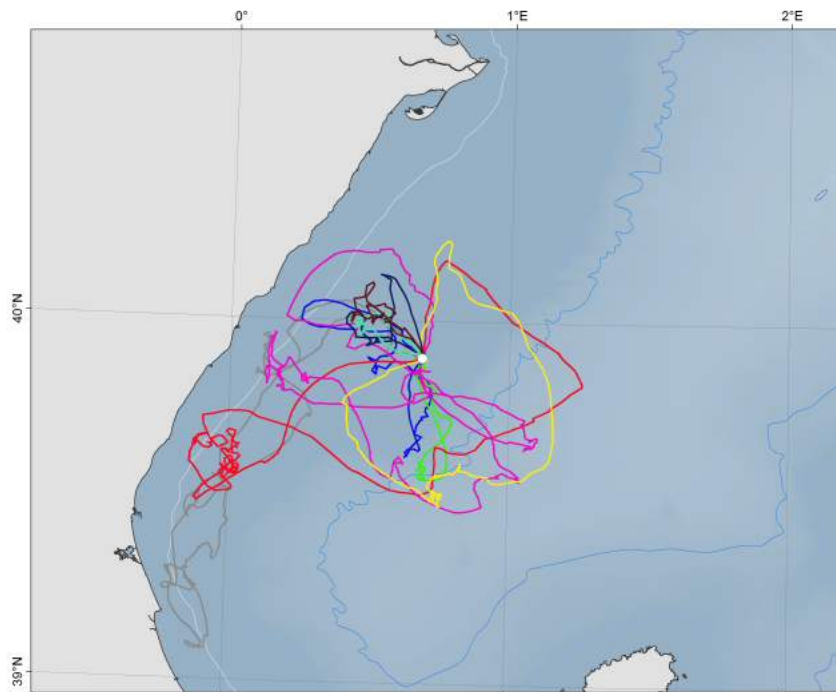
○ Colonia de cría (Columbretes)

Batimetría

50  
200  
1000  
2000



Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N





Seguimiento de pardela  
 cenicienta con registradores  
 GPS

Islas Columbretes  
 Agosto-Septiembre 2012



*Calonectris diomedea*  
 Viajes de alimentación  
**Anilla 6203852**

○ Colonia de cría (Columbretes)

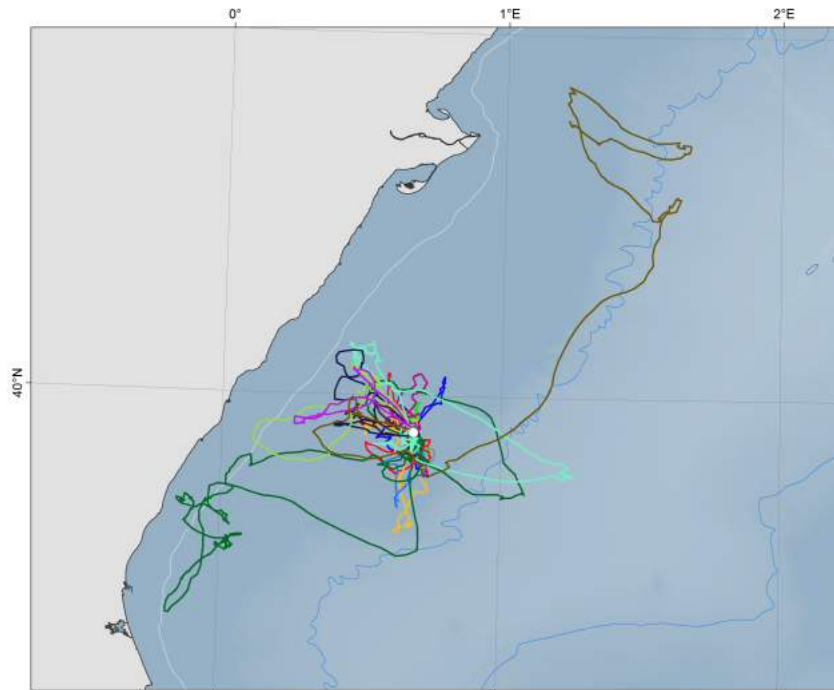
**Batimetría**  
 50  
 200  
 1000  
 2000

N  
 0 24 8 Km

INDEMARES  




Datum: ETRS 1989; Proyección: UTM Zona 31N



# Campañas de marcaje de SEO/BirdLife: Geolocalizadores (GLS) Petrel de Bulwer, pardela cenicienta y charrán común 2011



SEO/BirdLife

INDEMARES



INDEMARES



**Campañas de marcaje de SEO/BirdLife:  
Geolocalizadores (GLS)  
Petrel de Bulwer, pardela cenicienta y charrán común  
2011**

**Trabajo de campo:**

Juan Bécares (SEO/BirdLife)  
Beneharo Rodríguez (SEO/BirdLife)  
Albert Cama (SEO/BirdLife)

Teresa Militão Neto (IRBio/UB)  
José Manuel De Los Reyes González (IRBio/UB)  
Jacob González-Solís (IRBio/UB)  
José Manuel Igual (IMEDEA-CSIC)  
Isabel Afán (EBD-CSIC)  
Manuela G. Forero (EBD-CSIC)  
Joan Navarro Bernabé (ICM-CSIC)

**Textos:**

José Manuel De Los Reyes González (IRBio/UB)  
Beneharo Rodríguez (SEO/BirdLife)  
Juan Bécares (SEO/BirdLife)

**Fotografías<sup>1</sup>:**

Beneharo Rodríguez  
Juan Bécares

**Coordinación:**

José Manuel Arcos, Jacob González-Solis (UB)

**Dirección:**

Asunción Ruiz

---

<sup>1</sup> Charrán común *Sterna hirundo* en vuelo equipado con geolocalizador. Foto: Juan Bécares.

# ÍNDICE

---

<i>INTRODUCCIÓN</i> .....	1
<i>MATERIAL Y MÉTODOS</i> .....	3
Especies objetivo y áreas de estudio.....	3
Veneguera (Gran Canaria).....	4
Montaña Clara (Lanzarote) .....	5
Congreso (Islas Chafarinas) .....	5
Delta del Ebro (Tarragona) .....	5
Pantaleu (Mallorca).....	5
Consideraciones previas sobre los geolocalizadores .....	6
Estrategia de marcaje .....	7
<i>RESULTADOS</i> .....	8
Petrel de Bulwer .....	8
Pardela cenicienta.....	9
Charrán común .....	12
<i>CONSIDERACIONES FINALES</i> .....	13
<i>Agradecimientos</i> .....	13
<i>REFERENCIAS</i> .....	13

## INTRODUCCIÓN

La Fundación Biodiversidad coordina el proyecto *Inventario y Designación De La Red Natura 2000 en Áreas Marinas del Estado Español*, INDEMARES (LIFE + 07/NAT/E/000732; 2009-2013), que cuenta también con las siguientes entidades beneficiarias: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), Instituto Español de Oceanografía (IEO), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), OCEANA, WWF-España (WWF), Alnitak, Coordinadora para el Estudio de los Mamíferos Marinos (CEMMA), Sociedad para el Estudio de los Cetáceos en el Archipiélago Canario (SECAC) y la Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife).

Este proyecto tiene por objetivo identificar, caracterizar y eventualmente incorporar a la Red Natura 2000 las áreas marinas prioritarias para su conservación en base a los criterios de las Directivas Hábitats (que contempla la designación de los Lugares de Importancia Comunitaria, LIC) y Aves (designación de Zonas de Especial Protección para las Aves, ZEPA). Asimismo, INDEMARES incluye entre sus objetivos establecer la base para los futuros planes de gestión de los espacios Red Natura 2000 marinos. De esta forma, el proyecto realiza una aportación fundamental a la conservación de los mares españoles, contribuyendo al mismo tiempo al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la Unión Europea a los Estados Miembros en materia ambiental.

El trabajo de INDEMARES se concentra en 10 áreas objetivo, pre-seleccionadas por sus valores en cuanto a hábitats y especies marinas. Sin embargo, el ámbito de estudio va más allá de estos espacios en el caso de las aves, ya que como modelo para la designación de las ZEPA marinas se ha partido del inventario de Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (IBA) marinas elaborado por SEO/BirdLife en el marco del proyecto *Áreas importantes para las aves (IBA) marinas en España* (LIFE04 NAT/ES/000049; 2004-2009; Arcos *et al.* 2009). Este proyecto proporcionó una visión de conjunto que permitió identificar las áreas prioritarias para la conservación de las aves en aguas españolas. En total son 42 espacios que abarcan casi 43.000 km<sup>2</sup>, más otros 4 espacios (c. 15.000 km<sup>2</sup>) que *a priori* son de gran valor pero que quedaron como IBA potenciales por considerarse insuficiente la información recogida en ellos. Una vez identificadas estas áreas, el trabajo sobre aves debe dirigirse a:

1. Estudios de seguimiento a gran escala que permitan ratificar el inventario de IBA marinas, mediante: (a) confirmación (o no) de los valores orníticos de aquellas zonas *a priori* importantes, que quedaron como IBA marinas potenciales por considerarse insuficiente la información disponible; (b) comprobación de la estabilidad del inventario de IBA marinas a largo plazo, y (c) evaluación de posibles cambios en los patrones de distribución de las aves a lo largo del tiempo (Acciones A.4.1, A.4.2 y A.4.3).
2. Estudios de detalle en las áreas prioritarias (IBA marinas), que proporcionen información de calidad sobre los patrones de distribución de las aves marinas a pequeña y mediana escala, sus ritmos de actividad y los usos que hacen del medio (interacciones con otros organismos y con actividades humanas, amenazas), y que en última instancia permitan desarrollar las medidas de gestión



adecuadas para mantener (o mejorar) su buen estado de conservación (Acciones A.4.2, A.4.3 y A.13).

3. Acciones directamente dirigidas a evaluar el impacto de las actividades humanas sobre las aves y su hábitat, así como a plantear posibles medidas de gestión que minimicen dicho impacto (A.13).

El trabajo de SEO/BirdLife en INDEMARES se ha ajustado a estas tres prioridades. En concreto, las acciones desarrolladas sobre el terreno son:

- **Acciones A.4.1 y A.4.2.** Censos desde embarcación, aprovechando campañas oceanográficas u organizando campañas específicas. La acción A.4.1. tiene por objetivo mantener el seguimiento a gran escala, mientras que la A.4.2 se centra a estudiar con mayor detalle las distintas “áreas INDEMARES”
- **Acción A.4.3.** Seguimiento remoto de aves, usando distintos dispositivos. En este caso se aporta información a pequeña, mediana o gran escala, según la especie, tipo de dispositivo y periodo de marcaje.
- **Acción A.13.** Evaluación de la interacción con actividades humanas y posibles impactos. A esta acción contribuye parte de la información recogida en las acciones anteriores, así como acciones específicas como la realización de encuestas a pescadores, embarques en pesqueros y talleres participativos.

El objetivo final de este trabajo es el de complementar y afianzar la base establecida ya por el inventario de IBA marinas para designar la red de Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) marinas en España, que en cumplimiento de la Directiva Aves contribuye a la red Natura 2000. Dicha red debe ser coherente, cubriendo las áreas más importantes para las aves marinas en España, y requiere de la información de detalle obtenida durante el proyecto INDEMARES para la adecuada gestión de sus valores.

Específicamente en el campo de los marcajes (Acción A.4.3.), a pesar del avance en el conocimiento de los movimientos de las aves gracias a tecnologías recientes como los registradores GPS o aparatos de seguimiento remoto (GPS-PTT), el tamaño y la duración de éstos se convierten en factores limitantes clave, dado que sólo pueden utilizarse con especies de cierto tamaño y durante períodos cortos de tiempo (desde varios días a pocos meses) (Bécares *et al.*, 2011). Ante estas limitaciones, los geolocalizadores por niveles de luz (*Global Location Sensing Units, GLS*) se presentan actualmente como los instrumentos de seguimiento más adecuados para obtener información sobre los movimientos de las aves marinas durante todo el año. Los GLS poseen una célula fotoeléctrica que registra y acumula la información de los niveles de luz durante todo su tiempo de funcionamiento, de forma que gracias a la información recogida se pueden conocer los movimientos que realizó el ave, ya que cada localización tiene una combinación única de hora de alba y ocaso (longitud) así como de duración del día (latitud) (Ekstrom, 2004).

Así, por primera vez dentro del proyecto INDEMARES, se han marcado aves con geolocalizadores por niveles de luz (*Global Location Sensing Units, GLS*), fabricados por el Instituto de investigación *British Antarctic Survey* (UK). Estos aparatos, más ligeros que los PTT y GPS, permiten estudiar los patrones de distribución y los ritmos de actividad por un periodo largo (generalmente un año) y a una mayor escala, lo cual puede contribuir a entender las amenazas potenciales que la especie afronta en sus zonas de alimentación a lo largo de todo su ciclo anual y a proponer medidas de gestión

adecuadas. A menudo esto aporta información de zonas alejadas del área objetivo de INDEMARES (i.e. las aguas españolas), pero asimismo aporta información sobre zonas utilizadas dentro de ese ámbito y que mediante otro tipo de marcajes pueden pasar desapercibidas (e.g. zonas de paso y concentración fuera de la época de cría, o zonas usadas durante el periodo reproductor en fases de éste en las que el marcaje es más complicado –lo cual puede variar entre especies). El presente informe aglutina la información referente a las campañas de marcaje con GLS, realizadas en 2011, en el marco de INDEMARES. Esta acción se enmarca dentro del acuerdo de colaboración que SEO/BirdLife mantiene con el equipo del profesor Jacob González-Solís, perteneciente al *Institut de Recerca de la Biodiversitat (IRBIO)* y al Departamento de Biología Animal de la Universitat de Barcelona (UB), con una amplia experiencia en el empleo de estos dispositivos de seguimiento, y con intereses compartidos en avanzar en el conocimiento de la ecología y conservación de las aves marinas.

El principal objetivo de las campañas de marcaje con geolocalizadores llevadas a cabo en 2011 es ampliar la información conocida sobre los patrones de movimiento y actividad de las aves marinas tanto durante toda la estación reproductora como fuera de ésta, contribuyendo así a los objetivos generales del proyecto INDEMARES. El análisis de la información que se obtendrá tras la recaptura de las aves instrumentadas permitirá conocer el uso de medio marino a lo largo del período reproductor y durante la invernada, además de la estrategia migratoria y su exposición a amenazas como la contaminación o las pesquerías (Phalan *et al.*, 2007). En la misma línea, campañas de similar naturaleza se repetirán en 2012 para recapturar a las aves y colocar nuevos aparatos, permitiendo así evaluar la consistencia temporal interanual de estas áreas. Al ser necesaria la recuperación de los aparatos, en este primer informe sólo se describe el trabajo de campo para llevar a cabo los marcajes.

## ***MATERIAL Y MÉTODOS***

---

### **Especies objetivo y áreas de estudio**

En 2011 se colocaron geolocalizadores en tres especies de aves marinas (Fig. 1): el petrel de Bulwer *Bulweria bulwerii*, la pardela cenicienta, incluyendo las dos subespecies *C. diomedea borealis* y *C. d. diomedea*, y por último el charrán común *Sterna hirundo*.

Los marcajes se llevaron a cabo en cinco localidades diferentes: Veneguera (Gran Canaria), Islote de Montaña Clara (Norte de Lanzarote), Pantaleu (Mallorca), Congreso (islas Chafarinas) y Delta del Ebro (Tarragona). En la tabla 1 se detalla el número de ejemplares de cada especie marcados en cada localidad.

**Tabla 1.** Número de aves equipadas con geolocalizadores por especie y localidad, durante el año 2011.

Especie	Veneguera (Gran Canaria)	Montaña Clara (Lanzarote)	Congreso (Chafarinas)	Delta del Ebro (Tarragona)	Pantaleu (Mallorca)
<i>Bulweria bulwerii</i>	-	30	-	-	-
<i>C. diomedea</i> (Total)	37	30	20	-	20
<i>C.d. borealis</i>	37	30	2*	-	-
<i>C.d. diomedea</i>	-	-	7*	-	20
<i>Sterna hirundo</i>	-	-	-	26	-
Total	37	60	20	26	20

\*Número mínimo, del resto de aves marcadas en Chafarinas; se desconoce por el momento la subespecie a la que pertenecen.


**Figura 1.** Especies de aves marinas estudiadas (de izquierda a derecha y de arriba a abajo): petrel de Bulwer *Bulweria bulwerii*, pardela cenicienta *Calonectris diomedea*, y charrán común *Sterna hirundo* equipado con geolocalizador. Fotos: B. Rodríguez y J. Bécáres.

### Veneguera (Gran Canaria)

Colonia situada en la desembocadura del Barranco de Veneguera (Mogán), en la costa suroccidental de la isla de Gran Canaria. Tanto este enclave como las aguas que la

rodean pertenecen a la IBA ES395 *Costa y aguas de Mogán*, declarada por su importancia para la pardela cenicienta (aproximadamente 1.000 parejas) y el petrel de Bulwer (Arcos, 2009).

### **Montaña Clara (Lanzarote)**

Se trata de un islote de apenas 3 km<sup>2</sup> de superficie, perteneciente al pequeño Archipiélago Chinijo, englobado en la IBA ES327 Los islotes de Lanzarote, por su excepcional importancia para diversas especies de aves marinas. Entre ellas, la pardela cenicienta es la más numerosa, con más de 10.000 parejas reproductoras estimadas en el conjunto de la IBA (Arcos, 2009), de las que unas 1.000 lo hacen en este islote (Rodríguez et al., 2003).

### **Congreso (Islas Chafarinas)**

Estas islas se sitúan frente al Cabo de Agua (Marruecos) (Fig. 2), y constituyen un punto clave para la reproducción de la pardela cenicienta y la gaviota de Audouin en el Mediterráneo Español (Arcos et al., 2009). Este espacio está catalogado como Refugio Nacional de Caza y como ZEPA. La población de pardela cenicienta destaca por albergar en simpatria parejas reproductoras tanto de la subespecie atlántica (*C.d. borealis*) como de la mediterránea (*C.d. diomedea*) (Igual & Afán, 2005).



**Figura 2.** Isla de Congreso (Chafarinas), donde se marcaron 20 ejemplares de pardela cenicienta en junio de 2011. Foto: B. Rodríguez.

### **Delta del Ebro (Tarragona)**

Situado en la desembocadura del río Ebro, en Tarragona, conforma un espacio natural de singular importancia para multitud de especies de aves, estando sus aguas costeras incluidas en la IBA ES409 Plataforma marina del Delta del Ebro-Columbretes, además de estar protegida en su parte terrestre bajo la figura de Parc Natural.

### **Pantaleu (Mallorca)**

Este pequeño islote se sitúa junto a la Isla de Mallorca (Baleares), en su extremo oeste, y está incluido en la IBA ES416 Aguas del poniente de Mallorca (Arcos et al., 2009), y en el Parc Natural de Sa Dragonera. Con una costa muy recortada y dominada por



acantilados de poca altura, alberga una importante colonia de cría de pardela cenicienta (unas 200 parejas).

### **Consideraciones previas sobre los geolocalizadores**

Los geolocalizadores por niveles de luz son data-loggers capaces de registrar su posición geográfica gracias a la luz solar. De pequeño tamaño (ver Fig. 3), estos dispositivos constan de cinco elementos principales: (1) un recubrimiento de resina epoxi translúcida, que protege al resto de elementos, (2) una batería de larga duración, (3) una memoria interna que almacena la información, (4) una célula fotosensible que mide la intensidad de luz que recibe, y (5) dos pins metálicos que funcionan a modo de cátodo y ánodo, y que permiten la conexión del geolocalizador con un ordenador. Los modelos más ligeros, tienen una batería de menor duración y sólo registran la luz ambiental, mientras que los más complejos registran paralelamente otros datos ([http://www.birdtracker.co.uk/geolocators\\_2.html](http://www.birdtracker.co.uk/geolocators_2.html)).

Los niveles de luz registrados permiten, previa calibración del aparato antes de su colocación en el ave, determinar la posición geográfica del animal para cada día de seguimiento, ya que cada localización tiene una combinación única de hora de alba y ocaso (que permite estimar la longitud geográfica) y de duración del día y de la noche (que permite estimar la latitud) (Ekstrom, 2004). Por otra parte, el registro de la conductividad por medio de los pins indica si el aparato está en contacto con agua salobre o no, por lo que en el caso de aves estrictamente marinas como las pardelas puede saberse la actividad del ave en cada momento (posada sobre el agua, volando, o en el interior del nido). De esta forma, la propia biología de las aves permite deducir la actividad de cada animal a través de la información recogida por los GLS.

Por tanto, su ventaja frente a otros aparatos de seguimiento como los GPS o PTT es la capacidad de registrar las posiciones geográficas de las aves instrumentadas a lo largo de todo un ciclo anual, permitiendo conocer en detalle los movimientos durante todo el período de cría, las migraciones y las áreas de invernada.

Sin embargo, estos aparatos también presentan dos limitaciones. Por un lado, la obligada recaptura del animal, ya que los geolocalizadores sólo almacenan la información y no la envían. Por otro, la baja resolución de las posiciones geográficas obtenidas, que puede llegar a ser de 186 km de error promedio (Phillips et al., 2004). Además, los GLS son prácticamente inoperativos durante los equinoccios, ya que la duración del día en esos puntos es idéntica para todo el planeta, y por lo tanto los aparatos no pueden precisar la latitud a partir de la duración del día. Aunque mucho mayor que el error obtenido a través de otros aparatos basados en la señal GPS, las ventajas de los geolocalizadores siguen siendo considerables, pues la escala de los movimientos de las aves marinas (a menudo transoceánica), lo prolongado de su ausencia fuera de las áreas de cría, y su alta fidelidad a los lugares de cría, hacen que

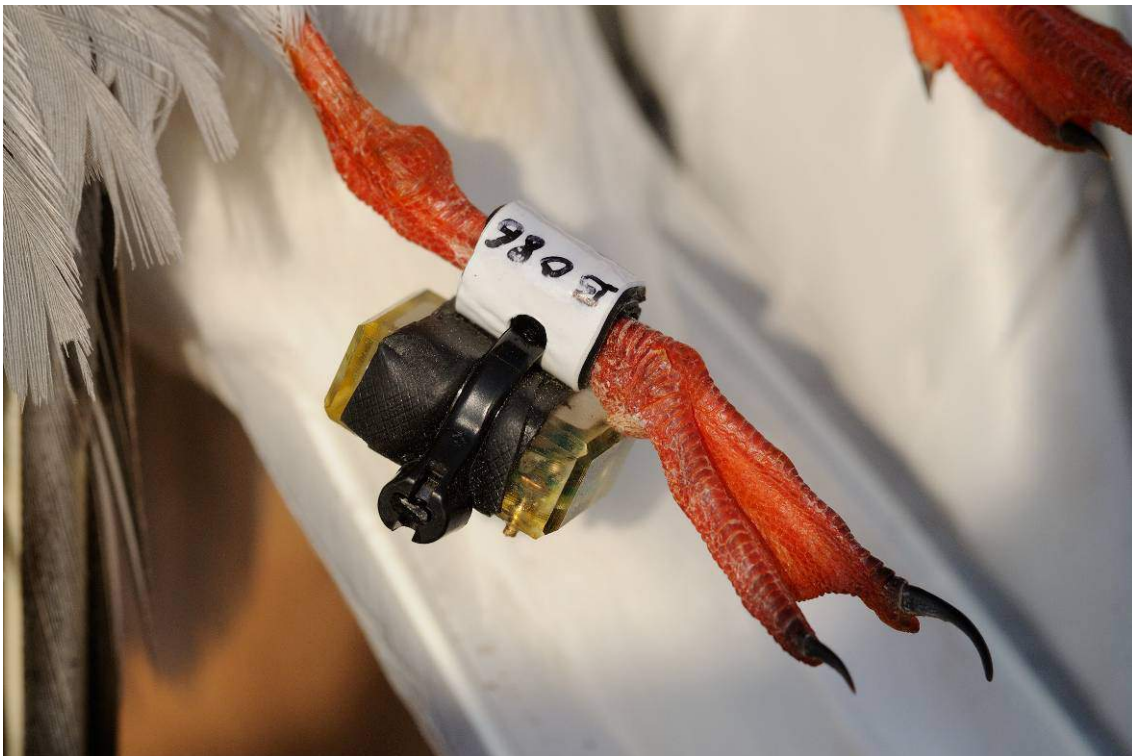


sólo se puedan conocer sus movimientos a lo largo de todo el año mediante esta tecnología.

Por otro lado, diversos autores han demostrado que los GLS, en especial debido a su escaso peso, no provocan una alteración en el comportamiento de las aves, y por tanto son ideales para el estudio de sus movimientos a gran escala (Wilson et al., 2002; Igual et al., 2005; González-Solís et al., 2007; Passos et al., 2010).

### **Estrategia de marcaje**

Los geolocalizadores se montan sobre anillas de PVC previamente perforadas, a las que se anclan a través de una brida resistente a la radiación UV, capaz de resistir el deterioro en el medio marino durante tiempos prolongados. Entre el aparato y la brida se coloca una película de cinta autosoldable, especialmente elástica pero resistente, que protege al propio aparato de la presión ejercida por la brida. Una vez hecho el montaje, la anilla se coloca sobre el tarso de las aves, capturadas en la colonia de cría (Fig. 3).



**Figura 3.** Aspecto de un geolocalizador empleado en el seguimiento de charrán común en el Delta del Ebro en junio-julio de 2011. Foto: J. Bécares.

El método de captura empleado varió según la especie. Así, las pardelas cenicientas y los petreles de Bulwer se capturaron directamente en el nido. En el caso de los charranes comunes, se empleó una trampa con puerta colocada en los nidos (Fig. 4).

Los modelos utilizados fueron de los desarrollados por el British Antarctic Survey, único fabricante y proveedor de geolocalizadores hasta la fecha. En el caso del petrel de Bulwer se utilizó el modelo Mk18-H que pesa unos 1,9 gr y cuyas dimensiones son de

17x10x6.5mm; para la pardela cenicienta se utilizó el modelo Mk-19, de 2,5 gr y 16x14x6 mm; y por último, el modelo para el charrán común fue el Mk-18-L, de 1,5 gr y 15x10x6 mm.



**Figura 4.** Aspecto de una caja trampa colocada en un nido de charrán común en el Delta del Ebro en junio-julio de 2011. Foto: J. Bécares.

## ***RESULTADOS***

### **Petrel de Bulwer**

En Montaña Clara se colocaron geolocalizadores modelo Mk 18-H a 30 ejemplares de petrel de Bulwer. Este modelo es más ligero que el de las pardelas cenicientas, y por tanto con una batería de menor duración. Las fechas de colocación se extendieron desde el 7 de junio hasta el 5 de julio de 2011 (Tablas 1 y 2), coincidiendo con el periodo de incubación.

**Tabla 2.** Código, fecha de colocación de los geolocalizadores (Mk 18-H) utilizados en los petreles de Bulwer *Bulweria bulwerii* anillados en Montaña Clara (Lanzarote) en 2011. Se aporta asimismo información de la anilla metálica, así como del nido en el que se capturó el ave (nidos controlados para su seguimiento anual).

GLS	Fecha colocación	Anilla	Nido
18B422	05/07/2011	3M005938	24
18B423	16/06/2011	3M005978	50
18B424	16/06/2011	3M005934	22
18B425	16/06/2011	3M005907	2
18B426	14/06/2011	3M005968	23
18B427	14/06/2011	3M005989	35

GLS	Fecha colocación	Anilla	Nido
18B428	16/06/2011	3M005977	42
18B429	14/06/2011	3M005971	32
18B430	14/06/2011	3M005929	19
18B431	14/06/2011	3M005958	41
18B432	14/06/2011	3M005974	29
18B433	14/06/2011	3M005975	37
18B434	14/06/2011	3M005961	44
18B435	16/06/2011	3M005964	46
18B436	16/06/2011	3M005981	51
18B437	16/06/2011	3M005985	33
18B438	16/06/2011	3M005944	30
18B439	16/06/2011	3M005986	48
18B440	16/06/2011	3M005956	40
18B441	16/06/2011	3M005990	27
18B442	16/06/2011	3M005939	25
18B443	16/06/2011	3M005976	53
18B444	16/06/2011	3M005988	54
18B445	16/06/2011	sin anilla	38
18B447	16/06/2011	3M005918	9
18B448	07/06/2011	3M005921	11
18B449	07/06/2011	3M005922	12
18B450	07/06/2011	3M005910	4
18B451	07/06/2011	3M005904	1
18B446	07/06/2011	sin anilla	73

### Pardela cenicienta

En total se equiparon con geolocalizadores un total de 107 ejemplares de esta especie en cuatro colonias (Tabla 1). Pertenecientes a la subespecie *C. d. borealis* se colocaron 37 geolocalizadores en Veneguera (Gran Canaria), otros 30 en Montaña Clara (Lanzarote), y por último al menos otros dos en Congreso (islas Chafarinas) (Tablas 3, 4 y 5). Además, de la subespecie *C.d. diomedea* se marcaron al menos siete ejemplares en la colonia de Congreso (Chafarinas), y otros 20 en Pantaleu (Mallorca) (Tablas 5 y 6, respectivamente). Para todos los casos el modelo utilizado fue el Mk 19.

**Tabla 3.** Código y fecha de colocación de los geolocalizadores (Mk19) utilizados en las pardelas cenicientas *Calonectris diomedea borealis* anilladas en 2011 (periodo de incubación), en Veneguera (Gran Canaria). Se aporta asimismo información de la anilla metálica, así como del nido en el que se capturó el ave (nidos controlados para su seguimiento anual).

GLS	Fecha colocación	Anilla	Nido
23317	26/05/2011	6143080	213
23318	26/05/2011	6134531	4
23319	17/07/2011	6143090	50
23320	21/06/2011	6140785	75
23321	16/06/2011	6140825	-
23322	17/06/2011	6140731	1
23323	17/06/2011	6175792	20
23324	28/05/2011	6106934	17
23325	27/07/2011	6188612	148

GLS	Fecha colocación	Anilla	Nido
23326	28/06/2011	6175730	34
23327	25/07/2011	6143068	29
23328	23/07/2011	6175791	141
23329	29/05/2011	6188614	183
23330	31/05/2011	6140810	24
23331	30/06/2011	6134554	14
23332	01/06/2011	6175707	217
23333	16/07/2011	6140729	8
23334	26/06/2011	6140735	6
23335	25/06/2011	6140725	4
23336	29/06/2011	6119913	58
23337	01/07/2011	6143082	214
23338	05/06/2011	6140746	136
23339	05/06/2011	6119928	23
23340	05/06/2011	6143066	161
23341	06/06/2011	6140802	58
23342	07/06/2011	6119926	20
23344	06/07/2011	6140873	36
23345	11/06/2011	6143076	50
23346	28/06/2011	6188684	143
23347	10/07/2011	6140854	76
23348	19/07/2011	6143070	218
23349	16/06/2011	6119925	115
23350	16/06/2011	6134552	104
23351	16/06/2011	6143040	110
23353	24/07/2011	6140497	18
23354	09/07/2011	6175790	144
23356	25/06/2011	6119907	122

**Tabla 4.** Código y fecha de colocación de los geolocalizadores (Mk19) utilizados en las pardelas cenicientas *Calonectris diomedea borealis* anilladas en 2011 (periodo de incubación), en Montaña Clara (Lanzarote). Se aporta asimismo información de la anilla metálica, así como del nido en el que se capturó el ave (nidos controlados para su seguimiento anual).

GLS	Fecha colocación	Anilla	Nido
23287001	09/06/2011	6168784	1
23288001	09/06/2011	6134602	2
23289001	09/06/2011	6134587	3
23290001	09/06/2011	6188726	5
23291001	09/06/2011	6188727	6
23292001	09/06/2011	6188728	7
23293001	09/06/2011	6168785	8
23294001	08/06/2011	6168786	10
23295001	09/06/2011	6134585	4
23296001	09/06/2011	6134600	9
23297001	09/06/2011	6168791	11
23298001	09/06/2011	6168788	12
23299001	09/06/2011	6168789	13
23300001	09/06/2011	6168793	16
23301001	09/06/2011	6134593	17
23302001	13/06/2011	6195219	1
23303001	13/06/2011	6195219	13
23304001	13/06/2011	6168792	15
23305001	14/06/2011	6195230	2
23306001	14/06/2011	6195231	9
23307001	15/06/2011	6195236	14

GLS	Fecha colocación	Anilla	Nido
23308001	15/06/2011	6195237	12
23309001	15/06/2011	6134597	33
23310001	16/06/2011	6195239	6
23311001	16/06/2011	6195238	32
23312001	16/06/2011	6134592	12
23313001	16/06/2011	6195220	18
23314001	16/06/2011	6195233	22
23315001	16/06/2011	6195221	23
23316001	16/06/2011	6195227	29

**Tabla 5.** Código y fecha de colocación de los geolocalizadores utilizados en las pardelas cenicientas *Calonectris diomedea* ssp. anilladas en 2011 (periodo de incubación), en Congreso (islas Chafarinas). Se aporta asimismo información de la anilla metálica, así como del nido en el que se capturó el ave (nidos controlados para su seguimiento anual). A modo tentativo se indica también la subespecie marcada.

GLS	Fecha colocación	Anilla	Nido	Subespecie
23377001	19-06-11	6114409	455	borealis
23378001	27-06-11	6134029	87	diomedea
23379001	28-06-11	L051120	168	borealis
23380001	17-06-11	6114583	109	diomedea
23381001	17-06-11	6114420	455	?
23382001	24-06-11	6114984	109	diomedea
23383001	21-06-11	6134619	5	diomedea
23384001	17-06-11	6134826	95	?
23385001	19-06-11	6114899	110	?
23386001	21-06-11	6096794	87	?
23387001	19-06-11	6134831	400	?
23388001	22-06-11	6096795	491	?
23389001	19-06-11	6134625	88	diomedea
23390001	28-06-11	6110232	112	diomedea
23391001	19-06-11	6114849	94	diomedea
23392001	25-06-11	6114739	5	?
23393001	18-06-11	6059721	321	?
23394001	28-06-11	6134827	94	?
23395001	19-06-11	6114890	95	diomedea
23396001	17-06-11	6155178	86	?

**Tabla 6.** Código y fecha de colocación de los geolocalizadores (Mk19) utilizados en las pardelas cenicientas *Calonectris diomedea diomedea* anilladas en 2011 (periodo de incubación), en Pantaleu (Mallorca). Se aporta asimismo información de la anilla metálica, así como del nido en el que se capturó el ave (nidos controlados para su seguimiento anual).

GLS	Fecha colocación	Anilla	Nido
23357001	31/05/2011	6131318	254
23358001	31/05/2011	6151939	98
23359001	31/05/2011	6184591	58
23360001	31/05/2011	6159739	454
23361001	31/05/2011	6129209	71
23362001	31/05/2011	6031470	59
23363001	31/05/2011	6025871	5
23364001	31/05/2011	6129133	4
23365001	31/05/2011	6128699	457
23366001	31/05/2011	6170645	26
23367001	31/05/2011	6151941	237
23368001	31/05/2011	6189054	36
23369001	31/05/2011	6131521	38



GLS	Fecha colocación	Anilla	Nido
23370001	31/05/2011	6184577	92
23371001	03/06/2011	6157267	412
23372001	03/06/2011	6025827	5
23373001	03/06/2011	6184572	259
23374001	06/06/2011	6157255	100
23375001	06/06/2011	6129128	59
23376001	06/06/2011	6188859	670

### **Charrán común**

De esta especie se marcaron 26 ejemplares en varios núcleos de cría del Delta del Ebro (Fangar, Riet Vell y punta de la Banya-Llagostins). Esta acción tuvo lugar en el periodo comprendido entre el 27 de junio y el 14 de julio de 2011 (Tabla 7), coincidiendo con la incubación.

**Tabla 7.** Código y fecha de colocación de los geolocalizadores (Mk 18-L) utilizados en los charranes comunes anillados en 2011, en las distintas colonias del Delta del Ebro (Tarragona). Se aporta asimismo información de la anilla metálica, así como del nido en el que se capturó el ave (nidos controlados para su seguimiento anual).

GLS	Fecha colocación	Anilla	Colonia	Nido
18A907	28/6/2011	V055110	Fangar	69
18A908	14/7/2011	V055124	Fangar	82
18A909	27/6/2011	V055105	Llagostins	65
18A916	28/6/2011	V055115	Llagostins	75
18A917	28/6/2011	V055111	Fangar	70
18A918	8/7/2011	V055116	Riet Vell	76
18A964	28/6/2011	V055107	Fangar	66
18B023	8/7/2011	V055117	Riet Vell	86
18B024	14/7/2011	V055122	Fangar	80
18B025	14/7/2011	V055125	Fangar	83
18B026	14/7/2011	V055123	Fangar	81
18B027	14/7/2011	V055119	Fangar	77
18B028	14/7/2011	V055121	Fangar	79
18B029	27/6/2011	V055104	Llagostins	64
18B031	27/6/2011	V055101	Llagostins	61
18B032	28/6/2011	V055113	Riet Vell	73
18B033	28/6/2011	V055109	Fangar	68
18B034	28/6/2011	V055108	Fangar	67
18B075	27/6/2011	V055106	Riet Vell	72
18B076	14/7/2011	V055126	Fangar	84
18B080	27/6/2011	V055103	Llagostins	63
18B081	8/7/2011	V055118	Riet Vell	85
18B082	28/6/2011	V055112	Fangar	71
18B083	14/7/2011	V055120	Fangar	78
18B084	27/6/2011	V055102	Llagostins	62
18B086	28/6/2011	V055114	Llagostins	74

---

## ***CONSIDERACIONES FINALES***

---

El conjunto de campañas de marcaje con geolocalizadores (GLS) realizadas durante 2011 ha permitido colocar 180 aparatos. La información derivada del análisis de los datos obtenidos, una vez se recapturen el mayor número posible de ejemplares en 2012, permitirán aclarar aspectos aún desconocidos del uso que las aves hacen del medio marino y particularmente de las IBA tanto durante el periodo reproductor como el resto del año. Es especialmente importante la información que se pueda obtener de algunas especies en IBAs de difícil acceso y de las que se tiene muy poca información. En este sentido es especialmente destacable el petrel de Bulwer y su presencia en el banco de la Concepción durante el periodo reproductor, que parece ser un área importante para la especie en este periodo. Estos conocimientos son esenciales para conocer el uso que hacen de estas zonas y así poder proponer las medidas de gestión necesarias para su conservación.

---

## ***Agradecimientos***

---

Nuestro agradecimiento a Laura Mihaela Stefan, Joan Ferrer Obiol, Manuel López Rivas y Javier Moreno por su ayuda en el trabajo de campo en Veneguera. También a Laura Cardador y Manuela G. Forero por el trabajo de campo realizado en las islas Chafarinas, así como al personal de la Refugio Nacional de Caza de las Islas Chafarinas, que compartió turno con nosotros, por hacernos la estancia fácil y agradable, especialmente a los vigilantes Gonzalo Martínez, Javier Díaz, y Ángel Sanz. El personal militar destacado en la isla Isabel mostró gran interés y amabilidad por nuestro trabajo en la isla de Congreso, y compartió con nosotros momentos de celebración. Nuestro agradecimiento también a Javier Zapata (Organismo Autónomo de Parques Nacionales) por su enorme ayuda en la consecución de los permisos pertinentes para el acceso a las islas, así como su interés y apoyo. En el caso de Pantaleu a Manolo Igual, Dani Oro y Meritxell Genovart, del IMEDEA. También al Parque Natural del delta del Ebro por los permisos y a Albert Bertolero que permitió el uso de sus trampas de captura para charranes comunes.

---

## ***REFERENCIAS***

---

Arcos, J.M., Bécares, J., Rodríguez, B. & Ruiz, A. (2009). *Áreas Importantes para la Conservación de las Aves marinas en España*. LIFE04NAT/ES/000049-SEO/BirdLife. Madrid.

- Bécares, J., Rodríguez, B., Arcos, J.M. & Ruiz, A. (2011). Técnicas de marcaje de aves marinas para el seguimiento remoto. *Revista de Anillamiento* 25-26: 29-40.
- Ekstrom PA. (2004). An advance in geolocation by light. *Memoirs of the National Institute of Polar Research*. Special issue 58: 210-226.
- González-Solís, J., Croxall, J.P., Oro, D. & Ruiz, X. (2007). Trans-equatorial migration and mixing in the wintering areas of a pelagic seabird. *Frontiers in Ecology and Environment* 5: 297-301.
- Igual, J.M. & Afán, I. (2005). Pardela Cenicienta *Calonectris diomedea*. Noticiaro Ornitológico. *Ardeola* 52: 423-424.
- Igual, J.M., Forero, M.G., Tavecchia, G., González-Solís, J., Martínez-Abraín, A., Hobson, K.A., Ruíz, X & Oro, D. (2005). Short-term effects of data-loggers on Cory's shearwater (*Calonectris diomedea*). *Marine Biology* 146: 619-624.
- Louzao, M., Bécares, J., Rodríguez, B., Hyrenbach, K.D., Ruiz, A. & Arcos, J.M. (2009). Combining vessel-based surveys and tracking data to identify key marine areas for seabirds. *Marine Ecology Progress Series* 391: 183-197.
- Passos, C., Navarro, J., Giudici, A. & González-Solís, J. (2010). Effects of extra mas on the pelagic behavior of a seabird. *Auk* 127: 100-107.
- Phalan, B., Phillips, R.A., Silk, J.R.D., Afanasyev, V., Fukuda, A., Fox, J., Catry, P., Higuchi, H. & Croxall, J.P. (2007). Foraging behaviour of four albatross species by night and day. *Marine Ecology Progress Series* 340: 271-286.
- Phillips, R.A., Silk, J.R.D., Croxall, J.P., Afanasyev, V. & Briggs, D.R. (2004). Accuracy of geolocation estimates for flying birds). *Marine Ecology Progress Series* 266: 265-272.
- Wilson, R.P., Gremillet, D., Syder, J., Kierspel, M. A. M., Garthe, S., Weimerskirch, H., Schafer-Neth, C., Scolaro, J. A., Bost, C. A., Plotz, J. & Nel, D. (2002). Remote-sensing systems and seabirds: their use, abuse and potential for measuring marine environmental variables. *Marine Ecology Progress Series* 228: 241-261.

# Campañas de marcaje de SEO/BirdLife: Geolocalizadores (GLS) Petrel de Bulwer, pardela cenicienta y charrán común 2012



SEO/BirdLife

INDEMARES



INDEMARES



**Campañas de marcaje de SEO/BirdLife:  
Geolocalizadores (GLS)  
Petrel de Bulwer, pardela cenicienta y charrán común  
2012**

**Trabajo de campo:**

Juan Bécares (SEO/BirdLife)  
Manolo G. Tarrasón (SEO/BirdLife)  
Matxalen Pauly (SEO/BirdLife)

José Manuel De Los Reyes González (IRBio/UB)  
Jacob González-Solís (IRBio/UB)  
José Manuel Igual (IMEDEA-CSIC)

**Textos:**

José Manuel De Los Reyes González (IRBio/UB)  
Beneharo Rodríguez (SEO/BirdLife)  
José Manuel Arcos (SEO/BirdLife)  
Juan Bécares (SEO/BirdLife)

**Fotografías<sup>1</sup>:**

Beneharo Rodríguez  
Juan Bécares

**Coordinación:**

José Manuel Arcos (SEO/BirdLife)  
  
Jacob González-Solis (UB)

**Dirección:**

Asunción Ruiz

---

<sup>1</sup> Charrán común *Sterna hirundo* en vuelo. Foto: Beneharo Rodríguez.



## ÍNDICE

---

<i>INTRODUCCIÓN</i> .....	1
<i>MATERIAL Y MÉTODOS</i> .....	3
Especies objetivo y áreas de estudio.....	3
Veneguera (Gran Canaria).....	3
Montaña Clara (Lanzarote) .....	3
Congreso (Islas Chafarinas) .....	4
Delta del Ebro (Tarragona) .....	4
Pantaleu (Mallorca).....	5
Consideraciones previas sobre los geolocalizadores .....	5
Estrategia de marcaje y recuperación .....	7
<i>RESULTADOS</i> .....	8
Recuperación de geolocalizadores.....	8
Charrán común .....	9
Petrel de Bulwer .....	10
Pardela cenicienta .....	10
Colocación de geolocalizadores en 2012 .....	13
Viajes migratorios de las aves instrumentadas en el período 2011-2012 .....	16
<i>Agradecimientos</i> .....	19
<i>REFERENCIAS</i> .....	19

## INTRODUCCIÓN

La Fundación Biodiversidad coordina el proyecto *Inventario y Designación De La Red Natura 2000 en Áreas Marinas del Estado Español*, INDEMARES (LIFE + 07/NAT/E/000732; 2009-2013), que cuenta también con las siguientes entidades beneficiarias: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), Instituto Español de Oceanografía (IEO), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), OCEANA, WWF-España (WWF), Alnitak, Coordinadora para el Estudio de los Mamíferos Marinos (CEMMA), Sociedad para el Estudio de los Cetáceos en el Archipiélago Canario (SECAC) y la Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife).

Este proyecto tiene por objetivo identificar, caracterizar y eventualmente incorporar a la Red Natura 2000 las áreas marinas prioritarias para su conservación en base a los criterios de las Directivas Hábitats (que contempla la designación de los Lugares de Importancia Comunitaria, LIC) y Aves (designación de Zonas de Especial Protección para las Aves, ZEPA). Asimismo, INDEMARES incluye entre sus objetivos establecer la base para los futuros planes de gestión de los espacios Red Natura 2000 marinos. De esta forma, el proyecto realiza una aportación fundamental a la conservación de los mares españoles, contribuyendo al mismo tiempo al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la Unión Europea a los Estados Miembros en materia ambiental.

El trabajo de INDEMARES se concentra en 10 áreas objetivo, pre-seleccionadas por sus valores en cuanto a hábitats y especies marinas. Sin embargo, el ámbito de estudio va más allá de estos espacios en el caso de las aves, ya que como modelo para la designación de las ZEPA marinas se ha partido del inventario de Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (IBA) marinas elaborado por SEO/BirdLife en el marco del proyecto *Áreas importantes para las aves (IBA) marinas en España* (LIFE04 NAT/ES/000049; 2004-2009; Arcos *et al.* 2009). Este proyecto proporcionó una visión de conjunto que permitió identificar las áreas prioritarias para la conservación de las aves en aguas españolas. En total son 42 espacios que abarcan casi 43.000 km<sup>2</sup>, más otros 4 espacios (c. 15.000 km<sup>2</sup>) que *a priori* son de gran valor pero que quedaron como IBA potenciales por considerarse insuficiente la información recogida en ellos. Una vez identificadas estas áreas, el trabajo sobre aves debe dirigirse a:

1. Estudios de seguimiento a gran escala que permitan ratificar el inventario de IBA marinas, mediante: (a) confirmación (o no) de los valores orníticos de aquellas zonas *a priori* importantes, que quedaron como IBA marinas potenciales por considerarse insuficiente la información disponible; (b) comprobación de la estabilidad del inventario de IBA marinas a largo plazo, y (c) evaluación de posibles cambios en los patrones de distribución de las aves a lo largo del tiempo (Acciones A.4.1, A.4.2 y A.4.3).
2. Estudios de detalle en las áreas prioritarias (IBA marinas), que proporcionen información de calidad sobre los patrones de distribución de las aves marinas a pequeña y mediana escala, sus ritmos de actividad y los usos que hacen del medio (interacciones con otros organismos y con actividades humanas, amenazas), y que en última instancia permitan desarrollar las medidas de

gestión adecuadas para mantener (o mejorar) su buen estado de conservación (Acciones A.4.2, A.4.3 y A.13).

3. Acciones directamente dirigidas a evaluar el impacto de las actividades humanas sobre las aves y su hábitat, así como a plantear posibles medidas de gestión que minimicen dicho impacto (A.13).

El trabajo de SEO/BirdLife en INDEMARES se ha ajustado a estas tres prioridades. En concreto, las acciones desarrolladas sobre el terreno son:

- **Acciones A.4.1 y A.4.2.** Censos desde embarcación, aprovechando campañas oceanográficas u organizando campañas específicas. La acción A.4.1. tiene por objetivo mantener el seguimiento a gran escala, mientras que la A.4.2 se centra a estudiar con mayor detalle las distintas “áreas INDEMARES”
- **Acción A.4.3.** Seguimiento remoto de aves, usando distintos dispositivos. En este caso se aporta información a pequeña, mediana o gran escala, según la especie, tipo de dispositivo y periodo de marcaje.
- **Acción A.13.** Evaluación de la interacción con actividades humanas y posibles impactos. A esta acción contribuye parte de la información recogida en las acciones anteriores, así como acciones específicas como la realización de encuestas a pescadores, embarques en pesqueros y talleres participativos.

El objetivo final de este trabajo es el de complementar y afianzar la base establecida ya por el inventario de IBA marinas para designar la red de Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) marinas en España, que en cumplimiento de la Directiva Aves contribuye a la red Natura 2000. Dicha red debe ser coherente, cubriendo las áreas más importantes para las aves marinas en España, y requiere de la información de detalle obtenida durante el proyecto INDEMARES para la adecuada gestión de sus valores.

En relación a las acciones de seguimiento remoto (A.4.3), a pesar del avance en el conocimiento de los movimientos de las aves gracias a tecnologías recientes como los registradores GPS o aparatos de seguimiento remoto (GPS-PTT), el tamaño y la duración de éstos se convierten en factores limitantes clave, dado que sólo pueden utilizarse con especies de cierto tamaño y durante períodos cortos de tiempo (desde varios días a pocos meses) (Bécares *et al.*, 2011). Ante estas limitaciones, los geolocalizadores por niveles de luz (*Global Location Sensing Units, GLS*) se presentan actualmente como los instrumentos de seguimiento más adecuados para obtener información sobre los movimientos migratorios de las aves marinas durante todo el año. Los GLS poseen una célula fotoeléctrica que registra y acumula la información de los niveles de luz durante todo su tiempo de funcionamiento, de forma que gracias a la información recogida se pueden conocer los movimientos que realizó el ave, ya que cada localización tiene una combinación única de hora de alba y ocaso (longitud) así como de duración del día (latitud) (Ekstrom, 2004).

Por primera vez dentro del proyecto INDEMARES, en 2011 se marcaron aves con geolocalizadores por niveles de luz (*Global Location Sensing Units, GLS*), fabricados por el Instituto de investigación *British Antarctic Survey* (UK). Estos aparatos, más ligeros y de mayor duración que los PTT y GPS, permiten estudiar los patrones de distribución y los ritmos de actividad a una mayor escala, lo cual puede contribuir a entender las amenazas potenciales que la especie afronta en sus zonas de

alimentación y a proponer medidas de gestión adecuadas. El presente informe aglutina la información referente a las campañas de colocación y recuperación de geolocalizadores por niveles de luz (*Global Location Sensing Units, GLS*) realizadas en 2012, en el contexto de INDEMARES. Esta acción se enmarca dentro del acuerdo de colaboración que SEO/BirdLife mantiene con el equipo del profesor Jacob González-Solís, perteneciente al *Institut de Recerca de la Biodiversitat (IRBIO)* y al Departamento de Biología Animal de la Universitat de Barcelona, con una amplia experiencia en el empleo de estos dispositivos de seguimiento, y con intereses compartidos en avanzar en el conocimiento de la ecología y conservación de las aves marinas.

El principal objetivo de las campañas de marcaje con geolocalizadores es ampliar la información conocida sobre los patrones de movimiento y actividad de las aves marinas tanto durante toda la estación reproductora como fuera de ésta (invernada, zonas de concentración en paso, comportamiento y áreas de concentración pre y post-nupciales), contribuyendo así a los objetivos generales del proyecto INDEMARES.

## ***MATERIAL Y MÉTODOS***

---

### **Especies objetivo y áreas de estudio**

En 2012 se realizó el trabajo necesario para recuperar el mayor número posible de aparatos colocados en 2011 en petrel de Bulwer *Bulweria bulwerii*, pardela cenicienta (incluyendo las dos subespecies *C. diomedea borealis* y *C. d. diomedea*) y en charrán común (*Sterna hirundo*), especies en la que se colocaron geolocalizadores en 2011. Paralelamente se colocaron nuevos geolocalizadores en petrel de Bulwer y pardela cenicienta.

Los trabajos de campo se llevaron a cabo en cinco localidades diferentes: Veneguera (Gran Canaria), Islote de Montaña Clara (Norte de Lanzarote), Pantaleu (Mallorca), Congreso (islas Chafarinas) y Delta del Ebro (Tarragona). A continuación se describen brevemente cada una de las localidades donde se han llevado los marcajes durante 2011 y los trabajos de recuperación de los aparatos en 2012.

#### **Veneguera (Gran Canaria)**

Las campañas de colocación y recuperación se desarrollaron en la desembocadura del Barranco de Veneguera, Mogán (Gran Canaria), en la costa suroccidental de la isla de Gran Canaria. Las aguas que rodean la colonia de cría de pardela cenicienta localizada en la zona pertenecen a la IBA ES395 *Costa y aguas de Mogán*, declarada por su importancia para esta especie (aproximadamente 1.000 parejas) y para el petrel de Bulwer (Arcos, 2009).

#### **Montaña Clara (Lanzarote)**

Se trata de un islote de apenas 3 km<sup>2</sup> de superficie, perteneciente al pequeño Archipiélago Chinijo, englobado en la IBA ES327 *Los islotes de Lanzarote*, por su excepcional importancia para diversas especies de aves marinas. Entre ellas, la

pardela cenicienta es la más numerosa, con más de 10.000 parejas reproductoras estimadas en el conjunto de la IBA (Arcos, 2009), de las que unas 1.000 lo hacen en el islote de Montaña Clara (Rodríguez *et al.*, 2003).



**Figura 1.** Especies de aves marinas estudiadas (siguiendo las aguas del reloj): petrel de Bulwer *Bulweria bulwerii*, pardela cenicienta *Calonectris diomedea*, y charrán común *Sterna hirundo*. Fotos: B. Rodríguez.

### Congreso (Islas Chafarinas)

Estas islas se sitúan frente a Cabo de Agua (Marruecos), y constituyen un punto clave para la reproducción de la pardela cenicienta y la gaviota de Audouin en el Mediterráneo Español (Arcos *et al.*, 2009). Este espacio está catalogado como Refugio Nacional de Caza y como ZEPA. La población de pardela cenicienta destaca por albergar en simpatría parejas reproductoras tanto de la subespecie atlántica como de la mediterránea (Arcos *et al.*, 2009).

### Delta del Ebro (Tarragona)

Situado en la desembocadura del río Ebro, en Tarragona, conforma un espacio natural de singular importancia para multitud de especies de aves, estando sus aguas costeras incluidas en la IBA ES409 *Plataforma marina del Delta del Ebro-*



*Columbretes*, además de estar protegida en su parte terrestre bajo la figura de Parc Natural.

### **Pantaleu (Mallorca)**

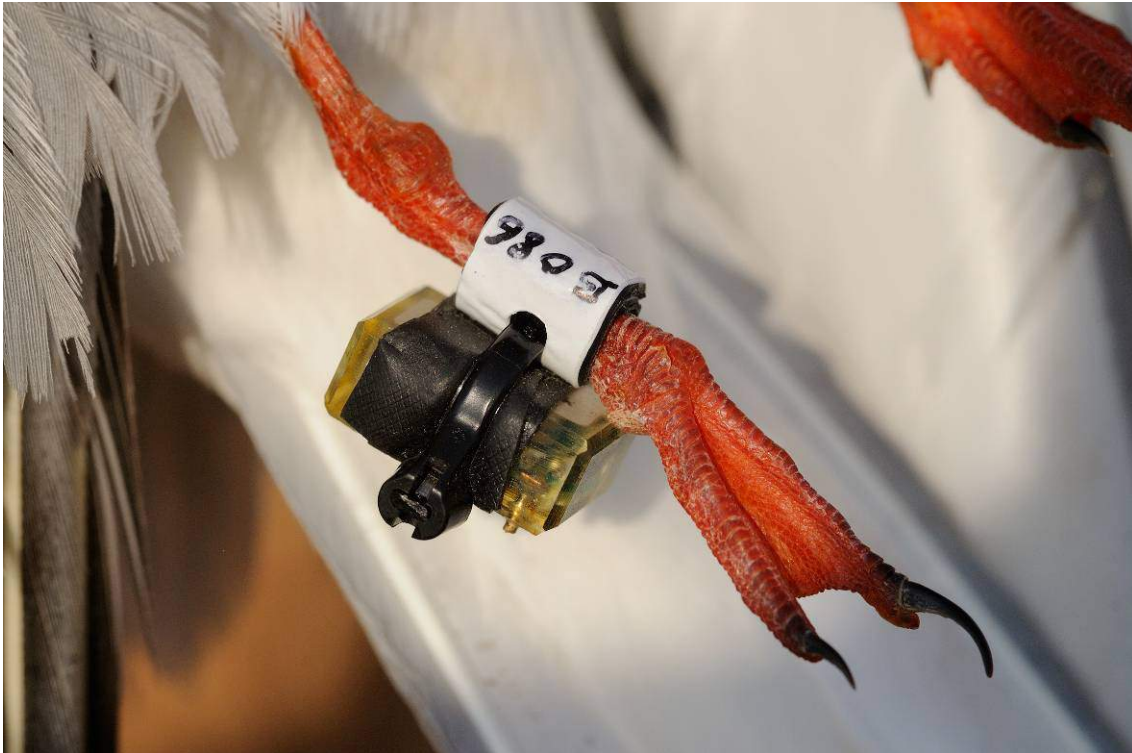
Este pequeño islote se sitúa junto a la Isla de Mallorca, en su extremo oeste, y está incluido en la IBA ES416 *Aguas del poniente de Mallorca* (Arcos *et al.*, 2009), y en el *Parc Natural de Sa Dragonera*. Con una costa muy recortada y dominada por acantilados de poca altura, alberga una importante colonia de cría de pardela cenicienta (unas 200 parejas).

### **Consideraciones previas sobre los geolocalizadores**

Los geolocalizadores por niveles de luz son data-loggers capaces de registrar su posición geográfica gracias a la luz solar. De pequeño tamaño (ver Fig. 2), estos dispositivos constan de cinco elementos principales: (1) un recubrimiento de resina epoxídica translúcida, que protege al resto de elementos, (2) una batería de larga duración, (3) una memoria interna que almacena la información, (4) un reloj interno, (5) una célula fotosensible que mide la intensidad de luz que recibe, y (6) dos pins metálicos que funcionan a modo de cátodo y ánodo, y que permiten la conexión del geolocalizador con un ordenador. Los modelos más ligeros tienen una batería de menor duración y sólo registran la luz ambiental, mientras que los más complejos son capaces de medir y registrar paralelamente otros datos complementarios como la temperatura del agua ([http://www.birdtracker.co.uk/geolocators\\_2.html](http://www.birdtracker.co.uk/geolocators_2.html)).

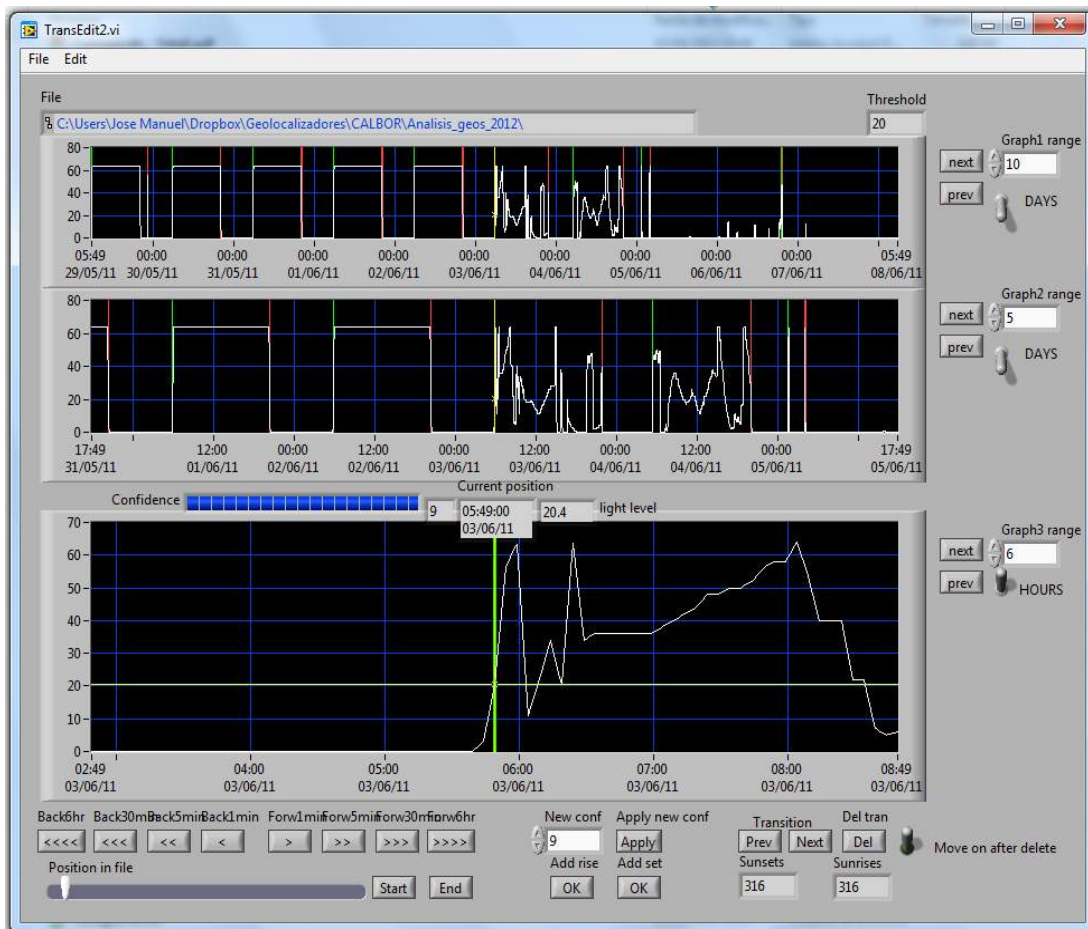
Los niveles de luz registrados permiten, previa calibración del aparato antes de su colocación en el ave, determinar la posición geográfica del animal para cada día de seguimiento, ya que cada localización tiene una combinación única de hora de alba y ocaso (que permite estimar la longitud geográfica) y de duración del día y de la noche (que permite estimar la latitud) (Ekstrom, 2004). Por otra parte, el registro de la conductividad por medio de los pins indica si el aparato está en contacto con agua salobre o no, por lo que en el caso de aves estrictamente marinas como las pardelas puede saberse la actividad del ave en cada momento (posada sobre el agua, volando, o en el interior del nido). De esta forma, la propia biología de las aves permite deducir la actividad de cada animal a través de la información recogida por los GLS.

Por tanto, su ventaja frente a otros aparatos de seguimiento como los GPS o PTT es la capacidad de registrar las posiciones geográficas de las aves instrumentadas a lo largo de todo un ciclo anual, permitiendo conocer en detalle los movimientos durante todo el período de cría, las migraciones y las áreas de invernada. Además, diversos autores han demostrado que los GLS, en especial debido a su escaso peso, no provocan una alteración en el comportamiento de las aves, y por tanto son ideales para el estudio de sus movimientos a gran escala (Wilson *et al.*, 2002; Igual *et al.*, 2005; González-Solís *et al.*, 2007; Passos *et al.*, 2010).



**Figura 2.** Aspecto de un geolocalizador empleado en el seguimiento de charrán común en el Delta del Ebro en junio-julio de 2011. Foto: J. Bécares.

Sin embargo, frente a las ventajas presentadas, estos aparatos también presentan algunos inconvenientes. Por un lado, es necesario recapturar al animal al año siguiente (o varios años después), ya que los geolocalizadores sólo almacenan la información y no la envían. Por otro, la resolución de las posiciones geográficas obtenidas es relativamente baja, dado que puede llegar a ser de 186 km de error promedio (Phillips *et al.*, 2004); si bien es un error muy alto comparado con otros aparatos como los basados en tecnología GPS, los movimientos de las aves marinas - a menudo de escala oceánica-, lo prolongado de su ausencia fuera de las áreas de cría, y su alta fidelidad a los lugares de cría, hacen que sólo se puedan conocer sus movimientos a lo largo de todo el año mediante esta tecnología. Un inconveniente más añadir radica en el propio proceso de análisis de la información descargada de los geolocalizadores una vez recuperados; al contrario que los aparatos tipo GPS o PTT, cuya información puede ser descargada directamente a un Sistema de Información Geográfica, los geolocalizadores almacenan la información de tal forma que se necesita un laborioso proceso de tratamiento para obtener finalmente un archivo informático con coordenadas geográficas relativas a las posiciones del ave (ver Figura 3).



**Figura 3.** El proceso de análisis de la información recogida por los geolocalizadores requiere un laborioso tratamiento hasta obtener un mapa con las localizaciones de las aves. Una vez descargada y descomprimida la información, el patrón de intensidad de luz recogida por el aparato debe ser procesada en un software específico (ver imagen), eliminando o identificando las interferencias lumínicas, así como fechas conflictivas como los equinoccios (donde el método de geolocalización por niveles de luz no es apropiado).

### **Estrategia de marcaje y recuperación**

Los geolocalizadores se montan sobre anillas de PVC previamente perforadas, a las que se anclan con una brida resistente a la radiación UV, capaz de resistir el deterioro en el medio marino durante tiempos prolongados. Entre el aparato y la brida se coloca una película de cinta autosoldable, especialmente elástica pero resistente, que protege al propio aparato de la presión ejercida por la brida. Una vez hecho el montaje, la anilla se coloca sobre el tarso de las aves, capturadas en la colonia de cría (Fig. 2).

El método de captura empleado varió según la especie. Así, las pardelas cenicientas y los petreles de Bulwer se capturaron directamente en el nido. En el caso de los charranes comunes, se empleó una trampa con puerta colocada en los nidos (Fig. 4).



**Figura 4.** Aspecto de una caja trampa colocada en un nido de charrán común en el Delta del Ebro en junio-julio de 2011. Foto: J. Bécares.

Los modelos de GLS utilizados fueron desarrollados por el British Antarctic Survey. En el caso del petrel de Bulwer se utilizó el modelo Mk18-H, que pesa unos 1,9 gr y sus dimensiones son 17x10x6.5mm; para la pardela cenicienta se utilizó el modelo Mk-19, de 2,5 gr y 16x14x6 mm; y por último, el modelo para el charrán común fue el Mk-18-L, de 1,5 gr y 15x10x6 mm.

Durante 2012, parte de los aparatos recuperados han sido de nuevo utilizados y recolocados en otras aves. La recuperación de los aparatos consiste en la captura del ave y extracción de la anilla plástica que porta el geolocalizador con alicates especiales. Es importante recalcar que a pesar de que buena parte de los geolocalizadores utilizados en estas especies de aves marinas, por las particularidades de los modelos específicos, pueden tener una duración de la batería superior a un año, su reutilización queda sujeta a una alta probabilidad de fallo a lo largo del segundo año de colocación, por lo que la esperanza de conseguir datos en los próximos años con aparatos reutilizados es sensiblemente menor. Por otro lado, parte de los geolocalizadores recuperados han fallado y la información no ha podido ser recuperada.

## ***RESULTADOS***

### **Recuperación de geolocalizadores**

La tasa de recuperación de geolocalizadores durante 2012 ha sido variable en función de la biología de las especies y de los imprevistos logísticos asociados a cada



localidad de trabajo. En la Tabla 1 se reflejan los porcentajes de recuperación en 2012.

**Tabla 1.** Porcentaje de geolocalizadores con datos válidos, de los colocados en 2011, que se han recuperado en 2012.

Especie	Veneguera (Gran Canaria)	Montaña Clara (Lanzarote)	Congreso (Chafarinas)	Delta del Ebro (Tarragona)	Pantaleu (Mallorca)
<i>Bulweria bulwerii</i>	-	50%	-	-	-
<i>C. diomedea</i>	70%	60%	15%	-	45%
<i>Sterna hirundo</i>	-	-	-	7%	-

Las tasas de recuperación más altas se han dado en las colonias del Archipiélago Canario, tanto para el petrel de Bulwer (50%) como para la pardela cenicienta (60% en Montaña Clara y 70 % en Veneguera), debido en gran medida al mayor esfuerzo de muestreo realizado en estas colonias. En el otro extremo se encuentran las localidades del Mediterráneo. En el caso de las Islas Chafarinas, la baja tasa de recuperación (15%) fue motivada por problemas logísticos, ya que durante 2012 no se concedieron los permisos necesarios por parte del organismo militar que controla el acceso a la zona.

En el caso del charrán común en el Delta del Ebro, se obtuvo una tasa de recuperación particularmente baja. El alto grado de nomadismo de la especie (cuyos individuos fácilmente cambian de núcleo o incluso de colonia reproductora de un año para otro), así como la alta flexibilidad fenológica (pueden modificar las fechas de puesta notablemente de un año para otro, y existe asincronía entre parejas) explicarían a priori esta baja tasa. Además, se trata de una especie con la que nunca se había aplicado esta tecnología en el contexto de las poblaciones de la Península Ibérica, dificultando aún más la labor, por tratarse de una acción piloto. De hecho la tasa de recuperación fue mayor, pero algunos ejemplares volvieron con la anilla de plástico pero sin el GLS, algo que no ha ocurrido en el caso de las pardelas y petreles.

Finalmente, cabe decir que algunos de los aparatos (10 en total) no funcionaron adecuadamente, por lo que no han aportado información pese a haber sido recuperados.

A continuación se aporta más detalle, por especies.

### Charrán común

De esta especie se marcaron 26 ejemplares en varias colonias (Fangar, Riet Vell y Llagostins) del Delta del Ebro en 2011. Durante 2012 las mismas colonias de cría fueron seguidas entre finales de mayo y finales de julio en busca de ejemplares marcados. En total se recuperaron dos aparatos, ambos con datos, aunque es necesario comentar que se localizaron algunos individuos más que portaban la anilla plástica pero sin el geolocalizador, apuntando a un problema en el sistema de anclaje. A pesar de ello, el método no ha tenido efectos negativos aparentes sobre los animales, al haber retornado éstos a las colonias de cría. Sería necesario por tanto mejorar el método de anclaje antes de volver a aplicar esta tecnología con la especie. Y no debe olvidarse que, aun mejorándolo, el carácter nomádico de la especie y su



flexibilidad fenológica dificultarán la recuperación de aparatos de un año para otro, por lo que no son esperables tasas de recuperación particularmente altas.

**Tabla 2.** Geolocalizadores recuperados en charrán común (*Sterna hirundo*) en las colonias de cría del Delta del Ebro (Tarragona) en 2012.

GLS	Modelo	anilla	Colonia	Colocación	Recuperación
18B025	Mk18-L	V055125	Fangar	14/07/2011	13/06/2012
18A916	Mk18-L	V055115	Llagostins	28/06/2011	03/07/2012

### Petrel de Bulwer

La campaña de recuperación y marcaje en 2012 en Montaña Clara se extendió entre el 16 y el 30 de junio, coincidiendo con el período de incubación. Se han recuperado un total de 15 aparatos, de los 30 colocados en 2011..

**Tabla 3.** Geolocalizadores recuperados en petrel de Bulwer (*Bulweria bulwerii*) durante 2012 en Montaña Clara (Archipiélago Chinijo). Los asteriscos indican geolocalizadores que fallaron y no registraron datos.

GLS	Modelo	Anilla	Colocación	Recuperación	Días registrados
18B451	Mk18-H	3M005904	07/06/2011	18/06/2012	377
18B425	Mk18-H	3M005907	14/06/2011	21/06/2012	373
18B446	Mk18-H	3M005917	07/06/2011	23/06/2012	382
18B449	Mk18-H	3M005922	07/06/2011	23/06/2012	382
18B430	Mk18-H	3M005929	14/06/2011	29/06/2012	381
18B424	Mk18-H	3M005934	16/06/2011	20/06/2012	370
18B438	Mk18-H	3M005944	16/06/2011	18/06/2012	368
18B440	Mk18-H	3M005956	16/06/2011	18/06/2012	368
18B435	Mk18-H	3M005964	16/06/2011	21/06/2012	371
18B429	Mk18-H	3M005971	14/06/2011	18/06/2012	370
18B432	Mk18-H	3M005974	14/06/2011	18/06/2012	370
18B433	Mk18-H	3M005975	14/06/2011	20/06/2012	372
18B423	Mk18-H	3M005978	16/06/2011	20/06/2012	370
18B436	Mk18-H	3M005981	16/06/2011	18/06/2012	368
18B439	Mk18-H	3M005986	16/06/2011	21/06/2012	371
18B438	Mk18-H	3M005944	16/06/2011	18/06/2012	*

### Pardela cenicienta

De los 107 geolocalizadores colocados en 2011 en las cuatro colonias de trabajo, se han recuperado 58 aparatos (ver Tablas 4, 5, 6 y 7 a continuación), lo que representa una tasa de recuperación global del 54%.

**Tabla 4.** Geolocalizadores recuperados en pardelas cenicientas (*C.diomedea borealis*) en la colonia de Veneguera (Gran Canaria) en 2012. Los asteriscos indican geolocalizadores que fallaron y no registraron datos.

GLS	Modelo	Anilla	Colocación	Recuperación	Días registrados
23324	Mk19	6106934	28/05/11	18/04/12	326
23336	Mk19	6119913	29/06/11	20/04/12	296
23349	Mk19	6119925	16/06/11	24/04/12	313
23342	Mk19	6119926	07/06/11	17/04/12	315
23339	Mk19	6119928	05/06/11	22/04/12	322
23318	Mk19	6134531	26/05/11	15/04/12	325
23350	Mk19	6134552	16/06/11	25/04/12	314
23353	Mk19	6140497	24/07/11	18/04/12	269
23355	Mk19	6140725	25/06/11	15/04/12	295
23333	Mk19	6140729	16/07/11	16/04/12	*
23334	Mk19	6140735	26/06/11	19/04/12	298
23338	Mk19	6140746	05/06/11	11/07/12	402
23320	Mk19	6140785	21/06/11	22/04/12	306
23341	Mk19	6140802	06/06/11	20/04/12	*
23321	Mk19	6140825	16/06/11	21/04/12	310
23347	Mk19	6140854	10/07/11	22/04/12	*
23344	Mk19	6140873	06/07/11	08/07/12	368
23352	Mk19	6140880	18/06/11	17/04/12	304
23340	Mk19	6143066	05/06/11	17/04/12	317
23327	Mk19	6143068	25/07/11	22/04/12	*
23348	Mk19	6143070	19/07/11	17/04/12	273
23345	Mk19	6143076	11/06/11	14/04/12	308
23317	Mk19	6143080	26/05/11	18/04/12	*
23337	Mk19	6143082	01/07/11	16/04/12	290
23319	Mk19	6143090	17/07/11	15/04/12	273
23332	Mk19	6175707	01/06/11	17/04/12	321
23326	Mk19	6175730	28/06/11	20/04/12	297
23354	Mk19	6175790	09/07/11	22/04/12	288
23328	Mk19	6175791	23/07/11	03/07/12	346
23323	Mk19	6175792	17/06/11	20/04/12	308
23329	Mk19	6188614	29/05/11	20/04/12	327
23335	Mk19	6188615	03/06/11	25/06/12	388
23346	Mk19	6188684	28/06/11	17/04/12	294

**Tabla 5.** Geolocalizadores recuperados en pardelas cenicientas (*C.diomedea borealis*) en la colonia de Montaña Clara (Archipiélago Chinijo) en 2012. Los asteriscos indican geolocalizadores que fallaron y no registraron datos.

GLS	Modelo	Anilla	Colocación	Recuperación	Días registrados
23295	Mk19	6134585	09/06/11	24/06/12	381
23289	Mk19	6134587	09/06/11	17/06/12	*
23296	Mk19	6134600	09/06/11	20/06/12	377
23287	Mk19	6168784	09/06/11	29/06/12	386
23293	Mk19	6168785	09/06/11	20/06/12	377
23294	Mk19	6168786	08/06/11	22/06/12	380
23297	Mk19	6168791	09/06/11	24/06/12	381
23304	Mk19	6168792	13/06/11	20/06/12	373
23300	Mk19	6168793	09/06/11	17/06/12	374
23290	Mk19	6188726	09/06/11	20/06/12	377
23291	Mk19	6188727	09/06/11	17/06/12	374
23292	Mk19	6188728	09/06/11	17/06/12	*
23302	Mk19	6195218	13/06/11	17/06/12	370
23303	Mk19	6195219	13/06/11	17/06/12	370
23315	Mk19	6195221	16/06/11	17/06/12	367
23316	Mk19	6195227	16/06/11	17/06/12	367
23306	Mk19	6195231	14/06/11	17/06/12	369
23314	Mk19	6195233	16/06/11	17/06/12	367
23307	Mk19	6195236	15/06/11	17/06/12	368

**Tabla 6.** Geolocalizadores recuperados en pardelas cenicientas (*C.diomedea diomedea*) en la colonia de Pantaleu (Mallorca) en 2012. Los asteriscos indican geolocalizadores que fallaron y no registraron datos.

GLS	Modelo	Anilla	Colocación	Recuperación	Días registrados
23363	Mk19	6025871	31/05/2011	04/06/2012	370
23362	Mk19	6031470	31/05/2011	04/06/2012	370
23364	Mk19	6129133	31/05/2011	25/05/2012	360
23357	Mk19	6131318	31/05/2011	28/05/2012	*
23369	Mk19	6131521	31/05/2011	04/06/2012	370
23358	Mk19	6151939	31/05/2011	28/05/2012	363
23367	Mk19	6151941	31/05/2011	04/06/2012	*
23370	Mk19	6184577	31/05/2011	28/05/2012	363
23359	Mk19	6184591	31/05/2011	31/05/2012	366
23368	Mk19	6189054	31/05/2011	31/05/2012	366
23372	Mk19	6025827	03/06/2011	11/06/2012	374
23375	Mk19	6129128	06/06/2011	31/05/2012	360

**Tabla 7.** Geolocalizadores recuperados en pardelas cenicientas en la colonia de las Islas Chafarinas en 2012. Se indica la subespecie de pertenencia de cada individuo.

Subespecie	GLS	Modelo	Anilla	Colocación	Recuperación	Días registrados
<i>C.d.borealis</i>	23389	Mk19	6134625	19/06/2011	21/06/2012	368
<i>C.d.borealis</i>	23386	Mk19	6096794	21/06/2011	21/06/2012	366
<i>C.d.diomedea</i>	23395	Mk19	6114890	19/06/2011	21/06/2012	368

### **Colocación de geolocalizadores en 2012**

Durante 2012 se colocaron un total de 113 geolocalizadores, 55 de ellos nuevos y el resto reutilizados provenientes de las aves recuperadas. La Tabla 8 muestra el desglose de GLS recuperados con datos válidos y colocados en 2012. Los detalles de los aparatos colocados por especie y colonia figuran en las tablas subsiguientes (Tablas 9- 12).

**Tabla 8.** Recuento completo de geolocalizadores recuperados y colocados por especie en las diferentes localidades de trabajo durante 2012. No se incluyen los geolocalizadores recuperados que fallaron y no registraron datos.

<i>Bulweria bulwerii</i>				
	nº GLS nuevos colocados 2011	nº GLS recuperados 2012	nº GLS nuevos colocados 2012	nº GLS reutilizados colocados 2012
Montaña Clara (Archipiélago Chinijo)	30	15	19	13
<i>Calonectris diomedea</i>				
	nº GLS nuevos colocados 2011	nº GLS recuperados 2012	nº GLS nuevos colocados 2012	nº GLS reutilizados colocados 2012
Montaña Clara (Archipiélago Chinijo)	30	18	15	17
Veneguera (Gran Canaria)	40	28	11	19
Pantaleu (Mallorca)	20	9	10	9
Chafarinas (Melilla)	20	3	0	0

**Tabla 9.** Geolocalizadores colocados en petrel de Bulwer (*B.bulwerii*) en la colonia de Montaña Clara (Archipiélago Chinijo) en 2012.

GLS	Status GLS	Modelo	Anilla	Colocación
V395008	nuevo	Mk18-H	3M005904	18/06/2012
V395015	nuevo	Mk18-H	3M005944	18/06/2012
V395011	nuevo	Mk18-H	3M005956	18/06/2012
V395017	nuevo	Mk18-H	3M005971	18/06/2012
V395012	nuevo	Mk18-H	3M005974	18/06/2012
V395018	nuevo	Mk18-H	3M005981	18/06/2012
V395016	nuevo	Mk18-H	3M005989	18/06/2012
V395001	nuevo	Mk18-H	3M005934	20/06/2012
V395005	nuevo	Mk18-H	3M005975	20/06/2012
V395002	nuevo	Mk18-H	3M005978	20/06/2012
V395020	nuevo	Mk18-H	3M005907	21/06/2012
V395007	nuevo	Mk18-H	3M005964	21/06/2012
V395010	nuevo	Mk18-H	3M005986	21/06/2012
18B030	nuevo	Mk18-H	3M005917	23/06/2012
18B077	nuevo	Mk18-H	3M005922	23/06/2012
18B022	nuevo	Mk18-H	3M010482	25/06/2012
18B087	nuevo	Mk18-H	3M010483	25/06/2012
18B432	reutilizado	Mk18-H	3M010490	26/06/2012
18B440	reutilizado	Mk18-H	3M005915	27/06/2012
18B436	reutilizado	Mk18-H	3M010491	27/06/2012
18B429	reutilizado	Mk18-H	3M010493	27/06/2012
18B451	reutilizado	Mk18-H	3M010489	28/06/2012
18B424	reutilizado	Mk18-H	3M010494	28/06/2012
18B449	reutilizado	Mk18-H	3M005929	29/06/2012
18B425	reutilizado	Mk18-H	3M005965	29/06/2012
18B446	reutilizado	Mk18-H	3M005991	29/06/2012
18B427	reutilizado	Mk18-H	3M010492	29/06/2012
18B433	reutilizado	Mk18-H	3M010495	29/06/2012
18B435	reutilizado	Mk18-H	3M010497	29/06/2012
18B439	reutilizado	Mk18-H	3M010499	29/06/2012
13141	reutilizado	Mk13	3M010479	29/06/2012
13147	reutilizado	Mk13	3M010481	29/06/2012

**Tabla 10.** Geolocalizadores colocados en pardela cenicienta (*C.diomedea borealis*) en la colonia de Montaña Clara (Archipiélago Chinijo) en 2012.

GLS	Status GLS	Modelo	Anilla	Colocación
V396042	nuevo	Mk19	6134587	17/06/2012
V396035	nuevo	Mk19	6134595	17/06/2012
V396022	nuevo	Mk19	6168793	17/06/2012
V396038	nuevo	Mk19	6188727	17/06/2012
V396037	nuevo	Mk19	6188728	17/06/2012
V396052	nuevo	Mk19	6195218	17/06/2012
V396028	nuevo	Mk19	6195219	17/06/2012
V396010	nuevo	Mk19	6195221	17/06/2012
V396014	nuevo	Mk19	6195227	17/06/2012
V396031	nuevo	Mk19	6195231	17/06/2012
V396015	nuevo	Mk19	6195233	17/06/2012



GLS	Status GLS	Modelo	Anilla	Colocación
V396041	nuevo	Mk19	6195236	17/06/2012
V396018	nuevo	Mk19	6195238	17/06/2012
V396001	nuevo	Mk19	6134594	20/06/2012
V396009	nuevo	Mk19	6188726	20/06/2012
23311	reutilizado	Mk19	6134600	20/06/2012
23316	reutilizado	Mk19	6168785	20/06/2012
23307	reutilizado	Mk19	6168792	20/06/2012
23303	reutilizado	Mk19	6100481	22/06/2012
23291	reutilizado	Mk19	6100485	22/06/2012
23314	reutilizado	Mk19	6195232	22/06/2012
23306	reutilizado	Mk19	6134585	24/06/2012
23302	reutilizado	Mk19	6168533	24/06/2012
23300	reutilizado	Mk19	6168791	24/06/2012
23293	reutilizado	Mk19	6134609	26/06/2012
23304	reutilizado	Mk19	6165229	26/06/2012
23315	reutilizado	Mk19	6168799	26/06/2012
23297	reutilizado	Mk19	6168542	29/06/2012
23296	reutilizado	Mk19	6168543	29/06/2012
23294	reutilizado	Mk19	6168546	29/06/2012
23290	reutilizado	Mk19	6168784	29/06/2012
23295	reutilizado	Mk19	6195224	29/06/2012

**Tabla 11.** Geolocalizadores colocados en pardela cenicienta (*C.diomedea borealis*) en la colonia de Veneguera (Gran Canaria) en 2012.

GLS	Status GLS	Modelo	Anilla	Colocación
V396012	nuevo	Mk19	6143037	19/06/2012
V396048	nuevo	Mk19	6106940	20/06/2012
V396020	nuevo	Mk19	6119927	20/06/2012
V396025	nuevo	Mk19	6188680	22/06/2012
V396034	nuevo	Mk19	6175776	23/06/2012
V396057	nuevo	Mk19	6188615	25/06/2012
V396039	nuevo	Mk19	6175702	30/06/2012
V396024	nuevo	Mk19	6175791	03/07/2012
V396049	nuevo	Mk19	6140746	11/07/2012
V396040	nuevo	Mk19	6140785	11/07/2012
19948	nuevo	Mk19	6143076	14/04/2012
18B430	reutilizado	Mk18-H	6198276	16/08/2012
18B025	reutilizado	Mk18-H	6198272	17/08/2012
18A916	reutilizado	Mk18	6140754	07/09/2012
23319	reutilizado	Mk19	6119928	22/04/2012
23328	reutilizado	Mk19	6143020	11/07/2012
23332	reutilizado	Mk19	6140869	21/04/2012
23334	reutilizado	Mk19	6134552	25/04/2012
23335	reutilizado	Mk19	6140893	10/07/2012
23337	reutilizado	Mk19	6175730	20/04/2012
23340	reutilizado	Mk19	6140802	20/04/2012
23344	reutilizado	Mk19	6195168	21/07/2012
23345	reutilizado	Mk19	6188683	22/04/2012
23346	reutilizado	Mk19	6143068	22/04/2012

GLS	Status GLS	Modelo	Anilla	Colocación
23342	reutilizado	Mk19	6140868	21/04/2012
23343	reutilizado	Mk19	6134549	14/04/2012
23348	reutilizado	Mk19	6140825	21/04/2012
23352	reutilizado	Mk19	6119913	20/04/2012
23353	reutilizado	Mk19	6175769	25/04/2012
23355	reutilizado	Mk19	6119925	24/04/2012

**Tabla 12.** Geolocalizadores colocados en pardela cenicienta (*C. diomedea diomedea*) en la colonia de Pantaleu (Mallorca) en 2012.

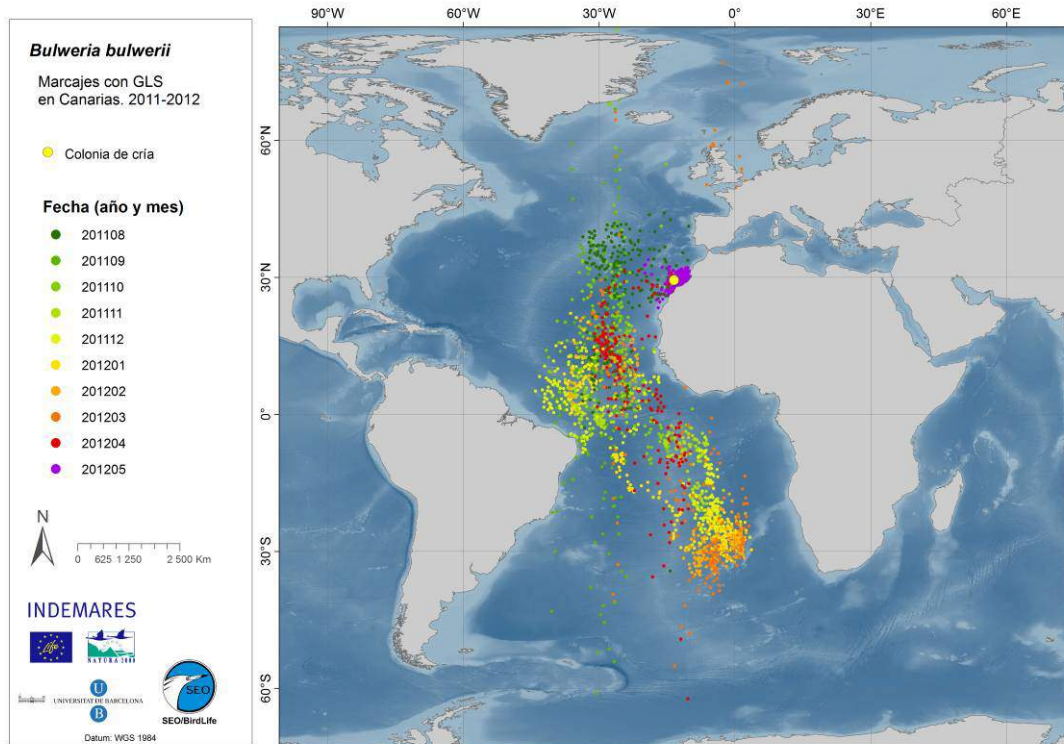
GLS	Status GLS	Modelo	Anilla	Colocación
23358	nuevo	Mk19	6111169	11/06/2012
19418	reutilizado	Mk19	6129210	25/05/2012
19172	reutilizado	Mk19	6131527	25/05/2012
23350	reutilizado	Mk19	6131572	25/05/2012
19179	reutilizado	Mk19	6131485	28/05/2012
23324	reutilizado	Mk19	6140173	28/05/2012
23318	reutilizado	Mk19	6151939	28/05/2012
19129	reutilizado	Mk19	6131081	04/06/2012
23364	reutilizado	Mk19	6131092	04/06/2012
19131	reutilizado	Mk19	6025397	07/06/2012
23359	reutilizado	Mk19	6025827	11/06/2012
23368	reutilizado	Mk13	6140168	11/06/2012
23370	reutilizado	Mk19	6195500	11/06/2012
23363	reutilizado	Mk19	6080348	15/06/2012
23369	reutilizado	Mk19	6131074	15/06/2012
23362	reutilizado	Mk19	6170586	15/06/2012
23357	reutilizado	Mk19	6025871	18/06/2012
23372	reutilizado	Mk19	6031470	23/06/2012
23375	reutilizado	Mk19	6189054	23/06/2012

### **Viajes migratorios de las aves instrumentadas en el período 2011-2012**

Como se ha comentado anteriormente, el uso de estos aparatos implica un laborioso trabajo de análisis hasta obtener datos relativos a posiciones geográficas que permitan estudiar los patrones migratorios de las aves, por lo que al momento de realizar este informe gran parte de los aparatos están pendientes de analizar. Se avanzan, a título representativo, mapas generales para las tres especies objetivo (Figs. 5-7).

En el caso del petrel de Bulwer (Fig. 5), las aves se desplazan a las aguas ecuatoriales y tropicales sobre la dorsal Atlántica, con una distribución altamente oceánica. Asimismo se observa, aunque cuesta apreciarlo a la escala en que se representa el mapa, un uso intenso de las aguas al NE de Canarias en periodo reproductor, coincidiendo con la localización del Banco de la Concepción. Esta zona cuyos valores no llegaron a confirmarse durante la identificación de las IBA marinas en España por insuficiencia de datos (Arcos *et al.* 2009) parece ser importante para el petrel de Bulwer y otras especies en base a censos realizados en campañas

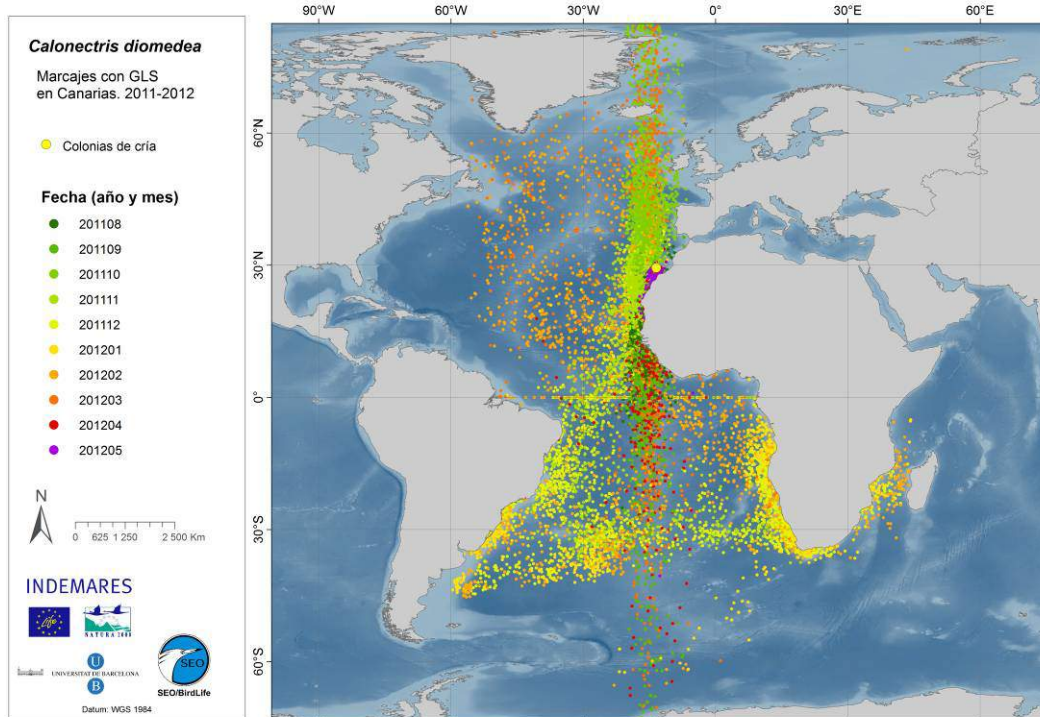
oceanográficas INDEMARES, concordando así con la presente información, a falta de un análisis más fino.



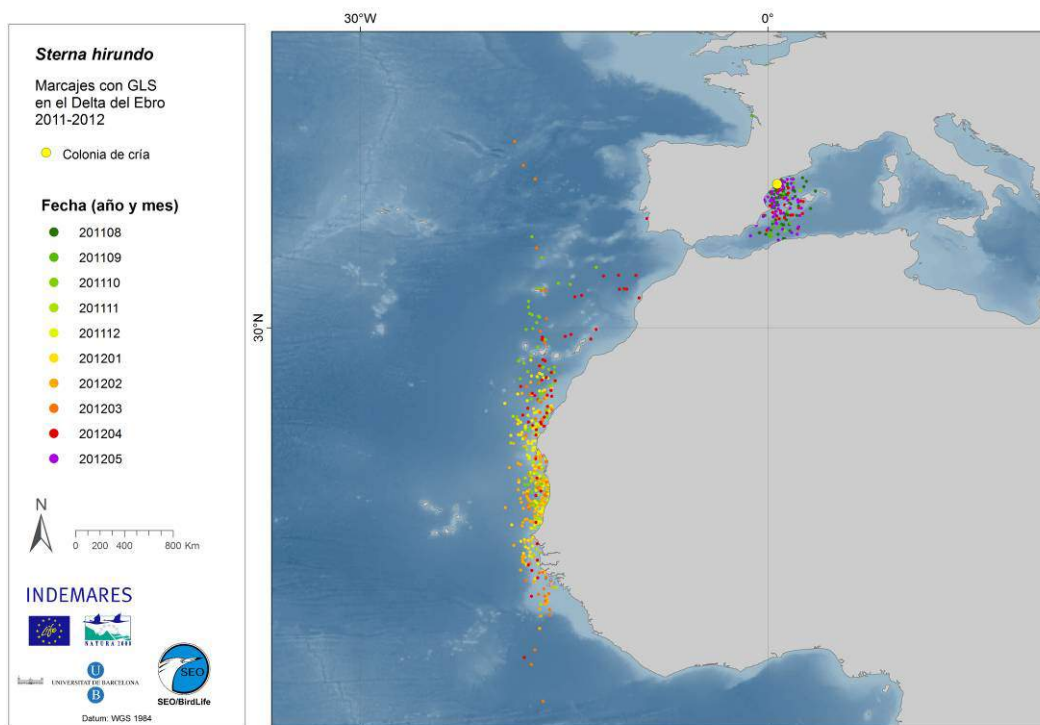
**Figura 5.** Información parcialmente filtrada (se eliminan las localizaciones sobre tierra firme) de los GLS colocados a petrel de Bulwer (*Bulweria bulwerii*) en Canarias en 2011 y recuperados en 2012. Se muestran los datos de distintos meses mediante colores diferentes, por lo que se puede apreciar la ruta seguida.

En cuanto a las pardelas cenicientas (Fig. 6), se puede apreciar la ruta seguida fuera de la época reproductora, en forma de “8”. Las aves abandonan la colonia en dirección SW hasta llegar a las costas de Sudamérica, para entonces atravesar el Atlántico y llegar a Sudáfrica. De ahí suben en dirección NE y regresan a las colonias, en ocasiones atravesando antes de nuevo el Atlántico para visitar las aguas de la corriente del Golfo (González-Solís *et al.* 2007). Aquí será necesario un filtrado más fino para poder valorar el uso de las aguas españolas (tanto en Canarias como en la Península).

Finalmente, los datos de charrán común muestran como principal zona de invernada las aguas altamente productivas del Banco Sahariano, a la vez que señalan una ruta migratoria a través del archipiélago canario, algo a tener en cuenta para la futura red de ZEPa marinas local. En cualquier caso, para esta especie sólo se obtuvieron datos de dos aves, por lo que no permite un análisis detallado y extrapolable a nivel poblacional.



**Figura 6.** Información parcialmente filtrada de los GLS colocados a pardelas cenicientas (*Calonectris diomedea*) en Canarias en 2011 y recuperados en 2012. Se muestran los datos de distintos meses mediante colores diferentes.



**Figura 7.** Información parcialmente filtrada de los GLS colocados a charranes comunes (*Sterna hirundo*) en el Delta del Ebro en 2011 y recuperados en 2012. Se muestran los datos de distintos meses mediante colores diferentes.



## ***Agradecimientos***

---

Nuestro agradecimiento a Joan Ferrer, Raúl Ramos y Zuzana Zajkova por su ayuda en el trabajo de campo en Veneguera y Montaña Clara. Nuestro agradecimiento también a Javier Zapata (Organismo Autónomo de Parques Nacionales) por su interés y apoyo en las Islas Chafarinas.

## ***REFERENCIAS***

---

- Arcos, J.M., Bécares, J., Rodríguez, B. & Ruiz, A. (2009). *Áreas Importantes para la Conservación de las Aves marinas en España*. LIFE04NAT/ES/000049-SEO/BirdLife. Madrid.
- Bécares, J., Rodríguez, B., Arcos, J.M. & Ruiz, A. (2011). Técnicas de marcaje de aves marinas para el seguimiento remoto. *Revista de Anillamiento* 25-26: 29-40.
- Ekstrom PA. (2004). An advance in geolocation by light. *Memoirs of the National Institute of Polar Research*. Special issue 58: 210-226.
- González-Solís, J., Croxall, J.P., Oro, D. & Ruiz, X. (2007). Trans-equatorial migration and mixing in the wintering areas of a pelagic seabird. *Frontiers in Ecology and Environment* 5(6): 297-301.
- Igual, J.M., Forero, M.G., Tavecchia, G., González-Solís, J., Martínez-Abraín, A., Hobson, K.A., Ruíz, X & Oro, D. (2005). Short-term effects of data-loggers on Cory's shearwater (*Calonectris diomedea*). *Marine Biology* 146: 619-624.
- Louzao, M., Bécares, J., Rodríguez, B., Hyrenbach, K.D., Ruiz, A. & Arcos, J.M. (2009). Combining vessel-based surveys and tracking data to identify key marine areas for seabirds. *Marine Ecology Progress Series* 391: 183-197.
- Passos, C., Navarro, J., Giudici, A. & González-Solís, J. (2010). Effects of extra mas on the pelagic behavior of a seabird. *Auk* 127 (1): 100-107.
- Phalan, B., Phillips, R.A., Silk, J.R.D., Afanasyev, V., Fukuda, A., Fox, J., Catry, P., Higuchi, H. & Croxall, J.P. (2007). Foraging behaviour of four albatross species by night and day. *Marine Ecology Progress Series* 340: 271-286.
- Phillips, R.A., Silk, J.R.D., Croxall, J.P., Afanasyev, V. & Briggs, D.R. (2004). Accuracy of geolocation estimates for flying birds). *Marine Ecology Progress Series* 266: 265-272.
- Wilson, R.P., Gremillet, D., Syder, J., Kierspel, M. A. M., Garthe, S., Weimerskirch, H., Schafer-Neth, C., Scolaro, J. A., Bost, C. A., Plotz, J. & Nel, D. (2002). Remote-sensing systems and seabirds: their use, abuse and potential for measuring marine environmental variables. *Marine Ecology Progress Series* 228: 241-261.