



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

A3- Proyecto SOCIPLAS

Estudio piloto de la interacción de las basuras marinas con la Pardela balear (*Puffinus mauretanicus*) para conocer el posible grado de afección

Autoría-Universidad de Alicante:

Nuria Casado Coy

Isabel Abel Abellán

Carlos Sanz

Índice

| | |
|---|----|
| 1. Información destacada..... | 3 |
| 2. Objetivos | 4 |
| 3. Antecedentes | 4 |
| 3.1 <i>La pardela balear (Puffinus mauretanicus)</i> | 4 |
| 3.1.1 <i>Biología</i> | 4 |
| 3.1.2 <i>Datos de población, amenazas y estado de conservación</i> | 5 |
| 3.2 <i>Principales amenazas de las basuras marinas sobre las aves</i> | 5 |
| 3.3 <i>Las basuras marinas</i> | 6 |
| 3.4 <i>Retirada de basuras marinas y ciencia ciudadana</i> | 7 |
| 4. Metodología y análisis..... | 7 |
| 5. Resultados | 9 |
| 6. Discusión e implicaciones en la gestión | 15 |
| 7. Referencias | 16 |
| 8. Agradecimientos..... | 18 |

1. Información destacada

- Se han correlacionado todos los datos de distribución de la pardela balear con los datos de basuras marinas obtenidos mediante ciencia ciudadana obteniendo un total de 58 puntos de muestreos.
- La demarcación Levantino-balear tiene una alta presión por basuras marinas (promedio $1,01\pm 0,05$ ítems por m^2) y específicamente en la zona de cría de la pardela balear, la densidad de basuras marinas fue de $0,30\pm 0,17$ ítems por m^2 , siendo los plásticos alrededor del 85% del total de basuras marinas.
- Las basuras marinas pueden afectar en mayor medida a la pardela balear por posible ingestión de ítems (promedio $0,60\pm 0,28$ ítems por m^2) seguido por su posible uso en la nidificación (promedio $0,22\pm 0,04$ ítems por m^2) y en menor grado por que puedan producir enmallamiento (promedio $0,05\pm 0,01$ ítems por m^2).
- Las zonas de cría de la pardela balear con mayor abundancia de basuras marinas son la zona de sierra Helada en Alicante, la zona de Cabrera y la costa sureste en Mallorca, áreas con una alta actividad humana.
- El análisis geográfico de las basuras marinas puede ayudar a predecir el grado de exposición de la pardela balear a esta contaminación. Esta información puede ayudar a gestores ambientales para adaptar las medidas y programas de seguimiento de la estrategia de las basuras marinas.

2. Objetivos

1. Análisis de la densidad de basuras marinas a partir de los datos de recogida de basuras recopilados por ciencia ciudadana.
2. Analizar y localizar la densidad de basuras en la principal zona de distribución de la pardela balear (*Puffinus mauretanicus*).
3. Localizar las zonas de cría de la pardela balear más afectadas por las basuras marinas.
4. Predecir como las posibles amenazas de las basuras marinas (por enmallo, ingestión o uso en la nidificación) pueden afectar a la pardela balear según tipología de basuras.
5. Localizar las playas de la zona de cría de la pardela balear con mayor concentración de basuras marinas que puedan afectar a la pardela balear produciendo enmallamiento, problemas por ingestión o uso en la nidificación.
6. Relacionar la actividad y uso humano de las playas más afectadas por las basuras marinas en la zona de cría de la pardela balear con el posible grado de afección sobre la pardela balear.
7. Proponer medidas de gestión para reducir la amenaza de las basuras marinas sobre la pardela balear.

3. Antecedentes

Este informe se deriva del proyecto de “Investigación y ciencia ciudadana para mejorar la gestión de la presencia de plásticos de las Áreas Marinas Protegidas (SOCIPLAS)” y se encuadra dentro del objetivo específico “Evaluar el nivel de contaminación de basuras marinas de gran tamaño en áreas marinas protegidas” y proviene a partir de los datos de la acción 1 y 3. En estas acciones se han recopilado y analizado la información de bases de datos de basuras marinas obtenidas usando la tarjeta del MITECO y aplicaciones como MARNOBA en Áreas Marinas Protegidas, y se han relacionado los datos con el área de distribución de la pardela balear (*Puffinus mauretanicus*) para conocer el grado de afección, prestando especial atención a aquellas basuras que pueden tener un mayor impacto en esta especie que se encuentra en peligro crítico de extinción según la Unión para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Además, esta especie se encuentra en la directiva de conservación de aves silvestres de la unión europea (2009/147/CE).

3.1 La pardela balear (*Puffinus mauretanicus*)

3.1.1 Biología

La pardela balear es un ave marina pelágica que tiene un tipo de vida gregario y que nidifica en cavidades y cuevas de zonas de difícil acceso para los depredadores (como acantilados costeros, islas e islotes). Los ejemplares adultos de pardela balear miden entre 30 y 38 cm de longitud, tienen una envergadura de entre 85 y 90 cm y su peso medio es de 500 g. Esta especie se alimenta en grupo, tanto de peces o cefalópodos pelágicos como de descartes pesqueros. Esta especie se distribuye en aguas del mediterráneo occidental y atlántico norte. Durante el periodo reproductor (10 meses al año) estas aves están ligadas a su colonia de cría que principalmente se sitúa en las islas baleares y en parte de las costas de la comunidad valenciana (Louzao et al. 2012). Las hembras de esta especie realizan la puesta de un solo huevo entre febrero y marzo y no abandonan el nido hasta que los polluelos no alcanzan el vuelo (junio).

3.1.2 Datos de población, amenazas y estado de conservación

La población estimada de la pardela balear es de 25.000 individuos de los cuales 7.000 parejas son reproductoras (Arroyo et al. 2016). La tendencia poblacional es negativa, con un declive anual estimado del 14% debido principalmente a la baja supervivencia adulta (81%) (Arcos et al. 2017). Por lo que esta especie se encuentra en peligro crítico tanto en el ámbito nacional (libro rojo de las aves de España 2004) como a nivel autonómico (libro rojo de los vertebrados de las baleares 2006).

Las principales amenazas vigentes son los predadores terrestres, la presión pesquera, el crecimiento urbanístico y la contaminación. Dentro de la contaminación, cada vez tienen mayor importancia las basuras marinas (descriptor cualitativo D10 del programa de medidas de las estrategias marinas). Las basuras marinas se suelen definir como cualquier material sólido persistente, fabricado o procesado que se desecha, tira o abandona en el medio marino y costero (Werner et al. 2016). El constante incremento de generación de residuos derivados de actividad humana, y su inadecuada gestión supone un incremento de la cantidad de vertidos al medio. Gran cantidad de estos vertidos llegan al mar y se acumulan en la línea de costa, lo que genera un creciente impacto ambiental.

Cada año, entre 5 y 13 millones de toneladas de plástico (del 1,5 % al 4 % de la producción mundial) acaban en los océanos (Jambeck et al. 2015). El plástico se degrada en microplásticos o forma zonas densas de basura marina que queda atrapada en los torbellinos oceánicos. En la UE, entre 150.000 y 500.000 toneladas de residuos de plástico acaban cada año en los océanos. Estudios recientes muestran una acumulación de plástico desechables en el Mediterráneo con una densidad comparable a las áreas de mayor acumulación en los océanos (European Commission 2018). Además, existen estudios que alertan que el uso excesivo de plásticos está afectando gravemente a algunas aves marinas por la ingestión de plástico como es el caso de pardela cenicienta (*Calonectris diomedea*), la pardela de Yelkouan (*Puffinus yelkouan*) y la pardela balear (*Puffinus mauretanicus*) (Derraik 2002; Codina-García et al. 2013; Miliou et al. 2016; Nam et al. 2021).

3.2 Principales amenazas de las basuras marinas sobre las aves



Figura 1. Principales amenazas de las basuras marinas sobre las aves. Fuentes: Enredo o enmallamiento: <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/bycatch-led-green-light-fishing-net-environment/>; Ingestión: <https://ornithology.com/plastic-bags-and-birds/>; Nidificación: <http://ciesm.org/marine/programs/HighlyMigratorySpecies/plastic-monitoring-in-seabirds-nests/>.

El enredo o enmallamiento por las artes de pesca o con los residuos desechados en el medio es el efecto más conocido de las basuras marinas sobre la avifauna marina (figura 1). Como consecuencia, las aves pueden verse impedidas para el vuelo o su alimentación (Ryan 2018). Otro efecto de las basuras marinas sobre las aves es la utilización de restos de basura para la construcción de sus nidos, lo que aumenta el riesgo de que tanto los adultos como las crías queden enredados en ellos (Ryan et al. 2009). Los alcatraces comunes (*Morus bassanus*) utilizan para la realización de sus nidos cuerdas elaboradas con fibras sintéticas (83%), redes (15%), envases de plástico (2%) y, en menor proporción, otros plásticos (<1%) (Votier et al. 2011). Sin embargo, la proporción de plásticos, tipos y colores utilizados por las aves marinas como material de anidación cambia según las especies (Vallarino and Gonzalez-Zuarth 2015). En el caso de la pardela balear, no existen estudios que definan que tipos de plásticos y en qué cantidad utiliza esta especie para la realización de sus nidos. Por lo que más esfuerzo científico debe realizarse para conocer el posible efecto de las basuras marinas en la nidificación de la pardela balear y sus posibles consecuencias en los polluelos.

La ingestión de plásticos es el impacto más observado de las basuras marinas sobre las aves y ha sido documentada en numerosas ocasiones (figura 1). Los tamaños más ingeridos por las aves marinas son los fragmentos pequeños (<2.5 cm) y los microplásticos (Bourdages et al. 2021). Los microplásticos, diminutos fragmentos de plástico de menos de 5 mm, se acumulan en el mar, donde su pequeño tamaño facilita que la fauna marina los ingiera fácilmente; además, pueden entrar en la cadena trófica (Nelms et al. 2018).

El 40% de las especies de aves marinas del mundo (164 de 406 especies) han ingerido residuos marinos de plástico (Kühn et al. 2015). En la mayoría de las ocasiones, las aves confunden trozos de plástico con alimentos y los muerden o ingieren. En el caso de las aves marinas, un factor importante para confundir estos elementos con una presa objetivo es su color (Moser et al. 1992). Este hecho puede tener un efecto negativo en el proceso de cría. La ingestión de plásticos de las aves marinas adultas puede conllevar a una transferencia de estos contaminantes a las crías, de forma directa o indirecta al alimentarlas con peces y moluscos que contienen plásticos y microplásticos (Rojo-Nieto and Montoto Martínez 2017).

3.3 *Las basuras marinas*

Se estima que el 80% del total de las principales fuentes de entrada de basuras al medio marino son de procedencia terrestre (Araújo and Costa 2007). Además, existen puntos calientes en zonas con mayor densidad poblacional o más industrializadas e, incluso, aquellas que se encuentran cercanas a plantas de tratamiento de residuos (Derraik 2002). La vía de entrada de estos residuos al mar o su deposición en el litoral se realiza a través de los ríos. Hay investigaciones que señalan que el 80% de los residuos sólidos encontrados en algunas playas provienen de cauces próximos (Araújo and Costa 2007; Rech et al. 2014). El 20% restante proviene de entradas directas a los mares y océanos de materiales de origen antrópico como el abandono o la pérdida de aparejos de pesca. Según el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, cada año se pierden en los océanos unas 640.000 toneladas de aparejos, que corresponden a un 10% de las basuras marinas (Macfadyen et al. 2009). En un estudio publicado en 2014 se confirmó la presencia de estos elementos en todos los océanos del mundo (Pacífico Norte y Sur, Atlántico Norte y Sur, Índico) así como en el Mar Mediterráneo, el Golfo de Bengala y las aguas costeras de Australia (Eriksen et al. 2014).

Cada año en la UE se vierten entre 75.000 y 300.000 toneladas de microplásticos en el medio ambiente (European Commission 2018). Una fuente importante de entrada de microplásticos al medio marino, son las aguas residuales (Li et al. 2018). Ziajahromi et al. (2017) comprobaron que incluso en aguas residuales tratadas en plantas de depuración que son vertidas al mar había entre 0,2-1,5 microplásticos por litro. Aunque esta fuente de entrada de basuras marinas es muy variable dependiendo de la gestión de aguas residuales de cada país (Kang et al. 2018), su importancia como fuente de microplásticos debe tenerse en cuenta para el control de la entrada de basuras marinas a los océanos y mares.

Las basuras marinas se encuentran entre los indicadores (Descriptor 10) del criterio para el buen estado ambiental de los programas de seguimiento de las estrategias marinas en todas las demarcaciones nacionales y forman parte del protocolo sobre la protección del Mediterráneo contra la contaminación de origen terrestre (“Protocolo COT o LBS”) de la convención de Barcelona. Dentro del programa de basuras marinas de las estrategias marinas se incluyen diversos subprogramas directamente relacionados como basuras en playas (BM.1) o las basuras flotantes (BM.2); y otros subprogramas indirectamente relacionados como las aves orilladas (AV.5), los varamientos de la fauna marina (MT.5) y la presión o impacto correspondiente a “vertidos sistemáticos y/o intencionados de sustancias (PRES.1, PRES.3, ACT.1 y ACT.5). El seguimiento de estos indicadores puede ayudar a minimizar el impacto de las basuras marinas sobre la pardela balear. Sin embargo, la tendencia negativa en los datos poblacionales de esta especie (Arcos et al. 2017) indican que pueden existir carencias en el seguimiento del descriptor 10 de las estrategias marinas.

3.4 Retirada de basuras marinas y ciencia ciudadana

Las basuras marinas no sólo tienen un impacto paisajístico que puede afectar al sector turístico, sino que su presencia influye en la calidad de las aguas, la fauna marina, la pesca, la navegación, y a funciones de los ecosistemas (Derraik 2002; Hardesty et al. 2017; Bucci et al. 2020). Por lo que se están realizando recogidas de basuras marinas para paliar estos efectos. La ciencia ciudadana implica la participación de la ciudadanía en las actividades de investigación científica donde los ciudadanos contribuyan activamente a la ciencia, en el caso de las basuras marinas, en su recogida, caracterización y toma de datos. La ciencia ciudadana está incluida en los programas de seguimiento de las estrategias marinas (ES-BM-7). A través de una tarjeta estandarizada realizada por el MITECO junto con asociaciones y ONGs, la sociedad civil se encarga de caracterizar y determinar la densidad de las basuras marinas y después enviar esa información al MITECO. Gracias al esfuerzo de las ONGs y de los miles de voluntarios en España se han recopilado datos detallados sobre el peso, número y tipología de objetos recogidos.

4. Metodología y análisis

Con el objetivo de comparar el nivel de acumulación de basuras marinas en las zonas de cría de la pardela balear con el resto del territorio español, usamos los datos de recogida de basuras marinas facilitados por la ONG Ambiente Europeo y la plataforma MARNOPA recopilados mediante el proceso de Ciencia Ciudadana (ES-BM-7) de una forma estandarizada y coordinada desde 2011 hasta 2020 en 881 playas de nuestra costa.

En este estudio comparamos, por una parte, la densidad de basuras marinas en la demarcación donde la presencia de la pardela balear es mayor, Levantino-balear, con el resto

de las demarcaciones del territorio español; y, por otra parte, la demarcación Levantino-balear con la zona de cría de la pardela balear (Islas Baleares y Comunidad Valenciana; Louzao et al. 2012 y figura 2) con el resto de la demarcación Levantino-balear con el objetivo de ver cómo de afectada está esta zona. Las comparaciones se realizaron mediante el análisis “ANOVA” (Análisis de Varianza) unidireccional con un nivel de significación de $\alpha=0,05$. Previamente se comprobó la normalidad de los datos (mediante p-p plots) y la homogeneidad de varianzas (mediante el test de Cochran’s). Para comparar si había diferencias a pares entre tratamientos se realizó el test post-hoc de Student-Newman-Keuls. Los datos mostrados en las figuras 3, 4 y 5 muestran la media \pm error estándar, y las distintas letras indican las diferencias significativas obtenidas por el análisis ANOVA y el test post-hoc entre los distintos grupos.

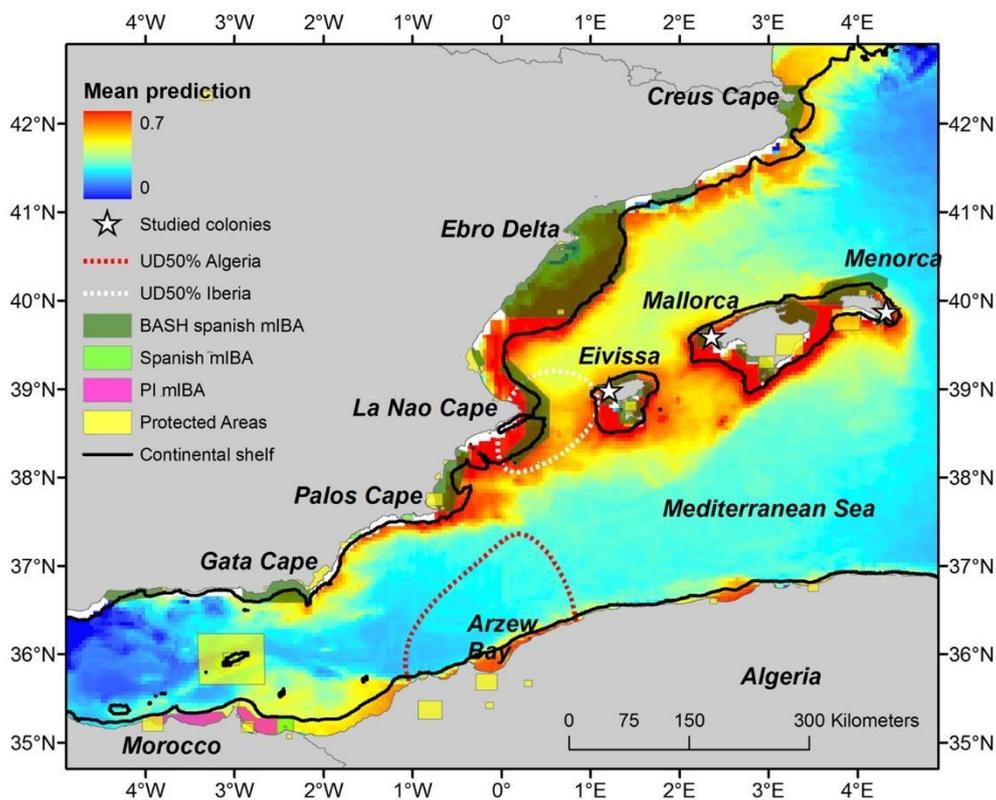


Figura 2. Modelo de distribución de la predicción media de la pardela balear en junio de 2011 (Louzao et al. 2012).

Además, estudiamos la densidad de las basuras que puedan afectar a la pardela balear por enredo o enmallamiento, en la formación de nidos o nidificación y por su ingestión. Dentro de las basuras que puedan producir enmallamiento seleccionamos los ítems relacionados con la pesca, como sedales, cabos y redes (Ryan 2018). Los ítems seleccionados que podían afectar a la en la nidificación son: los ítems pequeños y en forma de fibra como los sedales, los flejes y los bastoncillos de los oídos (Thompson et al. 2020). Los ítems seleccionados que podían afectar a la pardela balear por su ingestión son: los ítems de pequeño tamaño como los tapones, pajitas, envoltorios, etc. (Cartraud et al. 2019). Con estos datos, se identificaron las zonas de mayor acumulación de basuras marinas que principalmente pueden afectar a la pardela balear.

Para localizar las zonas donde las basuras marinas pueden tener efecto sobre la pardela balear hemos utilizado el software libre “Ocean Data View” (ODV) (Schlitzer 2015) para la

exploración interactiva, el análisis y la visualización de los datos de basuras marinas georeferenciadas en la zona de cría de la pardela balear (figura 5). Para obtener un mapa de gradientes de densidad de basuras marinas se ha georreferenciado la densidad de ítems por m² de cada muestreo y se ha realizado una interpolación estadística espacial (“kriging”) por promedio ponderado (figura 6). Además, se han representado las densidades de ítems por m² que pueden afectar a la pardela balear por enmallamiento, en la nidificación, y por ingestión (figura 6). Además, se ha calculó el índice de actividad humana donde se relacionaron distintas variables obtenidas a través del MITECO sobre los servicios y características de estas playas para obtener un valor cuantitativo sobre la actividad humana ejercida en ellas. Las variables han sido: 1) presencia de paseo marítimo, 2) presencia de indicaciones para llegar, 3) autobús disponible, 4) aparcamiento de coches, 5) Lavapiés, 6) papeleras, 7) servicio de limpieza, 8) alquiler de sombrillas, 9) hamacas, o 10) patinetes, 11) presencia de oficina de turismo cercana, 12) restaurantes o bares, 13) zona de juego para niños, 14) zona de deporte, 15) clubs de vela, 16) buceo, 17) submarinismo y 18) zona designada para la práctica del surf. A partir de estas variables se calculó el “índice de actividad humana”, donde la presencia de un servicio = 1, mientras que su ausencia = 0. El índice de actividad humana se calculó como el porcentaje de los 18 servicios medidos que estaban presentes en una playa. Hay que destacar que tanto la presencia de papeleras como de servicio de limpieza se codificó al revés (0 = presencia), ya que estos servicios están relacionados con una menor presencia de basura en la playa.

5. Resultados

La densidad de la pardela balear es mayor en la demarcación Levantino-balear, y esta tiene un promedio de ítems recogidos por playa muestreada de $1,01 \pm 0,05$ ítems por m², siendo una de las demarcaciones más afectadas por las basuras marinas junto con la demarcación Noratlántica y Canaria (figura 3).

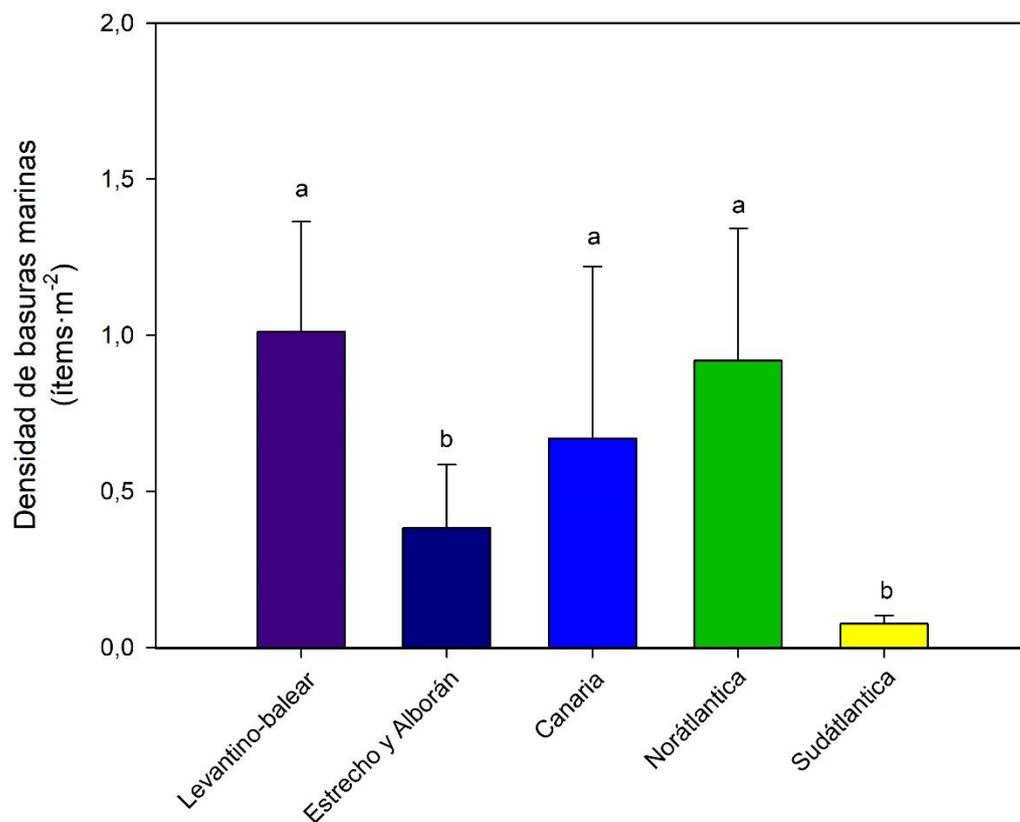


Figura 3. Densidad de basuras marinas (ítems · m⁻²) muestreado por demarcación marina (media ± error estándar; demarcación Levantino-balear, n=168; demarcación Estrecho y Alborán, n= 14; demarcación Canaria, n= 22; demarcación Norátlantica, n= 20; demarcación Sudátlantica, n= 5). Las distintas letras indican las diferencias significativas obtenidas por el análisis ANOVA y el test post-hoc entre los distintos grupos (nivel de significación $\alpha=0,05$).

El número de ítems y la densidad de cada tipo son muy similares en la zona de cría de la pardela balear con respecto a la demarcación Levantino-balear (figura 4). Los ítems significativamente más abundantes en la zona de cría de la pardela balear son los plásticos ($0,36 \pm 0,51$ ítems · m⁻²), seguido por el vidrio ($0,03 \pm 0,01$ ítems · m⁻²), y los ítems de papel ($0,02 \pm 0,005$ ítems · m⁻²).

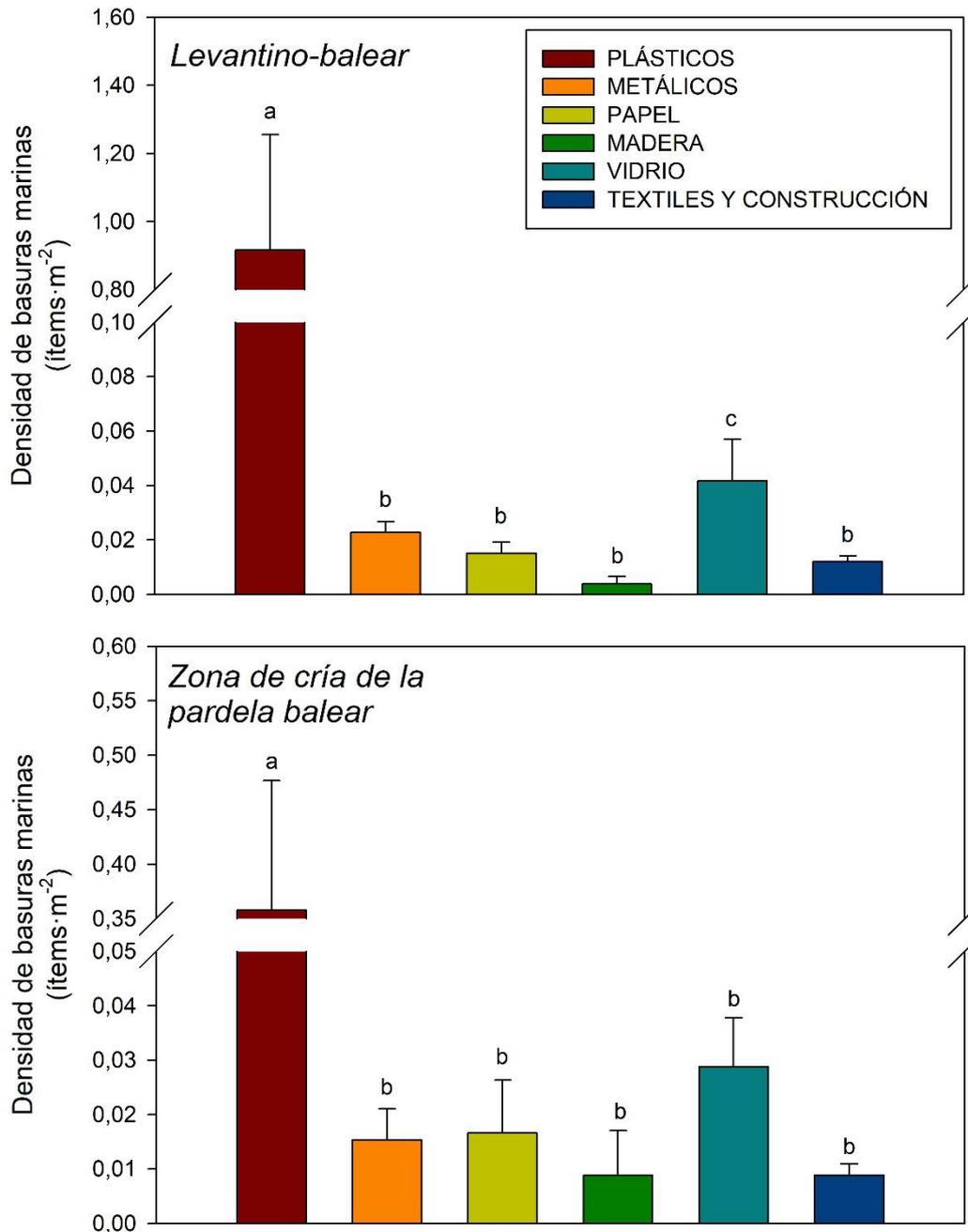


Figura 4. Densidad de basuras marinas (ítems · m⁻²; media ± error estándar) en la demarcación levantino-balear (n=168) y en la zona de cría de la pardela balear (n=57). Las distintas letras indican las diferencias significativas obtenidas por el análisis ANOVA y el test post-hoc entre los distintos grupos (nivel de significación $\alpha=0,05$). Los resultados se muestran como media ± error estándar.

Las basuras marinas pueden afectar de forma diferente a la pardela balear. En este informe nos hemos centrado en las basuras marinas que pueden producir enmallamiento de los individuos, las que pueden afectar en la nidificación y los ítems que puedan ingerir y por lo tanto afectar a la pardela balear por ingestión. Las basuras marinas encontradas en la demarcación Levantino-balear que pueden afectar a la pardela balear, pueden hacerlo en mayor medida por su posible ingestión ($0,60 \pm 0,28$ ítems · m⁻²), seguido por nidificación ($0,22 \pm 0,04$ ítems · m⁻²) y en menor medida por enmallamiento ($0,05 \pm 0,01$ ítems · m⁻²) siendo significativamente diferentes entre todos los grupos (figura 5). Sin embargo, en la zona de cría

de la pardela balear, el número de ítems por m^2 que puede afectar a la pardela balear por ingestión de ítems es significativamente menor ($0,3 \text{ ítems} \cdot m^{-2}$) comparado con la demarcación Levantino-balear. Sin embargo, no se observan diferencias significativas con respecto al efecto de las basuras marinas por enmallamiento o nidificación con respecto a las encontradas en la demarcación Levantino-balear (figura 5).

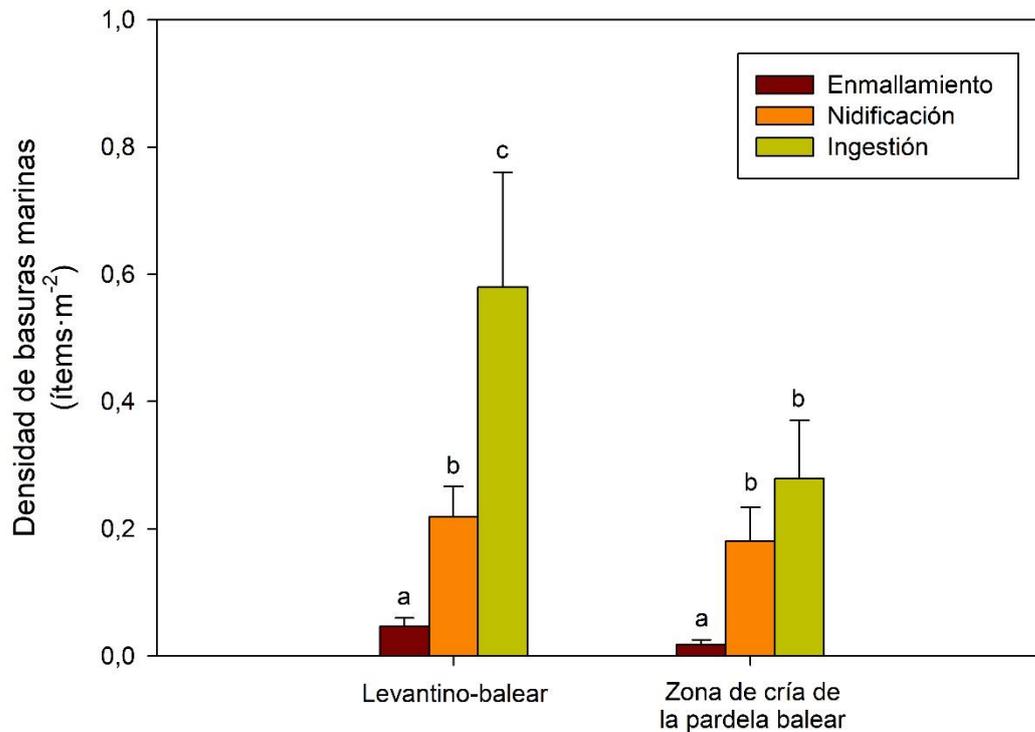


Figura 5. Densidad de basuras marinas (ítems · m^{-2} ; media \pm error estándar) que puedan afectar a la pardela balear por enmallamiento (cabos, cuerdas, redes, nasas, sedales, boyas, flotadores, marañas y otros objetos relacionados con la pesca y la acuicultura); en la nidificación (colillas, mecheros, cabos, cuerdas, redes, sedales, marañas, bastoncillos, pajitas, cubiertos, pequeños envoltorios); o por ingestión (tapones, tapas, pajitas, cubiertos, bolsas, envases de alimentos pequeños, envoltorios, colillas, envases de medicamentos, bastoncillo, preservativos, cintas portalatas, flejes) en la demarcación Levantino-balear ($n=168$) y en la zona de cría de la pardela balear ($n=57$). Las distintas letras indican las diferencias significativas obtenidas por el análisis ANOVA y el test post-hoc entre los distintos grupos (nivel de significación $\alpha=0,05$).

En los mapas de interpolación de densidad de basuras marinas en las zonas de cría de la pardela balear (figura 6) podemos observar que las zonas más afectadas por las basuras marinas (ítems totales · m^{-2}) son la zona de sierra Helada en Alicante, la zona noroeste de Ibiza y la zona de Cabrera y la costa sureste en Mallorca. Las zonas con una densidad de ítems mayor que puedan afectar a la pardela balear por enmallamiento son parcialmente diferentes, siendo las zonas más afectadas Torrevieja y Cabrera en la isla de Mallorca (ítems enmallamiento · m^{-2} ; figura 6). Las zonas con una densidad de ítems mayor que puedan afectar a la pardela balear coinciden con las zonas más afectas por las basuras marinas en la nidificación y por ingestión (ítems totales · m^{-2} ; ítems nidificación · m^{-2} ; ítems ingestión · m^{-2} ; figura 6).

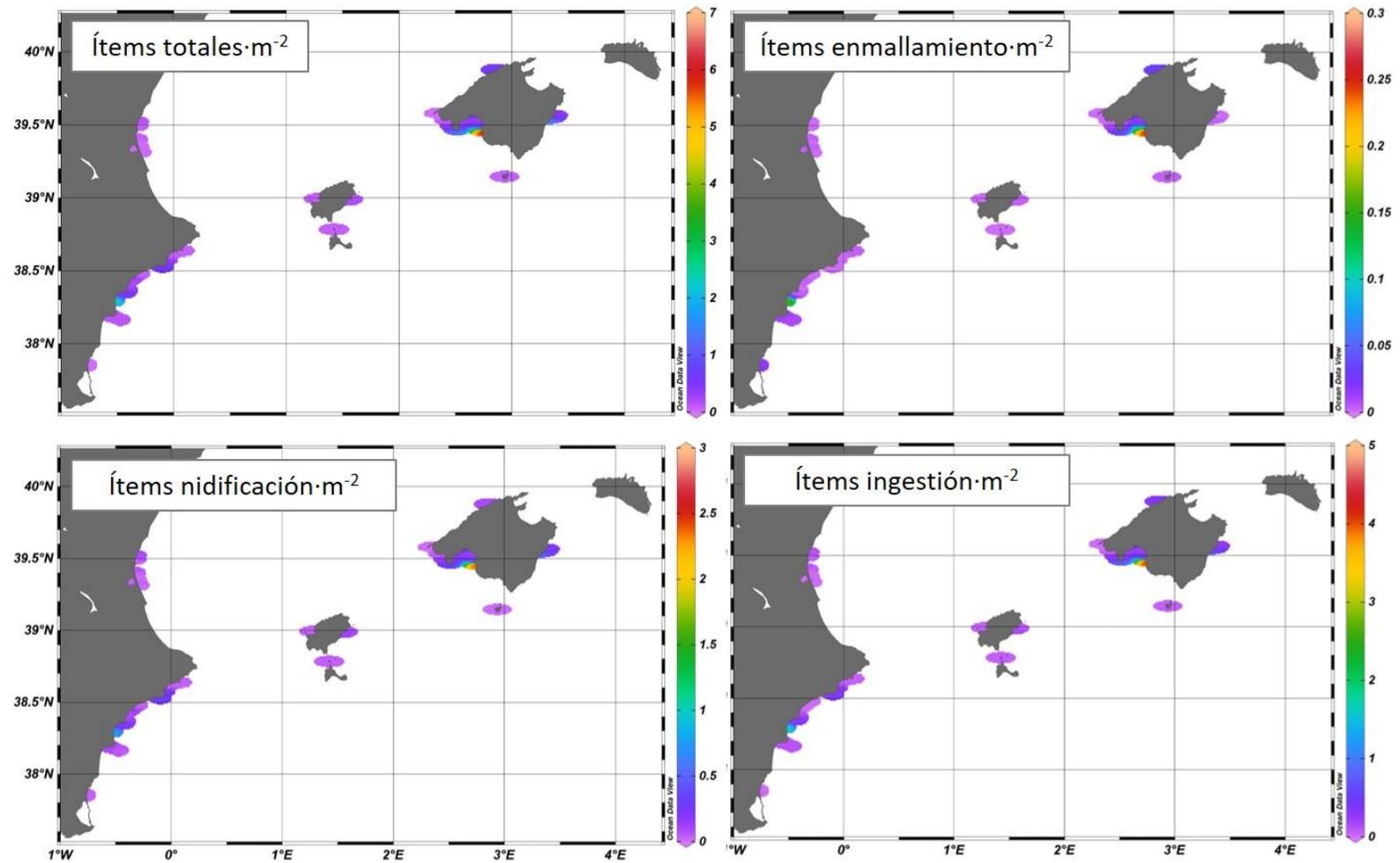


Figura 6. Mapa de interpolación de densidad de basuras marinas en las zonas de cría de la pardela balear y la densidad por colores del total de ítems por m², de los ítems por m² que pueden afectar a la pardela balear por enmallamiento, en la nidificación y por ingestión.

Los resultados obtenidos nos indican que las playas en la zona de cría de la pardela balear con mayor densidad de basuras son: Cala Vella, Playa de Agua Amarga, Playa de Portocristo (tabla 1). Mediante el índice de actividad humana se han relacionado distintas variables obtenidas a través del MITECO sobre los servicios y características de estas playas para obtener un valor cuantitativo sobre la actividad humana ejercida en ellas. Los resultados obtenidos indican que en las playas de la zona de cría de la pardela balear con mayor densidad de basuras marinas tienen una alta actividad humana (tabla 1) que puede afectar a la pardela balear principalmente por ingestión de plásticos.

Tabla 1. Playas de la zona de cría de la pardela balear con mayor cantidad de basuras marinas. Densidad de basuras marinas totales, las que pueden afectar por enmallamiento a la pardela balear; en la nidificación y en la ingestión (ítems·m⁻²); e índice de actividad humana. Éste índice se ha calculado a partir de las variables 1) presencia de paseo marítimo, 2) presencia de indicaciones para llegar, 3) autobús disponible, 4) aparcamiento de coches, 5) Lavapiés, 6) papeleras, 7) servicio de limpieza, 8) alquiler de sombrillas, 9) hamacas, o 10) patinetes, 11) presencia de oficina de turismo cercana, 12) restaurantes o bares, 13) zona de juego para niños, 14) zona de deporte, 15) clubs de vela, 16) buceo, 17) submarinismo y 18) zona designada para la práctica del surf: obtenidas a partir de la información obtenida por el MITECO. A partir de estas variables se calculó un “índice de actividad humana”, donde la presencia de un servicio =1, mientras que su ausencia = 0, por lo tanto, este índice indica el porcentaje de los 18 servicios medidos que estaban presentes en una playa.

| Playa | Municipio | Provincia | Total (ítems·m ⁻²) | Enmallamiento (ítems·m ⁻²) | Nidificación (ítems·m ⁻²) | Ingestión (ítems·m ⁻²) | Índice de actividad humana |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------------------------------|---|--|---------------------------------------|----------------------------|
| <i>Cala Vella</i> | Llucmajor | Mallorca | 6,91 | 0,28 | 2,85 | 4,86 | 5,88 |
| <i>Playa Agua Amarga</i> | Alicante | Alicante | 2,5 | 0,17 | 0,85 | 1,82 | 5,88 |
| <i>Playa de Portocristo</i> | Manacor | Mallorca | 2,18 | 0,007 | 0,7 | 1 | 50 |

6. Discusión e implicaciones en la gestión

La gran densidad de basuras marinas obtenidas en este informe en la demarcación Levantino-balear coinciden con informes anteriores que dicen que el mediterráneo es uno de los mares con más basuras marinas (European Commission 2018). El tipo de basura marina más abundante en la demarcación marina Levantino-balear son los plásticos (4,5 veces de magnitud mayor). Las basuras marinas pueden tener un efecto directo en la biología de la pardela balear. Por lo tanto, dentro del plan de conservación de esta especie se debe considerar la conservación del área de distribución para evitar la contaminación por basuras marinas para garantizar la conservación de esta especie.

Los datos de densidad de basuras marinas en la zona de cría de la pardela balear indican que esta zona puede estar potencialmente afectada por la ingestión de plásticos. Por lo que debe hacerse un mayor esfuerzo para evitar que haya en su área de distribución plásticos pequeños que puedan ser ingeridos por esta especie, como plásticos de un solo uso, colillas y restos de envases de alimentación (tapones, tapas, pajitas, cubiertos, bolsas, envases de alimentos pequeños, envoltorios, colillas, envases de medicamentos, bastoncillo, preservativos, cintas portalatas, flejes).

Acciones a nivel europeo como la Plastic Strategy, donde se va a limitar la producción de plásticos de un solo uso y se va a incrementar la tasa de reciclaje son útiles, pero habría que realizar acciones específicas más locales que ayuden a reducir las basuras marinas en el área de cría de la pardela balear. Aunque la mayoría de estas medidas están incluidas en los programas de seguimiento de las basuras marinas de las estrategias marinas, se podría realizar un mayor esfuerzo en las zonas con mayor abundancia de basuras marinas en la zona de cría de la pardela balear para prevenir efectos negativos en esta especie. Estas podrían ser la intensificación de actividades de retirada y, o más educación ambiental sobre las consecuencias de estas basuras sobre la pardela balear para evitar esta contaminación como charlas informativas en playas y usuarios de zonas costeras (chiringuitos, actividades náuticas, carteles explicativos, etc) (Grelaud & Ziveri 2020; Masiá et al. 2021). Además, en las zonas con mayor densidad de basuras marinas que pueden afectar a la pardela balear (tabla 1) una gestión inminente debe de realizarse para conservar el hábitat de esta especie y así prevenir el impacto sobre la especie.

Este informe, ha puesto de manifiesto la importancia de combinar los sistemas de información geográfica (SIG) con ciencia ciudadana como herramienta para definir zonas con mayor concentración de basuras marinas y así poder focalizar las medidas correspondientes para reducir y minimizar este impacto sobre las aves marinas en especial y sobre el medio ambiente en general (McKinley et al. 2017). La metodología desarrollada en este informe puede utilizarse para analizar el posible impacto de las basuras marinas en otras especies y así obtener la información necesaria para generar medidas más adaptadas orientadas a mitigar los efectos negativos de las basuras marinas.

7. Referencias

- Araújo, M. C., & Costa, M. (2007). An analysis of the riverine contribution to the solid wastes contamination of an isolated beach at the Brazilian Northeast. *Management of Environmental Quality: An International Journal*.
- Arcos, J. M., López, I., Alonso, J., & Mayol, J. (2017, September). Study, monitoring, and conservation of the Balearic shearwater in Spain: An update. In *Fourth Meeting of the Population and Conservation Status Working Group, Agreement on the Conservation of Albatrosses and Petrels (Wellington, New Zealand, 7–8 September 2017)*.
- Arroyo, G. M., Mateos-Rodriguez, M., Munoz, A. R., De la Cruz, A., Cuenca, D., & Onrubia, A. (2016). New population estimates of a critically endangered species, the Balearic Shearwater *Puffinus mauretanicus*, based on coastal migration counts. *Bird Conservation International*, 26(1), 87-99.
- Bourdages, M. P., Provencher, J. F., Baak, J. E., Mallory, M. L., & Vermaire, J. C. (2021). Breeding seabirds as vectors of microplastics from sea to land: Evidence from colonies in Arctic Canada. *Science of The Total Environment*, 764, 142808.
- Bucci, K., Tulio, M., & Rochman, C. M. (2020). What is known and unknown about the effects of plastic pollution: A meta-analysis and systematic review. *Ecological Applications*, 30(2), e02044.
- Cartraud, A. E., Le Corre, M., Turquet, J., & Tourmetz, J. (2019). Plastic ingestion in seabirds of the western Indian Ocean. *Marine pollution bulletin*, 140, 308-314.
- Codina-García, M., Militão, T., Moreno, J., & González-Solís, J. (2013). Plastic debris in Mediterranean seabirds. *Marine pollution bulletin*, 77(1-2), 220-226.
- Derraik, J. G. (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine pollution bulletin*, 44(9), 842-852.
- Eriksen, M., Lebreton, L. C., Carson, H. S., Thiel, M., Moore, C. J., Borerro, J. C., ... & Reisser, J. (2014). Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. *PLoS one*, 9(12), e111913.
- European Commission, A. (2018). A European strategy for plastics in a circular economy. *COM (2018) 28 Final*, 1-18.
- Grelaud, M., & Ziveri, P. (2020). The generation of marine litter in Mediterranean island beaches as an effect of tourism and its mitigation. *Scientific reports*, 10(1), 1-11.
- Hardesty, B. D., Lawson, T. J., van der Velde, T., Lansdell, M., & Wilcox, C. (2017). Estimating quantities and sources of marine debris at a continental scale. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(1), 18-25.
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., ... & Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768-771.
- Kang, H. J., Park, H. J., Kwon, O. K., Lee, W. S., Jeong, D. H., Ju, B. K., & Kwon, J. H. (2018). Occurrence of microplastics in municipal sewage treatment plants: a review. *Environmental health and toxicology*, 33(3).
- Kühn, S., Rebolledo, E. L. B., & van Franeker, J. A. (2015). Deleterious effects of litter on marine life. *Marine anthropogenic litter*, 75-116.

- Li, X., Chen, L., Mei, Q., Dong, B., Dai, X., Ding, G., & Zeng, E. Y. (2018). Microplastics in sewage sludge from the wastewater treatment plants in China. *Water research*, *142*, 75-85.
- 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. *PloS one*, *7*(5), e35728.
- Macfadyen, G., Huntington, T., & Cappell, R. (2009). *Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear*.
- Masiá, P., Ardura, A., Gaitán, M., Gerber, S., Rayon-Viña, F., & Garcia-Vazquez, E. (2021). Maritime ports and beach management as sources of coastal macro-, meso-, and microplastic pollution. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-10.
- McKinley, D. C., Miller-Rushing, A. J., Ballard, H. L., Bonney, R., Brown, H., Cook-Patton, S. C., ... & Soukup, M. A. (2017). Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection. *Biological Conservation*, *208*, 15-28.
- Miliou, A., Höfer, S., Maridakis, C., Almeida, M., Cox, R., Interior, B., & Edward, P. (2016). Assessment of microplastic fibre contamination in the Eastern Aegean Sea, with the use of Holothurians as indicator species. *Rapp. Comm. int. Mer Médit*, *41*, 232.
- Moser, M. L., & Lee, D. S. (1992). A fourteen-year survey of plastic ingestion by western North Atlantic seabirds. *Colonial Waterbirds*, 83-94.
- Nam, K. B., Kim, M., Hong, M. J., & Kwon, Y. S. (2021). Plastic debris ingestion by seabirds on the Korean Peninsula. *Marine Pollution Bulletin*, *166*, 112240.
- Nelms, S. E., Galloway, T. S., Godley, B. J., Jarvis, D. S., & Lindeque, P. K. (2018). Investigating microplastic trophic transfer in marine top predators. *Environmental pollution*, *238*, 999-1007.
- Rech, S., Macaya-Caquilpán, V., Pantoja, J. F., Rivadeneira, M. M., Madariaga, D. J., & Thiel, M. (2014). Rivers as a source of marine litter—a study from the SE Pacific. *Marine pollution bulletin*, *82*(1-2), 66-75.
- Rojo-Nieto, E., & Montoto Martínez, T. (2017). Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global.
- Ryan, P. G., Moore, C. J., Van Franeker, J. A., & Moloney, C. L. (2009). Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *364*(1526), 1999-2012.
- Ryan, P. G. (2018). Entanglement of birds in plastics and other synthetic materials. *Marine pollution bulletin*, *135*, 159-164.
- Schlitzer, R. (2015). Data analysis and visualization with Ocean Data View. *CMOS Bulletin SCMO*, *43*(1), 9-13.
- Schwarz, A. E., Lighthart, T. N., Boukris, E., & Van Harmelen, T. (2019). Sources, transport, and accumulation of different types of plastic litter in aquatic environments: a review study. *Marine pollution bulletin*, *143*, 92-100.
- Thompson, D. L., Ovenden, T. S., Pennycott, T., & Nager, R. G. (2020). The prevalence and source of plastic incorporated into nests of five seabird species on a small offshore island. *Marine pollution bulletin*, *154*, 111076.

Vallarino, A., & Gonzalez-Zuarth, C. (2015). Plastic debris and seabirds: updating an old story. *SEABIRDS AND SONGBIRDS*, 89.

Votier, S. C., Archibald, K., Morgan, G., & Morgan, L. (2011). The use of plastic debris as nesting material by a colonial seabird and associated entanglement mortality. *Marine Pollution Bulletin*, 62(1), 168-172.

Werner, S., Budziak, A., van Franeker, J., Galgani, F., Hanke, G., Maes, T., ... & Vlachogianni, T. (2016). *Harm caused by Marine Litter: MSFD GES TG Marine Litter-thematic report*. Publications Office of the European Union.

Ziajahromi, S., Neale, P. A., Rintoul, L., & Leusch, F. D. (2017). Wastewater treatment plants as a pathway for microplastics: development of a new approach to sample wastewater-based microplastics. *Water research*, 112, 93-99.

8. Agradecimientos

Este informe y los datos derivados se han podido obtener con el apoyo de la fundación biodiversidad del Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico a través del proyecto “Investigación y ciencia ciudadana para mejorar la gestión de la presencia de plásticos de las Áreas Marinas Protegidas (SOCIPLAS)”.