

PROTOCOLO PARA LA DEFINICIÓN Y ENSAYO DE MEDIDAS DE EVALUACIÓN Y MITIGACIÓN DE MORTALIDAD EN PARQUES EÓLICOS OFFSHORE



Contenido

1.	Introducción.....	1
2.	Breve síntesis de las poblaciones de aves marinas del Golfo Ártabro	2
2.1.	El corredor migratorio cántabro-galaico	2
2.2.	Poblaciones reproductores locales.....	3
2.3.	Gaviota patiamarilla.....	5
2.4.	Pardela balear	6
3.	Impacto de la energía eólica offshore en las aves marinas	6
3.1.	Ocupación del espacio	7
3.2.	Mortalidad por colisión	8
4.	Estudios previos en fase de diseño	8
4.1.	Metodologías	11
4.1.1.	Seguimiento desde tierra.....	11
4.1.2.	Censos desde embarcación	11
4.1.3.	Censos desde el aire	11
4.1.4.	Radar.....	11
4.1.5.	Cámaras de alta definición	12
4.1.6.	Cámaras térmicas.....	12
4.1.7.	Seguimiento remoto.....	12
5.	Medidas de protección y mitigación de mortalidad en fase operacional	13
5.1.	Metodologías	14
5.1.1.	Metodologías de seguimiento	14
5.1.2.	Metodologías de mitigación	14
6.	Alturas de vuelo de especies presentes en el territorio	15

1. INTRODUCCIÓN

A pesar que durante los últimos años se ha avanzado mucho en el conocimiento que se tiene sobre la distribución y abundancia de las aves marinas en aguas ibéricas, todavía existen lagunas de conocimiento importantes relativas a su distribución en el medio marino, de difícil y costoso estudio y cuantificación.

El medio marino de la plataforma continental del noroeste ibérico constituye un importante territorio para la conservación de un amplio y diverso elenco de especies de aves marinas distribuidas por el océano atlántico, debido fundamentalmente a dos aspectos: su posición geográfica y la existencia de áreas litorales aptas para la nidificación de diversas especies.

Por otra parte, el actual contexto global de transición energética tiene como punto fundamental el desarrollo de nuevos modelos de producción energética basados en energías limpias en emisiones de gases de efecto invernadero que permitan avanzar en la consecución de los objetivos de mitigación del cambio climático en las próximas décadas. En este contexto, la energía eólica adquiere un papel fundamental, siendo la desarrollada en el medio marino un campo con un amplio margen de crecimiento en el que la costa gallega constituye un territorio especialmente relevante por el potencial eólico existente

Bajo este marco y como en el resto de actividades humanas, el desarrollo de la energía eólica offshore requiere de una correcta evaluación ambiental que permita compatibilizar sus importantes ventajas con el menor impacto posible sobre el medio en el que se instala y su biodiversidad. En este aspecto, surge el importante reto de conocer convenientemente el uso que las especies más potencialmente impactadas por estas instalaciones realizan del medio marino en el que se instalarán. Existen amplias carencias en este aspecto debido a la dificultad de estudio de estos medios casi estrictamente pelágicos alejados de la costa y a su enorme variabilidad estacional o en función de diversas variables meteorológicas, ecológicas o ambientales.

En este informe se presentan de manera sintética los principales aspectos a tener en cuenta durante la evaluación previa y la fase operacional para la evaluación, seguimiento, monitoreo y mitigación del impacto de los parques eólicos offshore sobre las aves marinas.

2. BREVE SÍNTESIS DE LAS POBLACIONES DE AVES MARINAS DEL GOLFO ÁRTABRO

Se presenta a continuación una breve descripción de los principales valores ornitológicos del medio marino del golfo Ártabro y, por extensión, de la costa coruñesa, basada en el conocimiento adquirido por el proyecto Aves Ártabras.

2.1. EL CORREDOR MIGRATORIO CÁNTABRO-GALAICO

La costa norte de Galicia forma parte del denominado corredor migratorio cántabro-galaico, atravesado en las migraciones primaverales y, principalmente, en las otoñales por una cantidad estimada de 1,5 – 2 millones de aves marinas de hasta 70 especies distintas. Esta cifra se refiere al paso migratorio visible desde tierra solo en horario diurno, por lo que el paso migratorio total considerando la franja completa del paso migratorio y las 24 horas del día será sensiblemente superior. Debe tenerse en cuenta que estos datos se refieren a la punta de Estaca de Bares, hotspot y principal zona de concentración de este paso migratorio, y que en el entorno de instalación del parque eólico será sensiblemente inferior, aunque también notable.

En este aspecto y en el marco del golfo Ártabro, se presentan a continuación algunos datos del paso migratorio anual estimado por la punta das Olas en Caión (CEIDA, 2019), espacio representativo del tránsito de aves marinas por estas aguas fundamentalmente durante el periodo estival y otoñal.

- Negrón común (*Melanitta nigra*): 30.748 ind (2% de la población mundial)
- Pardela cenicienta atlántica (*Calonectris borealis*): 95.041 ind (12% de la población mundial)
- Pardela pichoneta (*Puffinus puffinus*): 17.112 ind (2% población mundial)
- Pardela balear (*Puffinus mauretanicus*): 16.225 (85% población mundial)
- Alcatraz atlántico (*Morus bassanus*): 262.269 ind (16% población mundial)
- Gaviota sombría (*Larus fuscus*): 31.803 ind (3% población mundial)
- Charrán patinegro (*Thalasseus sandvicensis*): 20.461 ind (5% población mundial)
- Págalo grande (*Stercorarius skua*): 2.024 ind (6% población mundial)

- Págalo pomarino (*Stercorarius pomarinus*): 995 ind (2,5% población mundial)

Esta síntesis de las principales especies da una idea del volumen e importancia del tránsito de aves migratorias por estas aguas, mediante el cual importantes contingentes de las poblaciones globales de diversas especies, algunas de ellas amenazadas y legalmente protegidas a nivel europeo, transitan durante breves periodos del año por áreas marinas muy concretas, fundamentalmente en el periodo comprendido entre los meses de agosto y octubre si bien este paso migratorio es también relevante durante la primavera para un menor número de especies.

2.2. POBLACIONES REPRODUCTORES LOCALES

La costa de la provincia de A Coruña alberga importantes poblaciones de aves marinas reproductoras, entre las que destacan las siguientes por su valor de conservación:

- Cormorán moñudo.

La subespecie nominal del cormorán moñudo (*Phalacrocorax aristotelis* Linnaeus, 1761), la presente en Galicia, se distribuye de manera continua a lo largo del litoral cántabro-atlántico español, desde las Rías Baixas hasta la costa guipuzcoana. La especie está además presente en las costas ibéricas mediterráneas con la subespecie *desmarestii*, con sus principales poblaciones en las islas Baleares.

A nivel global es una especie de distribución paleártica occidental y hábitos estrictamente costeros, estando presente a lo largo de gran parte de la costa atlántica europea entre la península de Kola (Rusia) y Marruecos, además del Mediterráneo.

Sus poblaciones europeas se incluyen actualmente en la categoría Preocupación Menor, a pesar de mostrar una tendencia poblacional negativa de hasta el 25% en las últimas tres generaciones (BirdLife International 2015).

En España la subespecie nominal presenta una población de 1.759 parejas (Del Moral y Oliveira, 2019) y se incluye en la categoría de En Peligro debido al descenso del 53 % en su población y a que las causas de reducción (por ejemplo, la mortalidad en artes de pesca) no han cesado (Álvarez y De Pablo, 2021). Legalmente la especie está catalogada como Vulnerable a nivel estatal y gallego.

Pese a que la comparación entre los dos últimos censos nacionales de la especie, realizados en 2007 y 2017, parecen indicar una cierta estabilidad o incluso un ligero incremento poblacional de la población cántabro-atlántica debido al aumento registrado en algunas poblaciones del norte de Galicia y en el Cantábrico oriental (Del Moral y Oliveira, 2019), en una escala temporal mayor la tendencia poblacional es claramente negativa, con descensos

poblacionales de más del 50% en territorios como el Parque Nacional Illas Atlánticas de Galicia o la costa da Morte.

Una de las pocas poblaciones que escapa a esta tendencia regresiva es la presente en el Golfo Ártabro (París et al, 2019). De hecho, es la única población gallega que aumenta en el período 2007-2017 y contribuye muy significativamente a que el balance global de la población atlántica española en ese período tienda hacia la estabilidad (Munilla y Barros, 2019).

Así, en este tramo litoral y considerando las colonias existentes entre Caión y la ría de Ares-Betanzos, la población se situó en 2022 en un total de 191 parejas reproductoras, lo que constituye en 10% de la población ibérica de esta subespecie.

- Pardela cenicienta

La pardela cenicienta atlántica (*Calonectris borealis* Cory, 1881) es una procelariforme típicamente pelágica, con múltiples adaptaciones a la vida en el medio marino. Se distribuye mayoritariamente por las aguas cálidas o templadas del océano Atlántico y el Mediterráneo, tanto sobre la plataforma continental como en aguas estrictamente oceánicas y acudiendo a tierra tan solo durante el periodo reproductor.

Las estimas más recientes refieren una población ligeramente superior al medio millón de individuos (BirdLife International, 2021), mientras que para España se estiman unas 30.000 parejas reproductoras, mayoritariamente en las islas Canarias (Carboneras y Lorenzo, 2003).

La única localidad de cría de la especie fuera del Mediterráneo y las islas Canarias eran las islas Berlengas (Portugal) hasta que en 2007 se localiza la presencia de una incipiente población reproductora en las Islas Cíes y, en años inmediatamente posteriores, en la isla Coelleira (O Vicedo) y en las islas Sisargas (Malpica de Bergantiños) en un proceso de expansión de su ámbito de distribución hacia el norte (Munilla y Velando, 2009). De esta manera, estas colonias son en la actual las más septentrionales del planeta para esta especie, alcanzando un enorme valor biogeográfico.

El carácter predominantemente pelágico de esta especie hace especialmente necesario conocer su actividad y áreas de presencia en el medio marino, motivo por el cual durante el proyecto Aves Ártabras se realizó un estudio con tecnologías de seguimiento remoto mediante la instalación de dispositivos GPS-GSM en 20 ejemplares de la especie, 10 de ellas en las islas Sisargas, para conocer las áreas empleadas para su reposo, alimentación y desplazamientos.

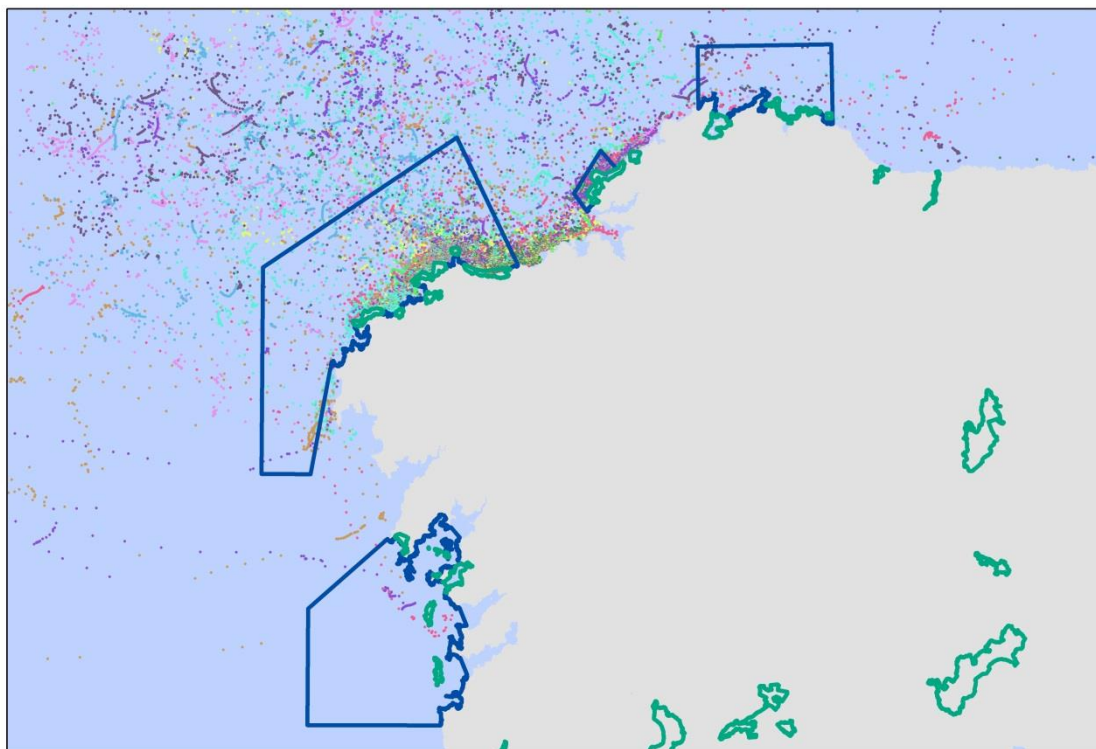


Imagen 1. Posiciones de las pardelas marcadas en las islas Sisargas.

2.3. GAVIOTA PATIAMARILLA

La gaviota patiamarilla (*Larus michahellis* J.F.Naumann, 1840) es la gaviota “grande” representativa de la fachada atlántica sur europea, Mediterráneo occidental y Macaronesia. Es el ave marina más representativa, distribuida y común del litoral gallego, tanto en los ambientes más naturales como en los urbanos, que ha colonizado en las últimas décadas.

Su categoría de amenaza a nivel global es de Preocupación Menor (BirdLife International, 2021) y no está incluida en los catálogos gallego y español de especies amenazadas ni en el listado de especies silvestres en régimen de protección especial.

No obstante, su población española ha sido recientemente incluida en la categoría de Casi Amenazada (Arcos et al., 2021) debido a su considerable declive poblacional en los últimos años.

Así, pese a su carácter generalista y gran plasticidad ecológica, El declive observado supera en algunos casos el umbral del 30 % en tres generaciones o 10 años, requisito para catalogar a la especie como “Vulnerable”, aplicándose la categoría de “Casi Amenazado” debido a que ese declive no es homogéneo territorialmente.

En este marco territorial su principal zona de cría son las islas Sisargas, con una cantidad aproximada de 2.000 parejas reproductoras, si bien ha albergado hasta 13.000 parejas en la década de 1990.

Estas poblaciones son especialmente importantes a la hora de evaluar el uso del espacio marino por las aves ya que son el contingente de aves más abundante en el territorio, realizando un uso intenso del medio marino y litoral con grandes números de aves.

2.4. PARDELA BALEAR

Si bien no es una especie reproductora en este territorio, sí que está presente gran parte del año y se incorpora en este apartado por su crucial importancia en términos de conservación.

La pardela balear (*Puffinus mauretanicus*) es un ave marina del Orden de los procelariformes endémica de las Islas Baleares que presenta un estado de conservación muy desfavorable que ha llevado a su consideración como En Peligro Crítico según criterios IUCN y su inclusión bajo la categoría de En Peligro de Extinción en el Catálogo Español de Especies Amenazadas, siendo considerada el ave marina más amenazada de Europa. Su tamaño poblacional se ha considerado tradicionalmente en 2.000-4.000 parejas reproductoras, siendo tal vez la estima más reciente Arcos (2011) con un número 3.193 parejas reproductoras y una población total estimada en torno a los 20.000 individuos.

Después de la reproducción la pardela balear inicia una dispersión posnupcial que la lleva a través de las costas de la Península Ibérica hacia Galicia y el Golfo de Vizcaya, donde está presente fundamentalmente a partir de julio hasta realizar el retorno hacia el Mediterráneo fundamentalmente entre septiembre y noviembre. Durante su presencia en el Atlántico es habitual su presencia en aguas del Golfo Ártabro y costa da Morte con bandos de hasta cientos de ejemplares.

3. IMPACTO DE LA ENERGÍA EÓLICA OFFSHORE EN LAS AVES MARINAS

Como se ha indicado en el punto anterior, el medio marino del noroeste de la península ibérica es intensamente empleado por un importante elenco de aves marinas, que hacen uso de él principalmente durante sus desplazamientos y su alimentación.

La implantación de plantas offshore de producción eólica puede suponer distintos impactos sobre el medio marino, centrándose este apartado en presentar de manera somera aquellos que principalmente afectan a las aves marinas.

3.1. OCUPACIÓN DEL ESPACIO

Como ya se comentó, las aves marinas se caracterizan por realizar un uso intenso del medio marino. Si bien existen especies de hábitos más costeros y que pasan una mayor proporción de su tiempo en aguas interiores o reposando en el litoral, las especies de hábitos más pelágicos permanecen durante la mayor parte del año en el medio marino, sin aproximarse a tierra más que durante el periodo reproductivo. Esto implica que realizan la mayor parte de sus actividades sobre el mar, fundamentalmente de dos tipos: desplazamientos (ya sea migratorios o locales) y alimentación.

Como es obvio, la distribución de las aves sobre el mar no es uniforme ni aleatoria, sino que responde a distintos parámetros ambientales:

- Presencia del recurso alimenticio. Las aves marinas se alimentan de los recursos que ofrece el mar, que se distribuyen territorialmente en función de la productividad y otros parámetros. En consecuencia, las aves marinas se alimentarán y harán un uso más intenso de aquellos lugares en los que el recurso sea más abundante.
- Optimización de las rutas. En sus movimientos las aves marinas buscan optimizar los recorridos a realizar, fundamentalmente en lo referente a sus recorridos migratorios. Esta optimización se refiere a distintos parámetros, desde la distancia (buscando las rutas más cortas y directas) hasta su adaptación a las condiciones meteorológicas, fundamentalmente el viento, buscando en todo caso aquellas rutas que supongan el menor gasto energético.

Por todo ello, la sensibilidad ambiental de un espacio marino en relación a la instalación de un parque eólico offshore no es tampoco uniforme, sino que responde a estos parámetros y a la distribución de las aves en el mar, pudiendo producirse los siguientes impactos:

1. La instalación de un parque eólico en un área prioritaria de alimentación puede suponer la ocupación de áreas prioritarias de alimentación, afectando fundamentalmente a las poblaciones locales o estacionales e impidiendo su uso por la ocupación directa del espacio y/o por la alteración de las condiciones y presencia del recurso. Esto implicará la necesidad de búsqueda de nuevos recursos y un mayor gasto energético, que puede llevar a la desaparición de poblaciones reproductoras por la desaparición del recurso del que dependían con anterioridad. Por otra parte, en caso de continuar realizando uso de ese espacio se verá aumentado considerablemente el riesgo de colisión.
2. Alteración de rutas migratorias y desplazamientos. Ya se indicó la importancia de este territorio para la migración de las aves marinas europeas y atlánticas. Las distintas especies utilizan el corredor migratorio de diversos modos, pero en todo caso procurando el mínimo gasto energético. La instalación de “obstáculos” en las líneas de tránsito provoca habitualmente la modificación de estas, viéndose las aves obligadas generalmente a esquivarlas, lo que en determinadas condiciones

puede suponer elevados gastos energéticos que pueden llegar a poner en riesgo la supervivencia.

3.2. MORTALIDAD POR COLISIÓN

Está ampliamente documentado que la mortalidad por colisión de fauna voladora (fundamentalmente aves y quirópteros) es uno de los principales impactos de los parques eólicos a escala global. Solo en España, se estima que la cantidad de aves y quirópteros fallecidos anualmente se sitúa entre los 6 y los 18 millones, según SEO/BirdLife.

En el medio marino la información disponible es mucho más escasa por su menor desarrollo y la dificultad de su estudio, pero se considera que puede ser relevante fundamentalmente en aquellos lugares que actúan como corredores migratorios.

Las tasas de mortalidad son muy variables entre distintos parques eólicos en función de su ubicación y, dentro del mismo parque, en función de las condiciones meteorológicas y estacionalidad.

Un aspecto crucial es la altura de vuelo de las especies potencialmente afectadas. Dentro de su adaptación al medio marino y en la búsqueda de la mayor eficiencia energética, las distintas especies acostumbran a desplazarse en un rango de alturas variable, desde aquellas que transitan a la altura del agua sin prácticamente superar la altura de las olas hasta otras que lo hacen a decenas de metros sobre la superficie, dentro de la denominada “área de riesgo de colisión” (la abarcada por el movimiento de las palas del aerogenerador entre su altura máxima y su altura mínima).

No obstante e independientemente de la altura de vuelo, no es descartable fuera del área de riesgo de colisión la colisión de aves contra el propio fuste de los aerogeneradores, especialmente en condiciones de baja visibilidad.

En el caso de las aves terrestres durante sus migraciones sobre el mar, la propia presencia de la instalación con las correspondientes luces y señalizaciones puede atraer a estas al identificarlos como puntos de reposo en su travesía marítima, induciendo elevadas tasas de mortalidad.

4. ESTUDIOS PREVIOS EN FASE DE DISEÑO

Dada la variabilidad de especies presentes, usos del espacio marino y condiciones meteorológicas, el impacto de un parque eólico puede ser muy variable, desde aquellos que no

tengan ningún tipo de impacto significativo hasta aquellos otros que puedan implicar un impacto severo o crítico sobre poblaciones de especies amenazadas y legalmente protegidas.

Por todo ello es necesario realizar estudios previos tendentes a evaluar el potencial impacto del parque eólico y, en función de este, adoptar las medidas necesarias para su corrección, minimización o eliminación.

La distribución de las aves en el medio marino es altamente variable en función de las condiciones meteorológicas y disponibilidad del recurso alimenticio. Se presentan en este aspecto dos casos paradigmáticos:

- Los corredores migratorios, como es el caso del corredor cántabro-atlántico, no son tramos marino pre-establecidos por el que transitan las aves de manera inequívoca (como puede ser una autopista, o un corredor de tráfico marítimo) sino que ocupan franjas de decenas o centenas de millas náuticas de ancho a través de las cuales las aves se desplazan longitudinalmente en una misma dirección (en el caso de la costa gallega, en dirección este en primavera y dirección oeste en verano-otoño) pero de manera altamente variable a lo largo de su sección transversal.

El principal elemento que condiciona el área por la que transitarán es la fuerza y dirección del viento. Considerando el paso migratorio post-nupcial (el ocurrido entre agosto y octubre y que alcanza el mayor volumen de aves), las aves transcurrirán más cerca de tierra y en mayores densidades en condiciones de vientos de Noroeste y tras el paso de frentes, mientras que en condiciones anticiclónicas y de viento de Noreste el tránsito próximo a tierra será prácticamente nulo, realizándose en condiciones mucho más oceánicas y con menores densidades de aves. Debido a esto puede haber grandes variaciones interanuales, con años de dominancia anticiclónica en los que la presencia de aves marinas en el área de potencial instalación de un parque eólico sea anecdótica, y años con dominancia de vientos de componente NO en los que sea atravesado por decenas de miles de aves/hora.

- En función de diferentes componentes climatológicas y meteorológicas la productividad marina es espacialmente variable, adaptándose la presencia de aves a su distribución en el mar. Una misma población de una determinada especie puede alimentarse intensamente en una determinada región por una explosión poblacional del recurso del que se alimenta, para abandonarla al año siguiente y hacer uso intensivo de otra área situada a cientos o miles de millas náuticas.

Teniendo en cuenta esta elevada variabilidad, que no se da con la misma intensidad en el medio terrestre, los estudios previos en fase de diseño y durante la evaluación de impacto ambiental en parques eólicos offshore deben tener una duración superior a los habitualmente realizados en el medio terrestre, que idealmente deben abarcar un ciclo anual. En el caso del medio marino esta duración temporal debe ser de un mínimo de dos años, idealmente tres, con

el objetivo de determinar con el mayor grado de detalle posible el uso del espacio por parte de las aves marinas en todo el rango de condiciones ambientales posible.

Se indican a continuación algunos de los principales parámetros a evaluar:

1. Caracterizar el paso migratorio existente en el lugar concreto de instalación del parque eólico, identificando y cuantificando:
 - a. Especies presentes.
 - b. Intensidad del paso migratorio (aves/hora) y volumen total estimado.
 - c. Variabilidad del paso migratorio en las distintas condiciones ambientales: dirección del viento, intensidad de viento, precipitación, oleaje, visibilidad (niebla), estacionalidad.
 - d. Estudio de altura de vuelo de las especies presentes.
2. Identificar y cuantificar las poblaciones locales potencialmente afectadas, tanto el tamaño de las poblaciones reproductoras como su estado de conservación, con objeto de identificar las especies prioritarias.
3. Identificar áreas de alimentación prioritarias en las distintas condiciones ambientales.
4. Identificar corredores de desplazamientos locales (entradas y salidas de colonias de cría, desplazamientos a zonas de alimentación)
5. Identificar áreas prioritarias de presencia de otras especies de presencia estacional, con especial atención a la pardela balear.
6. Evaluar el paso migratorio de aves terrestres sobre el mar. Si bien no se incluyó en el apartado correspondiente por no tratarse de aves marinas, alcanza especial relevancia el estudio del paso migratorio de aves terrestres sobre el mar, en ocasiones no tenido en cuenta pero que puede alcanzar grandes tasas de colisión. Diversos estudios apuntan a que el flujo de aves terrestres (fundamentalmente pequeños passeriformes) que alcanzan la península ibérica atravesando el mar Cantábrico alcanza los 200 millones de ejemplares anualmente. Si bien la costa gallega se sitúa en el extremo de esa franja costera y la densidad de migrantes se presume considerablemente menor, no deja de estar constituida por un importante contingente que puede alcanzar las decenas de miles de individuos.

Estos estudios previos tendrán como resultado la elaboración de mapas de uso prioritario y mapas de sensibilidad para las distintas especies, y deben servir para:

- a) La toma de decisiones sobre el lugar de ubicación del parque eólico, evitando las áreas de mayor sensibilidad: áreas prioritarias de alimentación de especies objetivo de conservación, áreas de mayor intensidad de flujo migratorio con riesgo de colisión.
- b) Identificar los potenciales impactos durante la fase de explotación e implementar medidas correctoras.

4.1. METODOLOGÍAS

4.1.1. Seguimiento desde tierra

Habitualmente los lugares de emplazamiento de parques eólicos offshore no son visibles desde tierra con el mínimo nivel de detalle, por lo que no es una metodología apta más que como complementaria en parques situados muy próximos a la línea de costa (menos de 3 millas náuticas).

4.1.2. Censos desde embarcación

Los transectos de censo son recorridos realizados a bordo de una embarcación cubriendo el área de estudio mediante recorridos longitudinales (habitualmente barriéndola en zig-zag) con registro de las aves observadas en una banda de anchura dada a ambos lados de la embarcación, a partir de los cuales se pueden obtener mapas de densidad para las especies presentes.

Se trata de una metodología recomendable, si bien requiere de una elevada intensidad de muestreo para obtener datos significativos y representativos de las distintas condiciones ambientales. Puede ser altamente costoso en función de la disponibilidad y tipología de la embarcación empleada, y es altamente dependiente de las condiciones meteorológicas, por lo que no permitirá recoger información en aquellas condiciones que impidan la navegación o visibilidad con el suficiente grado de detalle.

4.1.3. Censos desde el aire

Una alternativa a los censos desde embarcación es la realización de vuelos en avioneta a una altura que permita localizar bandos y flujos de aves. También dependiente de las condiciones meteorológicas y de visibilidad, permite cubrir amplios territorios en una única jornada y obtener visiones generales de la situación en momentos concretos (identificación de grandes concentraciones, trazado de líneas de migración)

De coste económico elevado, puede ser un complemento de interés a programas de seguimiento basados en dispositivos pasivos (los indicados a continuación) y campañas de censos desde embarcación.

4.1.4. Radar

El radar permite obtener enormes volúmenes de datos para prolongados periodo temporales sobre los movimientos y flujos de aves con un alcance espacial amplio en el entorno del futuro parque eólico, identificando flujos migratorios, concentraciones, etc. en todo tipo de condiciones meteorológicas.

Al tratarse de una fase previa a la instalación del parque eólico requieren de alguna infraestructura de soporte en el mar, que puede ser una boya o una embarcación fondeada en el lugar deseado.

Permite obtener datos más cuantitativos que cualitativos, al no permitir en general la identificación de especies (si bien se puede conseguir tras una validación previa con algunas especies), y los modelos empleados son los radares Robin o similares, empleados también habitualmente en aviación y con costes elevados que pueden estar próximos al millón de euros.

4.1.5. Cámaras de alta definición

Metodologicamente muy similares al radar, la instalación de cámaras de alta definición en el área de estudio permite obtener grabaciones continuas que proporcionan un elevado volumen de información sobre el uso del espacio por parte de las distintas especies. Requiere igualmente una infraestructura (boya, embarcación) y permiten obtener información de mayor calidad ya que se trata de imágenes en las que son fácilmente identificables las especies presentes, si bien con un menor alcance espacial.

Su coste es sensiblemente inferior, situándose en torno a los 80.000 -120.000 euros en función de los módulos a instalar (considerando proyecto de ingeniería específico, adquisición, instalación y servicio técnico).

4.1.6. Cámaras térmicas

Con las mismas características que las anteriores, se trata de cámaras que detectan el flujo de individuos mediante detección de gradientes térmicos, con el objetivo de detectar la presencia nocturna tanto de aves marinas como terrestres en migración.

4.1.7. Seguimiento remoto

En el caso de las poblaciones locales de especies objetivo de conservación es fundamental conocer las áreas de presencia, alimentación y desplazamiento por el entorno del parque eólico.

Una metodología habitualmente empleada son los dispositivos de seguimiento remoto. En la actualidad los dispositivos más empleados son los geolocalizadores por horas de luz y los basados en telemetría satelital y GPS, con un amplio rango de pesos y tamaños, distancias cubiertas, resolución espacial y temporal y coste económico.

En este caso la tecnología óptima sería la GPS-GSM, con registro de datos vía GPS y posterior descarga mediante conexión a la red GSM de telefonía móvil cuando el ave se encuentra en área de cobertura, próxima a la costa. Esta tecnología permite realizar monitoreos en tiempo real a individuos concretos, obteniendo posiciones en alta mar con una periodicidad temporal establecida y relacionados con variables ambientales. El análisis de los datos de

posición, velocidad y ángulo respecto a punto anterior permiten discriminar la actividad del ave en las categorías de reposo, desplazamiento o alimentación.

En el caso de parques eólicos offshore en la costa gallega se considera de especial interés el empleo de seguimiento remoto en las colonias de pardela cenicienta atlántica, ya iniciados por el CEIDA mediante el proyecto Aves Ártabras.

En la actualidad el importe de cada dispositivo se sitúa entre los 1.000 y 2.000 euros, en función de la marca comercial y características del dispositivo.

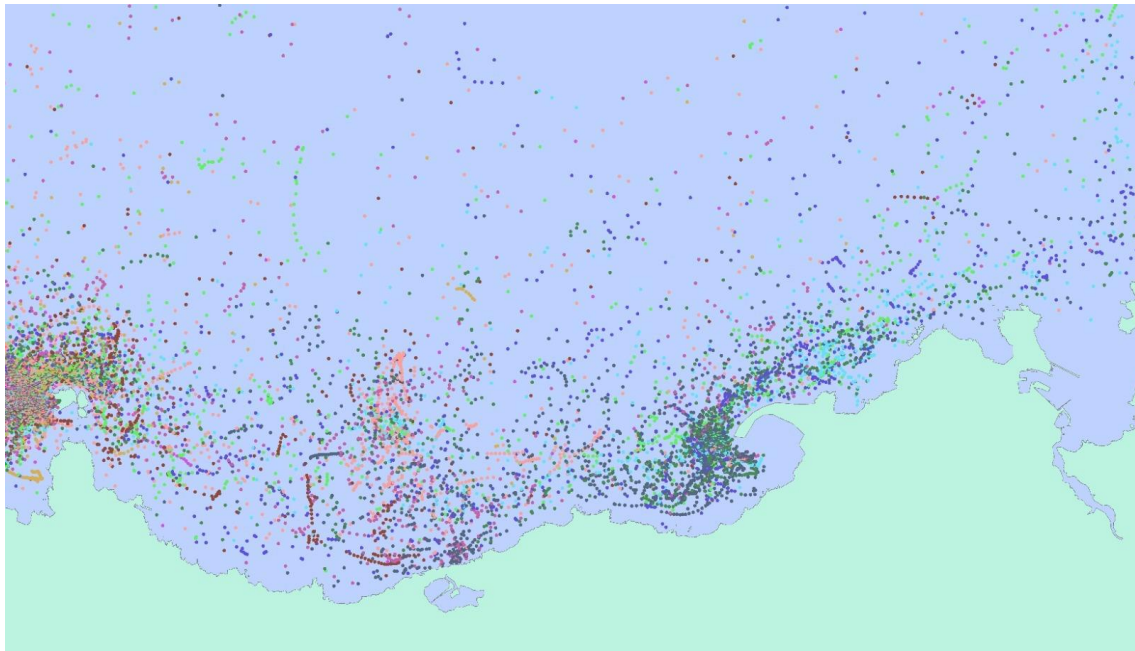


Imagen 2. Posiciones de pardelas cenicientas atlánticas marcadas por el CEIDA en las islas Sisargas, a partir de las cuales se pueden obtener mapas de áreas prioritarias y mapas de sensibilidad.

5. MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y MITIGACIÓN DE MORTALIDAD EN FASE OPERACIONAL

Estas medidas tienen como objetivo:

1. Evaluación, monitoreo y seguimiento del uso del espacio y presencia de aves durante el funcionamiento del parque.
2. Reducir o eliminar la mortalidad por colisión de aves contra los aerogeneradores.

En el caso del impacto relacionado con la ocupación espacial de áreas prioritarias, este debe reducirse en la fase de diseño mediante la selección de la alternativa adecuada, puesto que una vez instalado el parque eólico esa ocupación será efectiva e inevitable.

Por lo tanto, una vez el parque está en funcionamiento se aplicarán medidas tendentes a realizar el seguimiento de la presencia de aves (generalmente requerido en las respectivas Declaraciones de Impacto Ambiental) y a reducir la mortalidad.

5.1. METODOLOGÍAS

5.1.1. Metodologías de seguimiento

Las tecnologías para el seguimiento de la presencia de aves en el parque son las indicadas para la fase de estudios previos, con la única diferencia de que los sistemas pasivos (radar, cámaras) se instalarían en los propios aerogeneradores.

A estos se puede sumar la instalación de micrófonos para la detección sonora del paso migratorio, destinado especialmente a aves terrestres en migración. Estos micrófonos, cuyo coste es inferior a los 1.000 euros por dispositivo, registran en continuo los reclamos de todas las aves que vocalicen en las proximidades del dispositivo, permitiendo su identificación posterior mediante software específico de análisis acústico.

5.1.2. Metodologías de mitigación

En lo referente a las metodologías destinadas a la reducción de la mortalidad, en la actualidad se aplican fundamentalmente las tres siguientes:

5.1.2.1. Disuasión sonora

Vinculado al empleo de cámaras de alta definición o radar instalados en los aerogeneradores, este sistema se configura de modo que una vez detectadas por el radar o cámara la presencia de aves bajo unas características predefinidas, emite de manera automática reclamos sonoros que reproducen sonidos de alerta de la especie de ave objetivo, que las disuade de acercarse al lugar que identifican como peligroso en base a ese reclamo, desviando su trayectoria de aproximación al aerogenerador y reduciendo por tanto el riesgo de colisión.

5.1.2.2. Parada automática de aerogeneradores

Con funcionamiento idéntico al caso anterior, en este caso el sistema para automáticamente el funcionamiento de determinados aerogeneradores cuando se identifica la aproximación de aves o grupos de aves con unas características predefinidas.

Tanto este sistema como el anterior tienen el mismo coste que el indicado para las cámaras de alta definición (apartado 5.1.5) o para el radar (apartado 5.1.4).

5.1.2.3. Parada programada de aerogeneradores

La parada automática de aerogeneradores requiere de un “entrenamiento” avanzado del sistema para evitar paradas innecesarias que puedan afectar al rendimiento del parque.

En el caso de que se haya realizado un estudio previo completo y con el suficiente nivel de detalle, que permita conocer con fiabilidad el comportamiento de las aves en el entorno del parque en las distintas condiciones ambientales, las conclusiones de estos estudios se podrán incorporar a la propia programación de la instalación, incorporando paradas programadas en las condiciones que se hayan determinado como de alto riesgo de impacto.

Dado que la mortalidad de aves contra los aerogeneradores se da en circunstancias concretas (periodos concretos del año, bajo condiciones meteorológicas concretas) se podrán prever paradas específicas y puntuales en los momentos de riesgo (por ejemplo, “días con viento de componente NO en la tercera semana de septiembre, en la que se produce el pico de paso migratorio de determinada especie que vuela a altura de riesgo de colisión”), evaluando el impacto sobre el rendimiento de la instalación).

6. ALTURAS DE VUELO DE ESPECIES PRESENTES EN EL TERRITORIO

SELECCIÓN DE ESPECIES PRIORITARIAS Y VULNERABILIDAD ASOCIADA A ALTURAS DE VUELO

INTRODUCCIÓN

A pesar que durante los últimos años se ha avanzado mucho en el conocimiento que se tiene sobre la distribución y abundancia de las aves marinas en aguas ibéricas, todavía existen lagunas de conocimiento importantes que repercuten en el estado de conservación de las distintas especies, muchas de ellas amenazadas. Algunas de estas lagunas están relacionadas con el comportamiento de las aves en nuestras aguas: cuánto tiempo permanecen y qué uso hacen de los hábitats que encuentran. En este sentido, existen variables relacionadas con estos aspectos que hasta ahora no se han considerado muy relevantes en cuanto a la conservación, pero que en el contexto de transición ecológica actual han cobrado mucha importancia. Nos referimos a la altura de vuelo, un parámetro crítico a la hora de evaluar la vulnerabilidad de cada especie a las colisiones con aerogeneradores, cuya presencia en alta mar parece que aumentará en el futuro. Otras variables asimismo consideradas importantes, como el tipo de vuelo o el horario (mayor vulnerabilidad de las especies nocturnas) sí son más conocidas, pero habitualmente la información proviene de otros enclaves, donde el comportamiento podría ser distinto.

De esta forma, el presente informe muestra una selección de especies de interés a este respecto, ya sea por su abundancia, estado de conservación o comportamiento en aguas de la demarcación noratlántica y una pequeña justificación técnica del porqué de su inclusión en esta lista. Para ello, en algunos casos se incluye información proveniente de campañas oceanográficas, que reflejan la abundancia de algunas especies en determinadas zonas, mientras que, en otros casos, se acompañan los textos con figuras relativas a las alturas de vuelo, en este caso siempre provenientes de la bibliografía. Por último, se resume la información aquí contenida en una tabla.

SELECCIÓN DE ESPECIES

Se listan a continuación las especies que se consideran de interés para la zona de estudio, ya sea por su abundancia, comportamiento (altura de vuelo) o estado de conservación. Se sigue el orden taxonómico establecido en la última edición de la Lista de las Aves de España (Rouco, et al. 2022).

NEGRÓN COMÚN *MELANITTA NIGRA*

Se trata de una anátida eminentemente marina, la única que inverna de forma más o menos abundante en nuestro país, aunque la mayoría de ejemplares se registran en migración activa. En concreto, la migración se desarrolla por la plataforma continental cantábrica, especialmente en la primera franja costera, mientras que la invernada se concentra en el centro de Portugal, el Golfo de Cádiz y, en menor medida, en algunas rías y estuarios gallegos.

En migración, forma grupos que pueden ser de gran tamaño y suele desplazarse a poca altura, aunque algunos ejemplares podrían superar los 20m, como demuestran los datos recogidos en Reino Unido. En este sentido, se considera necesario recopilar información sobre esta especie, sobre todo teniendo en cuenta que algunas IBAs marinas se definieron por constituir lugares de paso migratorio destacables para el Negrón común.

Selección de especies prioritarias

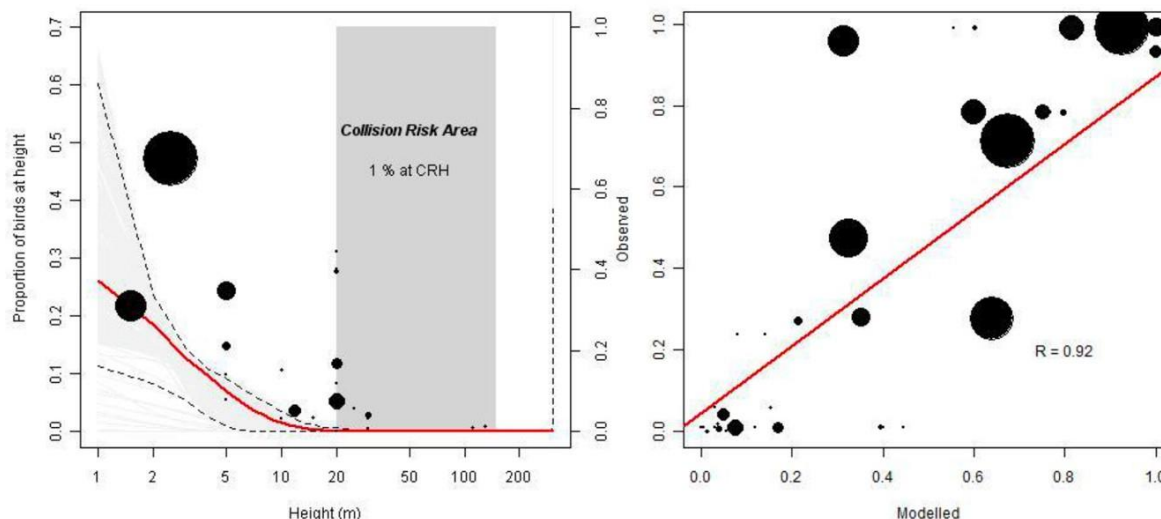


Figura 1. Alturas de vuelo estimadas y ajuste del modelo (Cook, et al. 2012). Se muestra en gris la altura considerada de riesgo para las colisiones (entre 20 y 150m).

GAVIOTA TRIDÁCTILA *RISSA TRIDACTYLA*

A pesar de que la población reproductora en España parece haberse extinguido definitivamente, la especie sigue presente en nuestras aguas en cantidades muy importantes durante los meses de otoño e invierno, cuando ocupa ambientes bastante oceánicos y solo se acerca a costa con condiciones meteorológicas adversas. Se trata de una especie que está experimentando un declive muy marcado en algunas de sus colonias más importantes (Frederiksen, et al. 2004) y que, además, se desplaza frecuentemente a una altura con un elevado riesgo de colisión (16% de los desplazamientos por encima de los 20m), por lo que es necesario estudiar su comportamiento en España y tenerla en cuenta en los planes de ordenación.

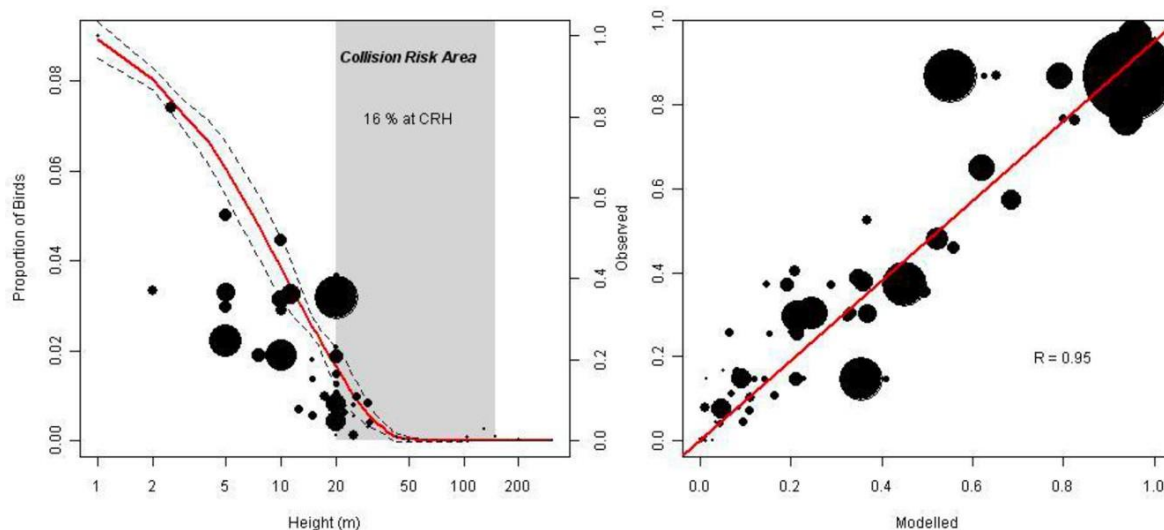


Figura 2. Alturas de vuelo estimadas y ajuste del modelo (Cook, et al. 2012). Se muestra en gris la altura considerada de riesgo para las colisiones (entre 20 y 150m) y se indica el porcentaje de desplazamientos que la especie efectúa a esa altura.

GAVIOTA DE SABINE *XEMA SABINI*

Se trata de una especie propia de ambientes pelágicos, que realiza una migración trans-ecuatorial que la lleva desde sus zonas de reproducción en el ártico a sus zonas de invernada en la mitad sur de África. En el viaje otoñal (después de la reproducción), la gaviota de Sabine lleva a cabo una parada de alrededor de 40 días en la plataforma continental gallega, que resulta vital para su alimentación en el periplo migratorio. Así,

Selección de especies prioritarias

esta zona puede llegar a concentrar hasta el 17% de la población mundial entre agosto y octubre. Aunque este porcentaje varía mucho en función de los años, se trata en cualquier caso de una zona crítica para la especie (mediana del 3.1% de la población mundial en el periodo 2006-2019).

	2006	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1r cuartil	1364	6273	279	21424	0	4362	3663	10253	3054	42143	6049
Mediana	4476	9891	732	61627	19043	13845	8130	16177	7477	89623	16244
3r cuartil	13832	15499	1647	120937	35617	26194	17453	25797	15276	145115	52087
% Población	0.9%	1.9%	0.1%	12.0%	3.7%	2.7%	1.6%	3.1%	1.5%	17.4%	3.2%

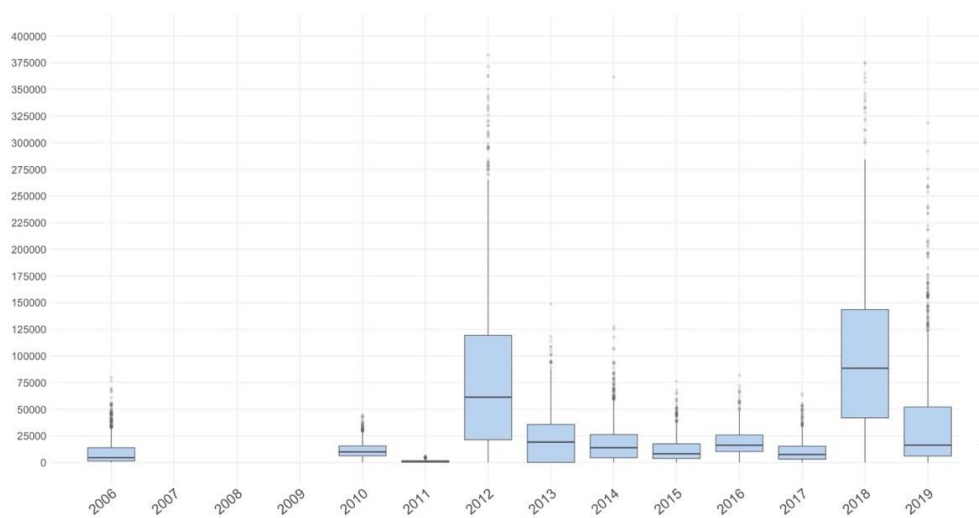


Figura 3. Estimaciones anuales del total de gaviotas de Sabine Xema sabini presentes en la demarcación Noratlántica entre 2006 y 2019. Fuente: Gil-Velasco, 2020.

Por otro lado, los sectores de la plataforma ocupados por la especie son asimismo concentran fundamentalmente en 3 zonas: Rías Baixas, Fisterra y el Golfo Ártabro.

Selección de especies prioritarias

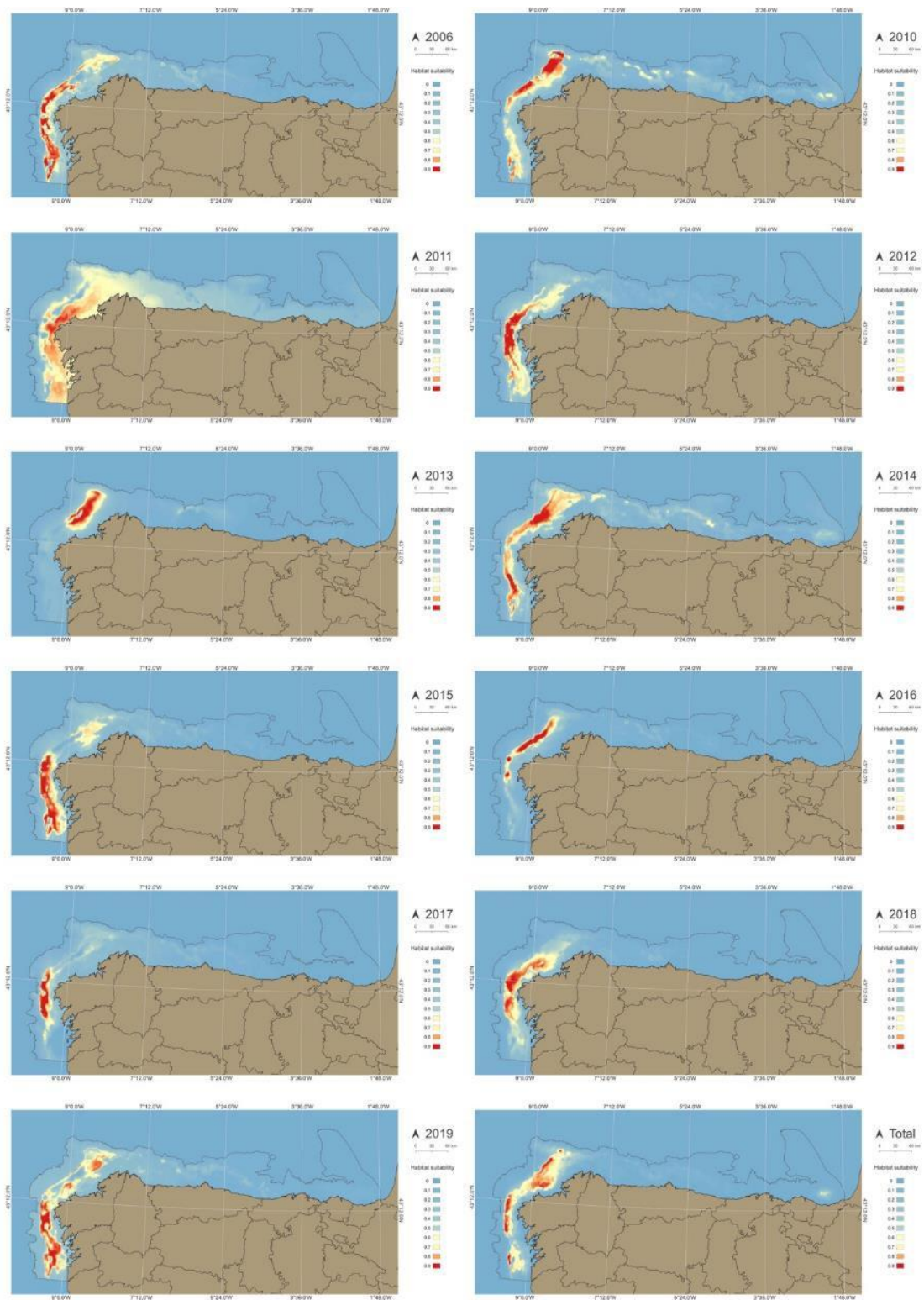


Figura 4. Modelos de adecuación de hábitat para la gaviota de Sabine a lo largo de los años 2006-2019. Gil-Velasco (2020).

Selección de especies prioritarias

GAVIOTA REIDORA *CROICOCEPHALUS RIDIBUNDUS*

Se trata de una especie fundamentalmente de agua dulce o de zonas costeras, como entornos portuarios. Pese a ello, una fracción importante de los desplazamientos se realizan a alturas de riesgo, por lo que se ha incluido en el presente trabajo, aunque se considera menos prioritaria que otras especies.

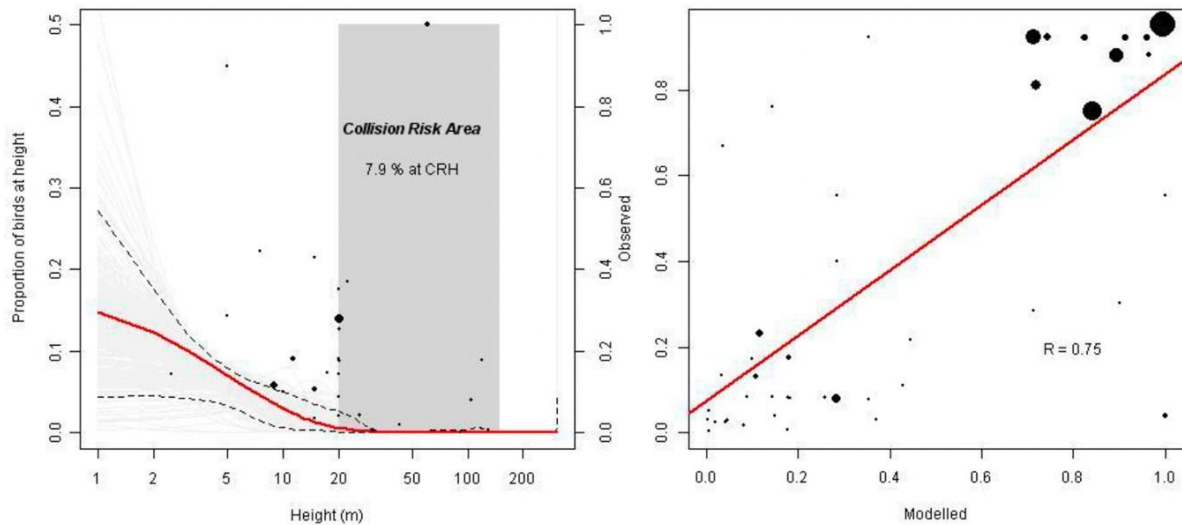


Figura 5. Alturas de vuelo estimadas y ajuste del modelo (Cook, et al. 2012). Se muestra en gris la altura considerada de riesgo para las colisiones (entre 20 y 150m) y se indica el porcentaje de desplazamientos que la especie efectúa a esa altura.

GAVIOTA ENANA *HYDROCOLOEUS MINUTUS*

El estatus de la gaviota enana en España no es muy bien conocido, aunque se trata de una especie fundamentalmente migratoria en el Mediterráneo y migratoria e invernante en el Cantábrico. Durante la primavera, se registran decenas de miles de ejemplares en la plataforma continental del Mediterráneo ibérico, que sin duda suponen un porcentaje muy importante de la población mundial. Por su parte, la especie es más abundante entre finales de otoño e invierno en el Cantábrico, donde ocupa ambientes muy oceánicos y solo se acerca a costa con condiciones meteorológicas adversas. Por ello, el contingente que hace uso de aguas españolas está todavía por cuantificar con precisión, pero sin duda se trata de una especie más abundante de lo que podría parecer. Teniendo en cuenta esta abundancia y que una fracción no muy elevada pero sí significativa de los desplazamientos se lleva a cabo a alturas de riesgo, resulta necesario llevar a cabo estudios que evalúen el impacto de los aerogeneradores sobre esta especie.

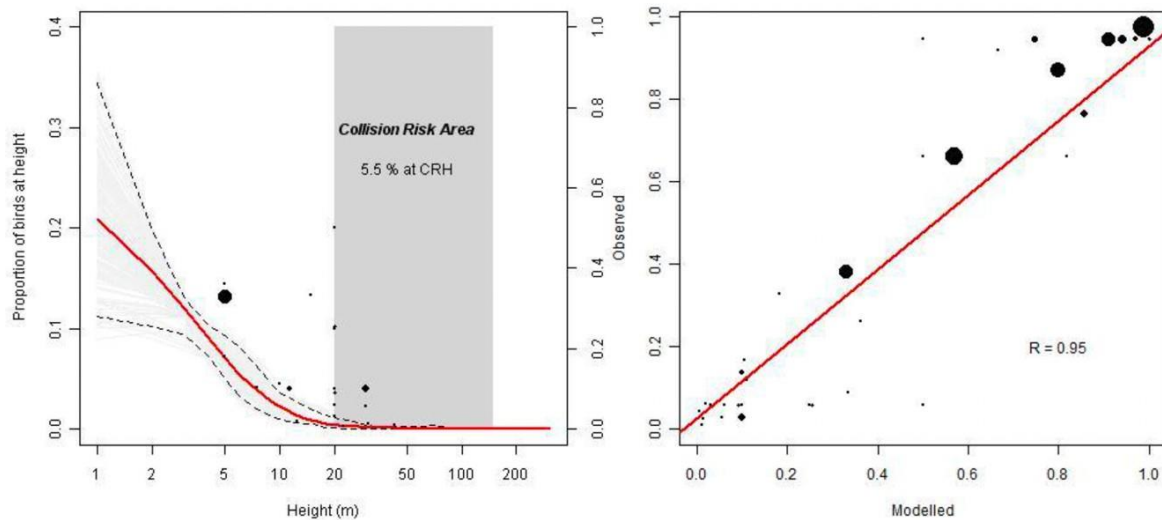


Figura 6. Alturas de vuelo estimadas y ajuste del modelo (Cook, et al. 2012). Se muestra en gris la altura considerada de riesgo para las colisiones (entre 20 y 150m) y se indica el porcentaje de desplazamientos que la especie efectúa a esa altura.

GAVIÓN ATLÁNTICO *LARUS MARINUS*

Se trata de un nidificante escaso y localizado, aunque con una tendencia positiva en nuestro país, que ve aumentada su población durante las migraciones y en invierno, con la llegada del contingente de aves británicas y europeas. Su abundancia va muy asociada a puertos, estuarios y zonas con abundancia de pesca, por lo que la plataforma continental gallega resulta especialmente importante para el gavión. A pesar de que la población ibérica puede considerarse escasa, se ha incluido en este trabajo por el elevado riesgo de colisión que se desprende de los estudios llevados a cabo hasta la fecha, que cuantifican en más del 33% los desplazamientos de la especie por encima de los 20m.

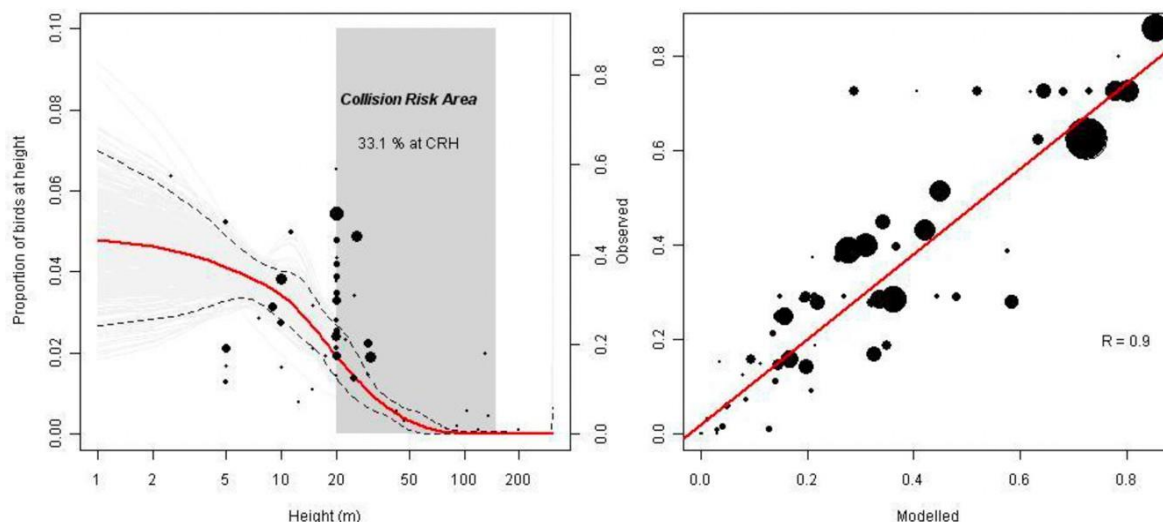


Figura 7. Alturas de vuelo estimadas y ajuste del modelo (Cook, et al. 2012). Se muestra en gris la altura considerada de riesgo para las colisiones (entre 20 y 150m) y se indica el porcentaje de desplazamientos que la especie efectúa a esa altura.

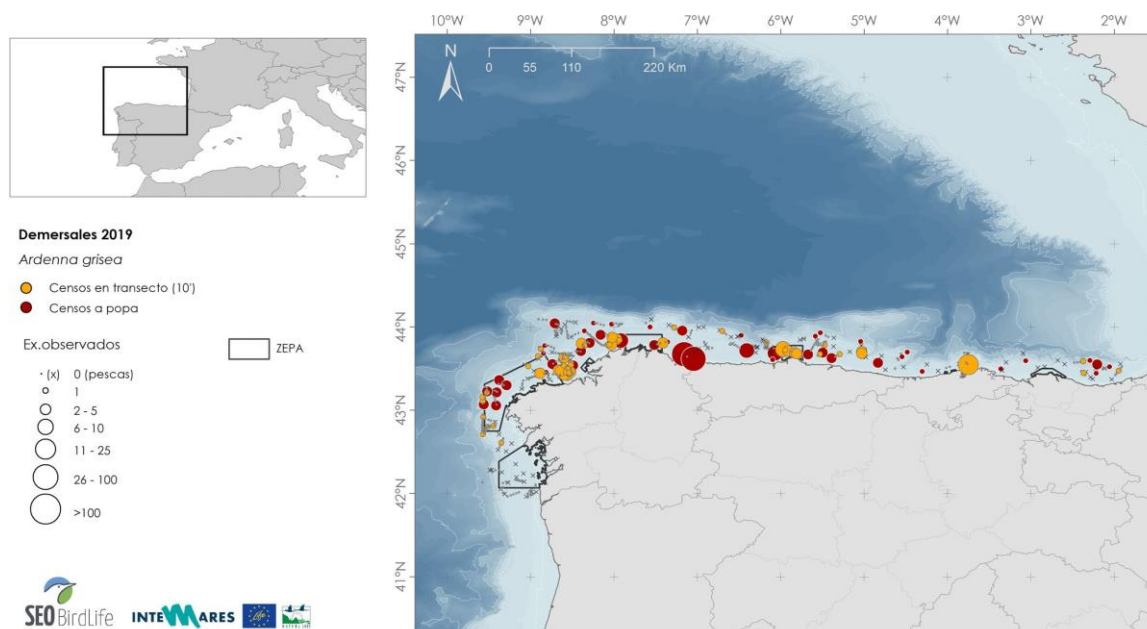


Figura 8. Abundancia y distribución de la pardela sombría *Ardenna grisea* en la Demarcación Noratlántica durante el otoño de 2019.

GAVIOTA PATIAMARILLA *LARUS MICHAHELLIS*

Se trata de un caso parecido al de la gaviota sombría, con la diferencia que la gaviota patiamarilla también se reproduce de forma abundante en nuestro país. Si bien las fuentes habituales no incluyen información relativa a la altura de vuelo de esta especie (por ser eminentemente mediterránea), sí se puede asumir que se desplaza a alturas similares a las gaviotas sombría y argétea, por lo que más del 27% de los desplazamientos se realizarían a alturas que comportarían riesgo de colisión.

Selección de especies prioritarias

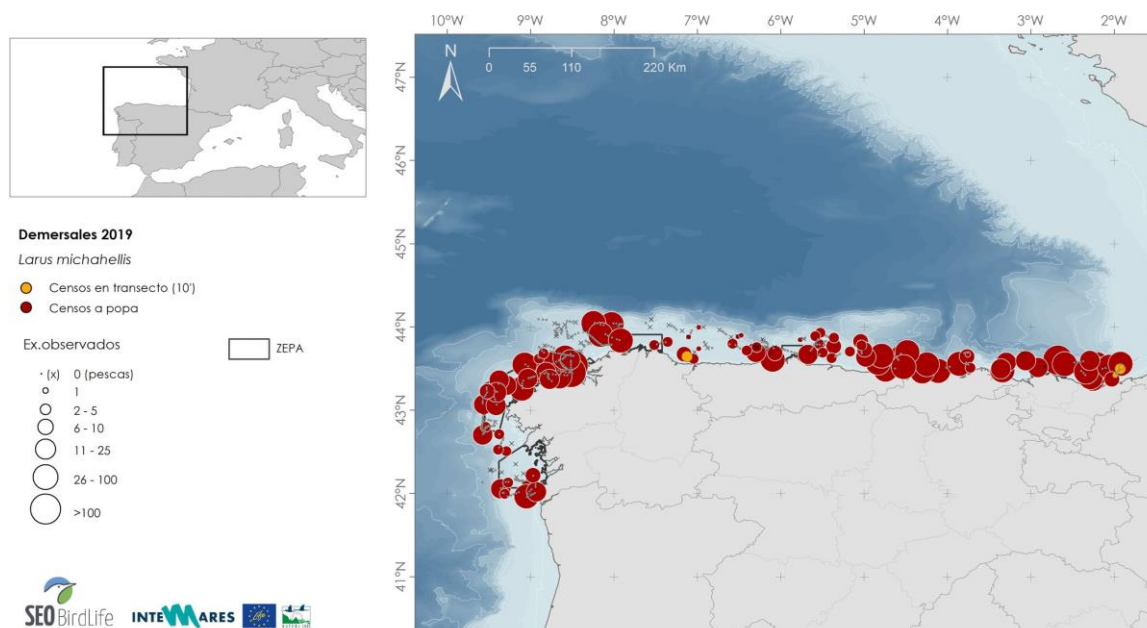


Figura 9. Abundancia y distribución de la gaviota patiamarilla *Larus michahellis* en la Demarcación Noratlántica durante el otoño de 2019.

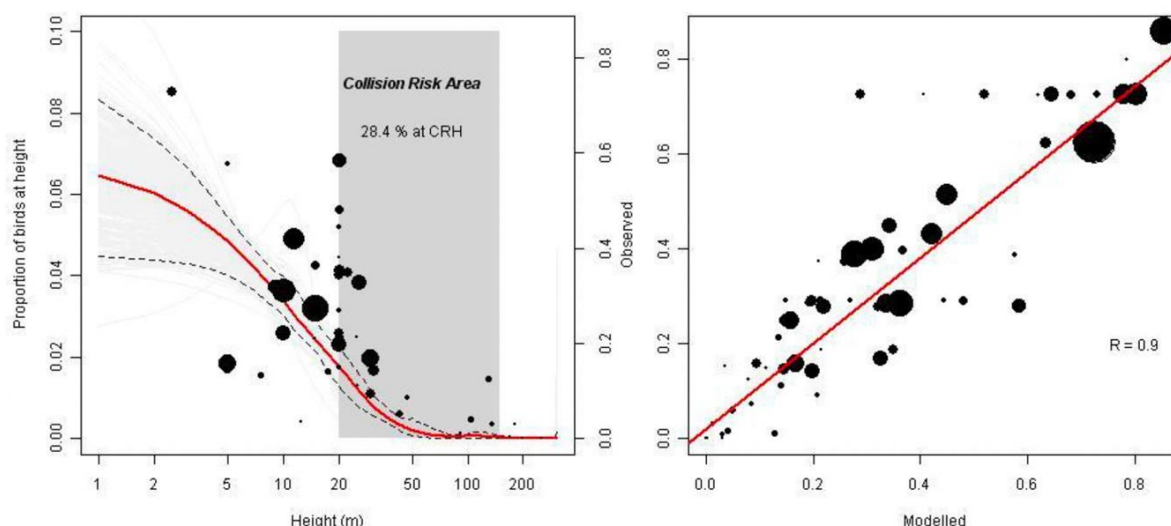


Figura 10. Alturas de vuelo estimadas y ajuste del modelo (Cook, et al. 2012). Se muestra en gris la altura considerada de riesgo para las colisiones (entre 20 y 150m) y se indica el porcentaje de desplazamientos que la especie efectúa a esa altura.

Además de esto, la gaviota patiamarilla ha experimentado un marcado declive durante los últimos años, cuyas causas todavía se desconocen, por lo que resulta necesario estudiar mejor la ecología y biología de esta especie, que podría estar pasando por dificultades.

GAVIOTA SOMBRÍA *LARUS FUSCUS*

Se trata de una especie fundamentalmente migratoria e invernante en la Península Ibérica, pero muy abundante durante estas épocas del año, fuera del periodo reproductor. Aprovecha recursos pesqueros, por lo que su distribución en el mar se asocia notablemente a esta actividad.

Selección de especies prioritarias

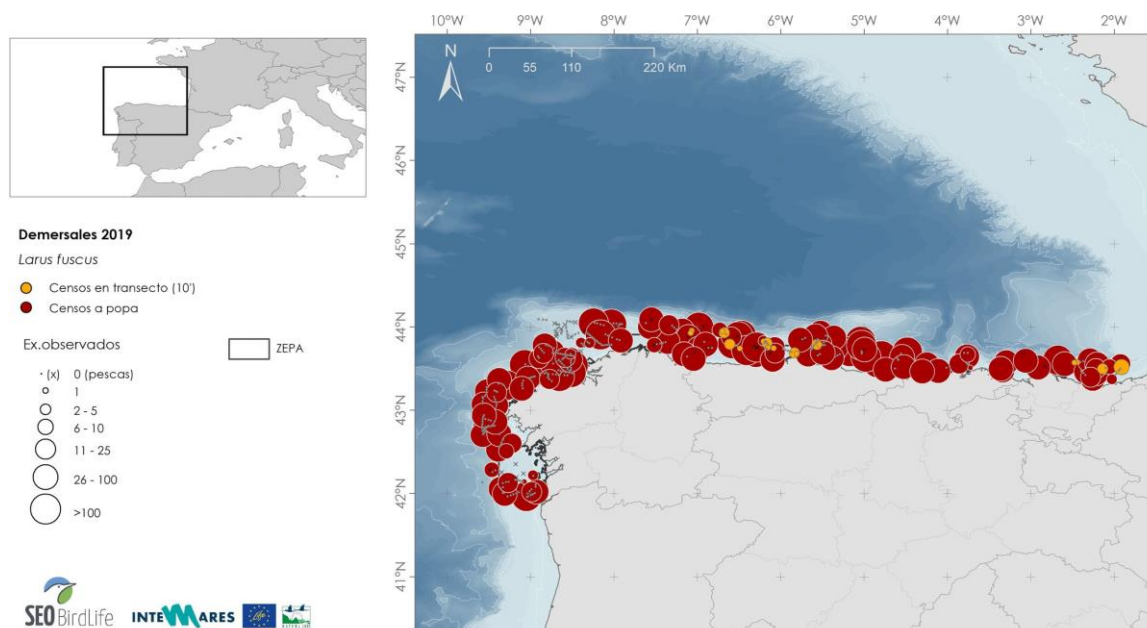


Figura 11. Abundancia y distribución de la gaviota sombría *Larus fuscus* en la Demarcación Noratlántica durante el otoño de 2019.

Los datos disponibles relativos a alturas de vuelo muestran que un porcentaje muy importante de la población (más del 27%) vuela a alturas superiores a los 20 metros, por lo que el riesgo de colisión es muy elevado en este sentido.

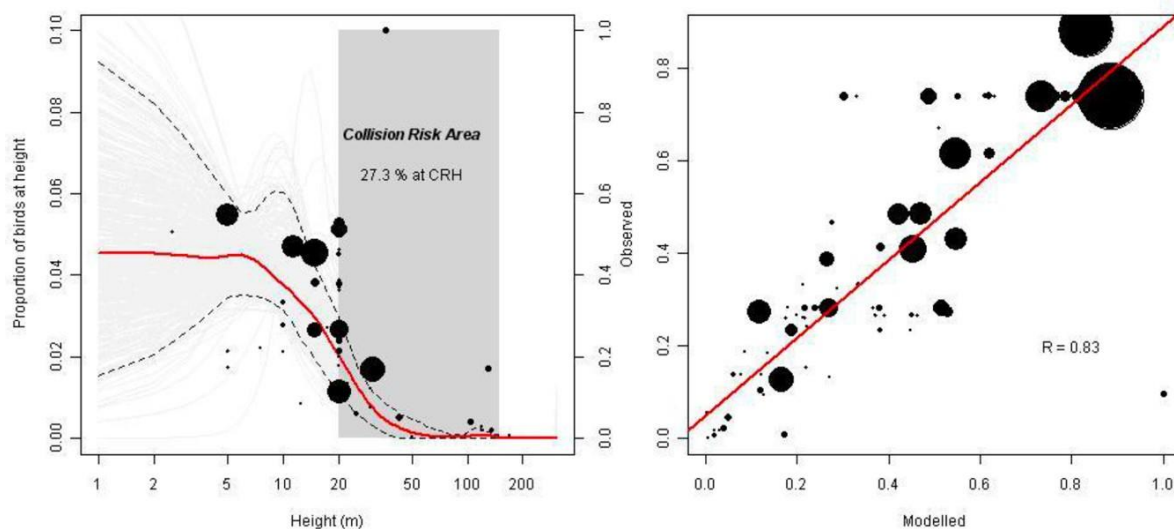


Figura 12. Alturas de vuelo estimadas y ajuste del modelo (Cook, et al. 2012). Se muestra en gris la altura considerada de riesgo para las colisiones (entre 20 y 150m) y se indica el porcentaje de desplazamientos que la especie efectúa a esa altura.

CHARRÁN PATINEGRO *THALASSEUS SANDVICENSIS*

El charrán patinegro se reproduce en algunas localidades del Mediterráneo ibérico, donde instala colonias de gran tamaño. Además, también se presenta a lo largo de todo el año en otras localidades, ya sea como invernante o en paso migratorio, momento en que el Cantábrico cobra muchísima importancia para la especie.

Selección de especies prioritarias

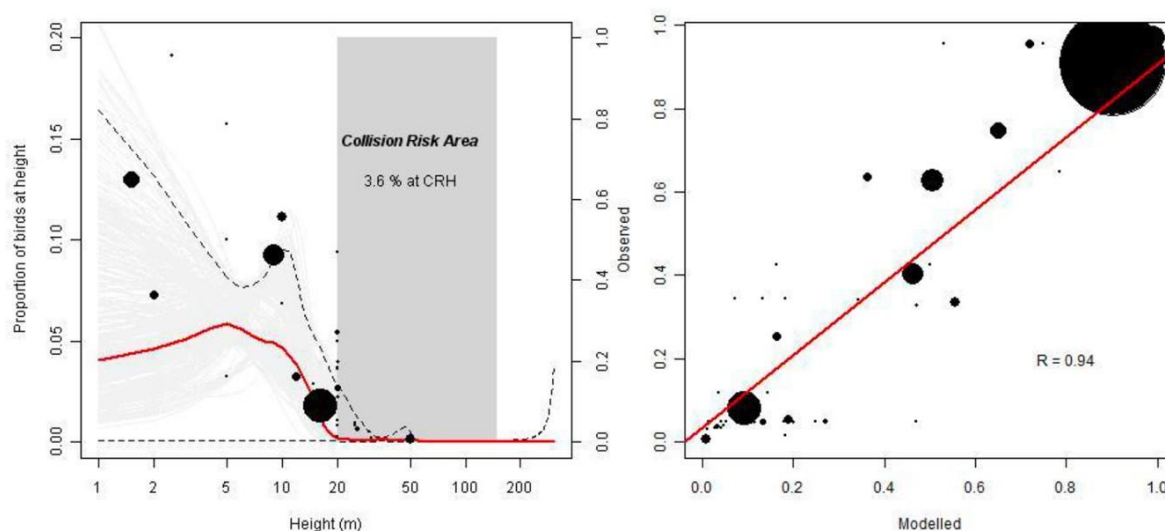


Figura 13. Alturas de vuelo estimadas y ajuste del modelo (Cook, et al. 2012). Se muestra en gris la altura considerada de riesgo para las colisiones (entre 20 y 150m) y se indica el porcentaje de desplazamientos que la especie efectúa a esa altura.

CHARRÁN ROSADO *STERNA DOUGALLII*

Pese a que es una especie escasa en España, lo reducido de su población en el Atlántico Norte hace que los ejemplares que se observan (normalmente en migración por la esquina noroeste o sedimentados en distintos puntos del Golfo de Cádiz) representen un porcentaje muy elevado de la población regional y, por tanto, el estado de conservación de los hábitats del charrán rosado en nuestro país tenga un impacto muy grande en la tendencia de la especie. A este hecho se añade que esta especie ha sido una de las más afectadas por el brote de gripe aviar del año 2022, que ha diezariado notablemente numerosas colonias. Así, se considera necesario recopilar información acerca de las alturas de vuelo y distribución de esta especie en España.

CHARRÁN COMÚN *STERNA HIRUNDO*

Se trata de una especie fundamentalmente migratoria en el Cantábrico, aunque con una pequeña población reproductora en la Bahía de Santander, que ha experimentado una tendencia positiva.

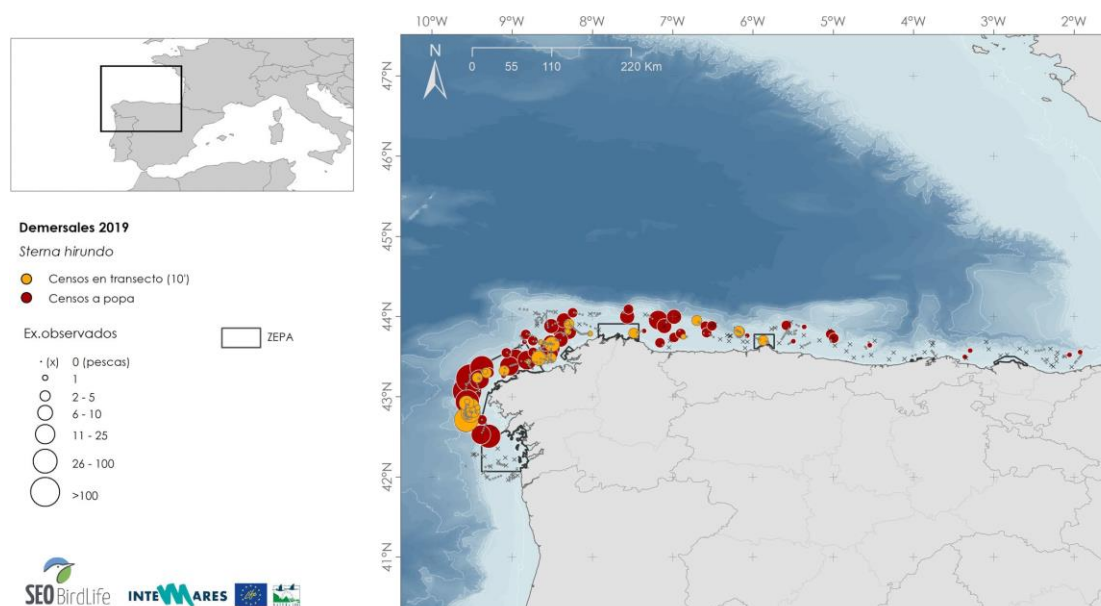


Figura 14. Abundancia y distribución del charrán común *Sterna hirundo* en la Demarcación Noratlántica durante el otoño de 2019.

Selección de especies prioritarias

Sumado a la importancia de todas las demarcaciones, nos encontramos con que buena parte de sus desplazamientos se realizan a alturas superiores a los 20m. En concreto, se estima que el 12.7% de las veces, los charranes comunes se desplazan a esa altura, aunque podría ser más si se estudiaran también los periodos migratorios.

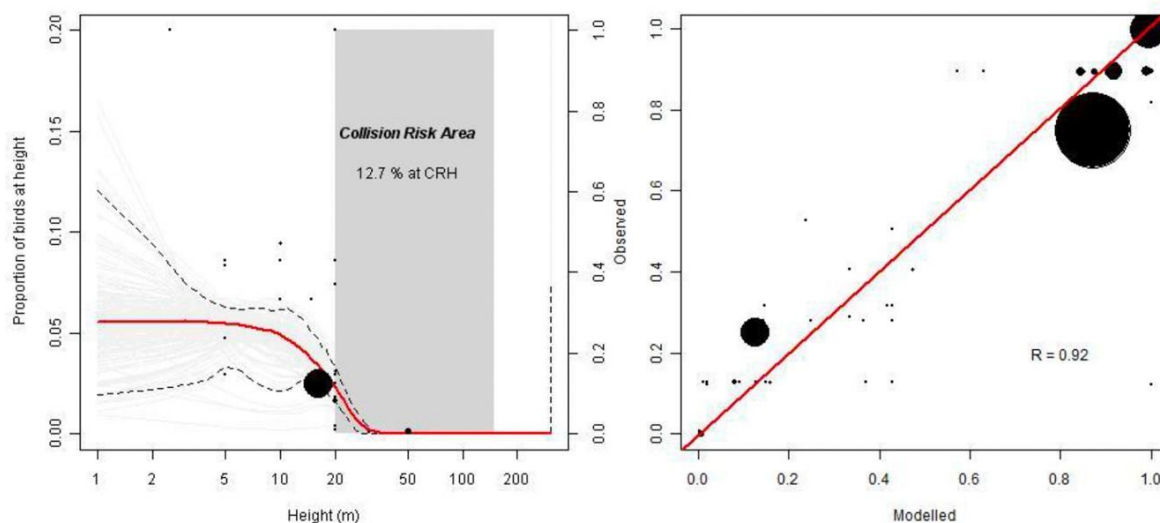


Figura 15. Alturas de vuelo estimadas y ajuste del modelo (Cook, et al. 2012). Se muestra en gris la altura considerada de riesgo para las colisiones (entre 20 y 150m) y se indica el porcentaje de desplazamientos que la especie efectúa a esa altura.

CHARRÁN ÁRTICO *STERNA PARADISAEA*

Se trata de una especie de hábitos parecidos al charrán común, pero que, durante las migraciones (cuando la especie migra por nuestras aguas, especialmente durante la migración otoñal) tiende a utilizar ambientes más oceánicos (alejados de costa) que el charrán común, por lo que resulta más difícil de cuantificar. Sin embargo, esta especie también se halla anexada en la Directiva Aves, por lo que España, como Estado Miembro de la UE, está obligada a monitorear su tendencia y garantizar la salud de sus poblaciones. En este sentido, se considera necesario obtener información sobre las alturas de vuelo del charrán ártico en nuestro país.

PÁGALO GRANDE *STERCORARIUS SKUA*

Existen dos zonas en nuestro país que acogen importantes concentraciones de págalo grande: la plataforma continental gallega y el Golfo de Cádiz, aunque la especie también está presente en el resto de aguas peninsulares. En España, la especie no toca tierra si no es en circunstancias muy especiales, por lo que su distribución es totalmente marina. Tiene por costumbre obtener el alimento a través de cleptoparasitar a alcatraces y gaviotas de gran tamaño (patiamarillas, sombrías, etc.), por lo que las alturas de vuelo deberían ser parecidas a éstas. A pesar de que los datos disponibles (provenientes del Mar del Norte) parecen indicar un reducido porcentaje de desplazamientos realizados a alturas de vuelo de riesgo, se considera que este análisis debería llevarse a cabo de nuevo en aguas españolas, en tanto que la especie podría mostrar aquí un comportamiento distinto (obs. pers.).

Selección de especies prioritarias

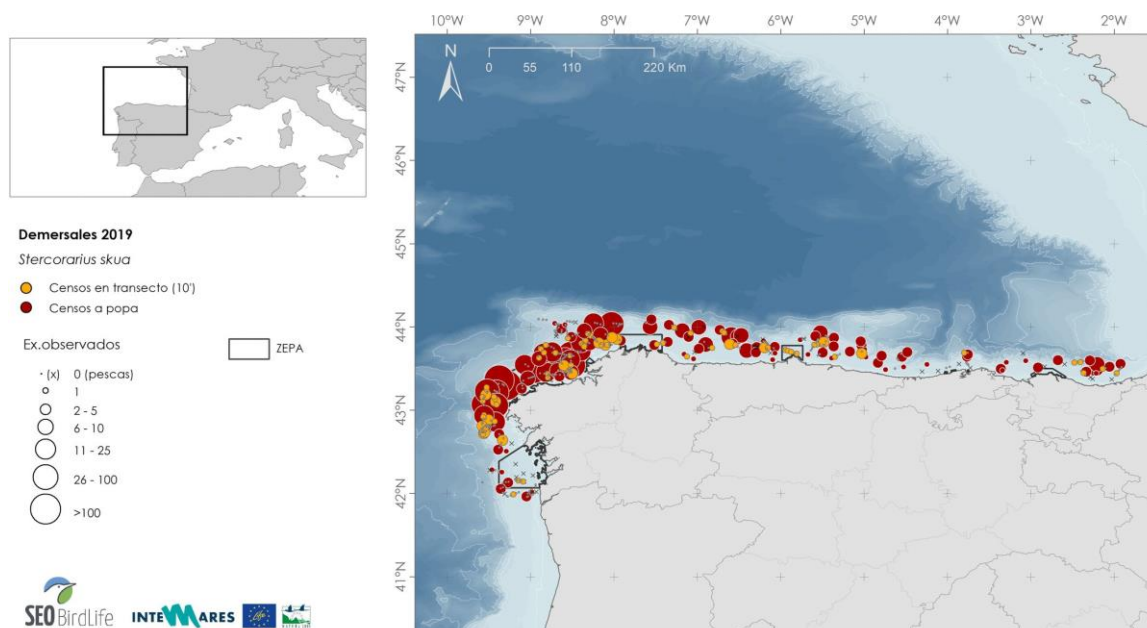


Figura 16. Abundancia y distribución del págallo grande *Stercorarius skua* en la Demarcación Noratlántica durante el otoño de 2019.

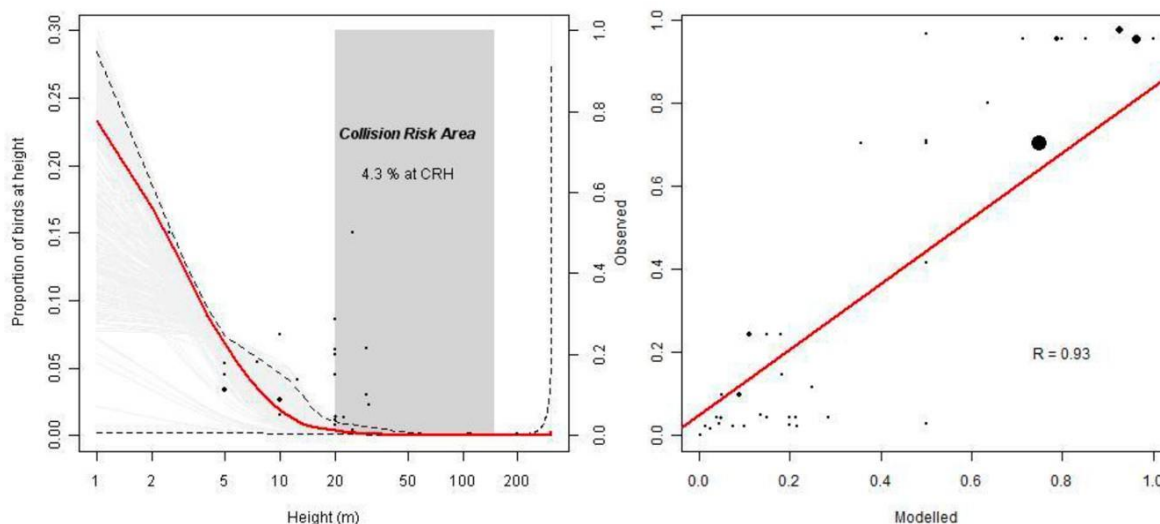


Figura 17. Alturas de vuelo estimadas y ajuste del modelo (Cook, et al. 2012). Se muestra en gris la altura considerada de riesgo para las colisiones (entre 20 y 150m) y se indica el porcentaje de desplazamientos que la especie efectúa a esa altura.

PÁGALO POMARINO *STERCORARIUS POMARINUS*

La abundancia del págallo pomarino en la plataforma continental gallega contribuyó a la definición de la ZEPA ES0000495 Espacio marino de Punta de Candelaria-Ría de Ortigueira-Estaca de Bares, en tanto que ésta acogía un porcentaje significativo de la población mundial. No se dispone de información relativa a la altura de vuelo, pero por las características de la especie (tamaño similar a gaviotas grandes, vuelo batido) se considera necesario estudiar su comportamiento en nuestras aguas.

Selección de especies prioritarias

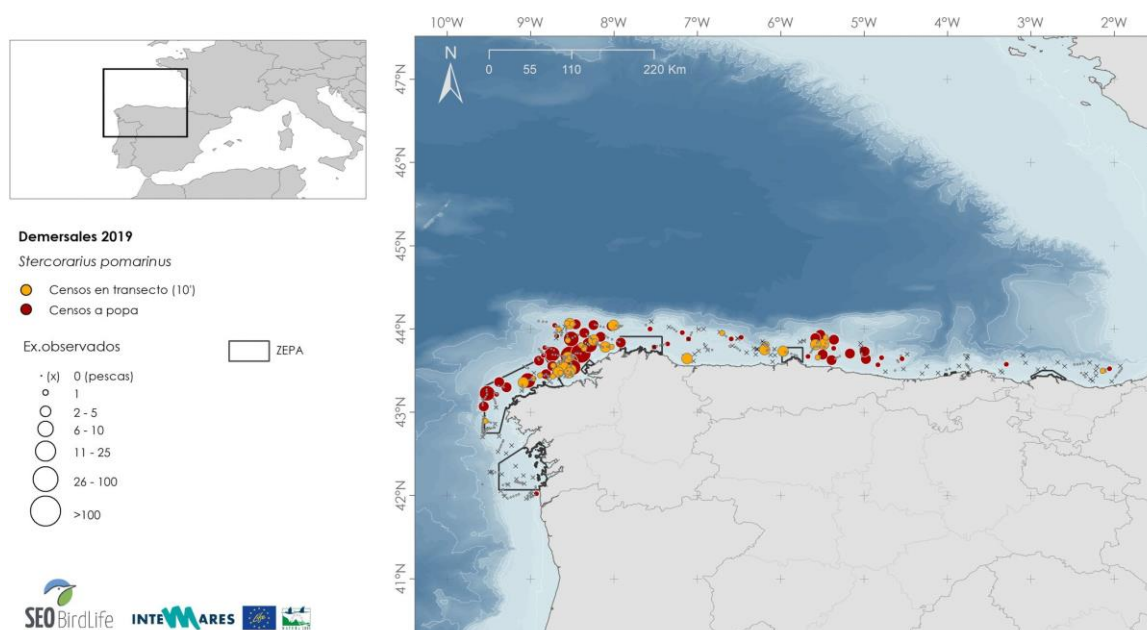


Figura 18. Abundancia y distribución del págalo pomarino *Stercorarius pomarinus* en la Demarcación Noratlántica durante el otoño de 2019.

PÁGALO PARÁSITO *STERCORARIUS PARASITICUS*

Al igual que el págalo pomarino, un buen porcentaje de los págalos parásitos que se reproducen en Europa, migran a través de las aguas del Cantábrico y Atlántico ibéricos. Además, un pequeño porcentaje también se queda a invernar, incluso en el Mediterráneo, donde sin embargo cada vez es más escaso. No se dispone de información relativa a la altura de vuelo, pero se considera necesario estudiar esta variable en aguas españolas, en tanto que podría diferir de lo observado en el Mar del norte o Escandinavia (donde se reproduce).

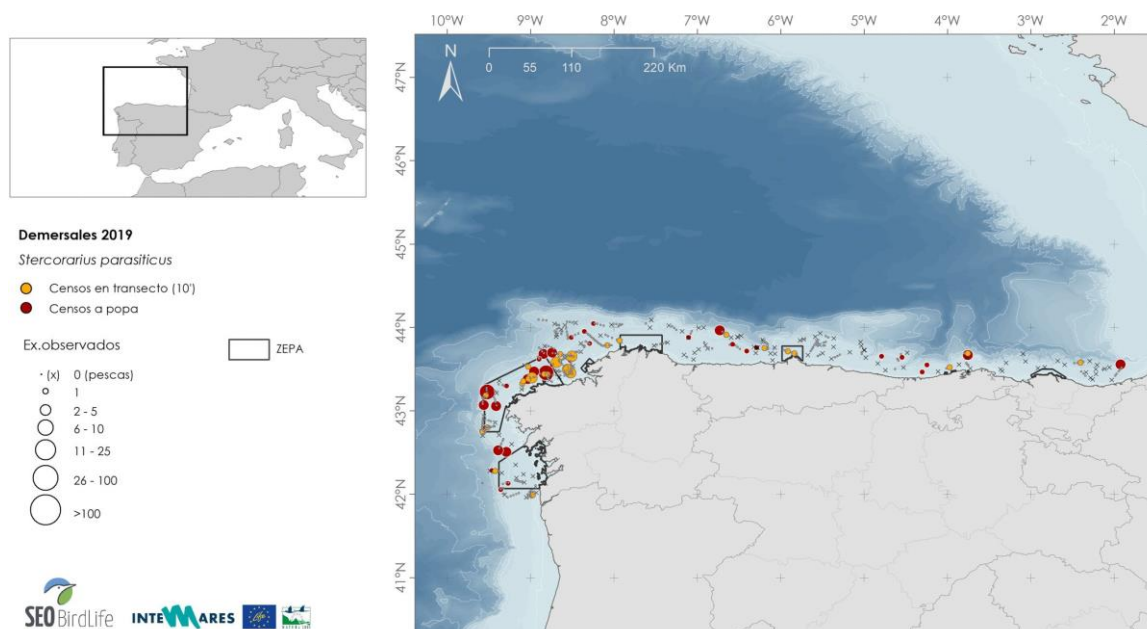


Figura 19. Abundancia y distribución del págalo parásito *Stercorarius parasiticus* en la Demarcación Noratlántica durante el otoño de 2019.

Selección de especies prioritarias

PÁGALO RABERO *STERCORARIUS LONGICAUDUS*

Se considera que buena parte de la población del Paleártico Occidental, estimada en 35.000 parejas (Wiley y Lee, 2020), migra a través de aguas españolas, normalmente cerca del límite de plataforma o incluso en aguas todavía más oceánicas. No se dispone de información relativa a la altura de vuelo, pero la especie cleptoparásita charranes y gaviotas de pequeño tamaño (gaviotas de Sabine y tridáctilas), por lo que podría desplazarse a alturas similares, lo que situaría un buen porcentaje de la población en riesgo de colisión. Por ello, se considera necesario estudiar la altura de los desplazamientos de págalo rabero en la zona.

ARAO COMÚN *URIA AALGE*

A pesar de que la especie se extinguió como reproductora en el año 2017, en invierno todavía se presenta en grandes números, especialmente en las zonas más orientales del Cantábrico. Paralelamente, la información relativa a las alturas de vuelo muestra que no se desplaza a alturas superiores a 20m, pero sí de manera muy frecuente justo a esa altura, lo que recomienda cautela a la hora de interpretar estos datos.

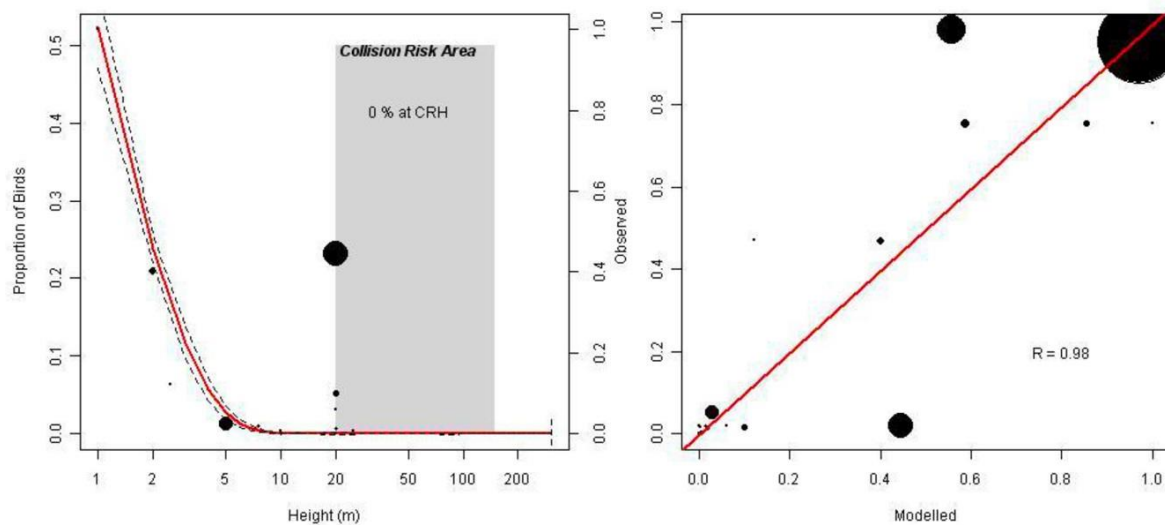


Figura 20. Alturas de vuelo estimadas y ajuste del modelo (Cook, et al. 2012). Se muestra en gris la altura considerada de riesgo para las colisiones (entre 20 y 150m) y se indica el porcentaje de desplazamientos que la especie efectúa a esa altura.

ALCA COMÚN *ALCA TORDA*

Se trata de un invernante puro, del que no se conocen datos de reproducción en España. Es un caso similar al arao común: no parece que se desplace a alturas superiores a los 20m, pero sí justo a esa altura, por lo que sería necesario incrementar el tamaño de la muestra y, sobre todo, llevar a cabo este mismo estudio en aguas españolas, para comprobar si se comporta del mismo modo. En este caso, su distribución no se concentra actualmente en la parte oriental del Cantábrico, sino que también es conspicuo en la plataforma continental gallega, el Golfo de Cádiz e incluso el Mediterráneo, donde a pesar de ello muestra una tendencia negativa.

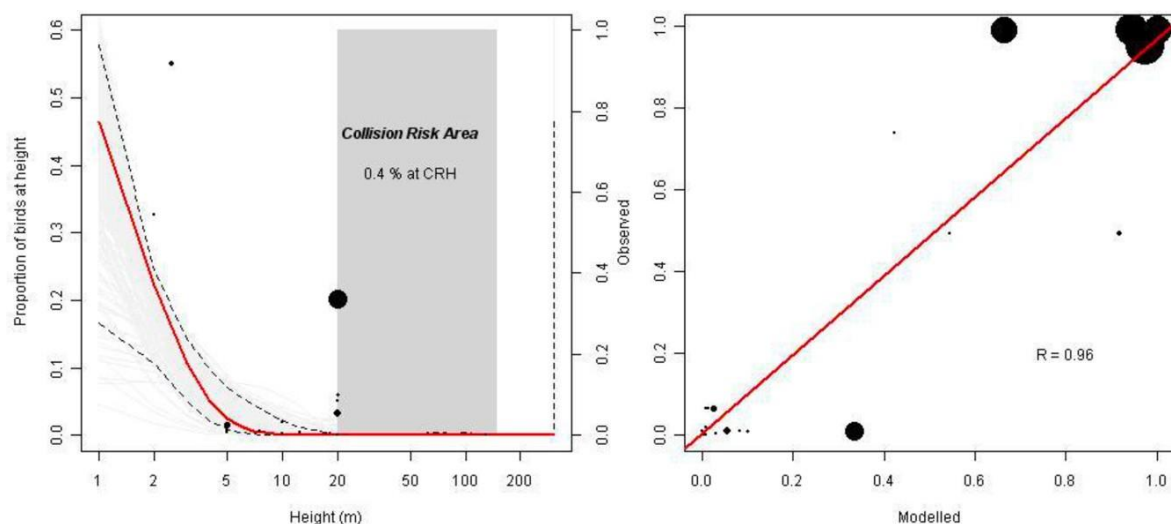


Figura 21. Alturas de vuelo estimadas y ajuste del modelo (Cook, et al. 2012). Se muestra en gris la altura considerada de riesgo para las colisiones (entre 20 y 150m) y se indica el porcentaje de desplazamientos que la especie efectúa a esa altura.

FRILECILLO ATLÁNTICO *FRATERCULA ARCTICA*

Al igual que el alca, el frailecillo es una especie que se presenta en aguas españolas solamente en los meses de invierno y durante las migraciones, cuando accede incluso al Mediterráneo. Sin embargo, acostumbra a utilizar ambientes bastante oceánicos, alejados de costa, por lo que resulta muy difícil estimar su población en España, describir su comportamiento y evaluar su estado de conservación.

Las alturas de vuelo no parecen ser un problema para esta especie, que según los datos disponibles acostumbra a desplazarse a alturas inferiores a los 20m. Aun así, teniendo en cuenta que la especie está catalogada como Vulnerable por la UICN, se considera necesario obtener información comportamental del frailecillo en nuestro país y, sobre todo, analizar el uso del hábitat marino para evitar el riesgo de desplazamiento, potencialmente elevado en esta especie.

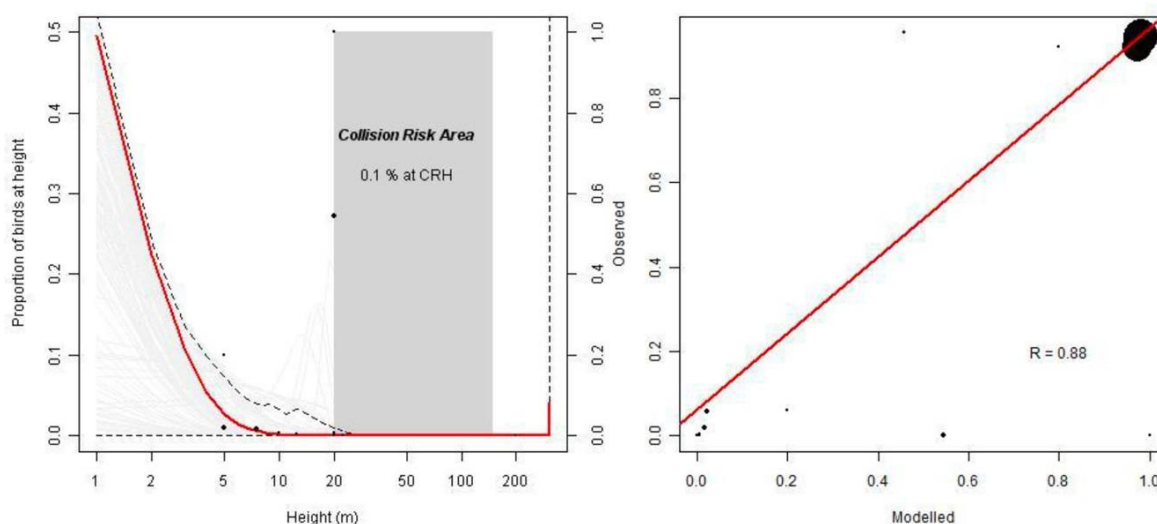


Figura 22. Alturas de vuelo estimadas y ajuste del modelo (Cook, et al. 2012). Se muestra en gris la altura considerada de riesgo para las colisiones (entre 20 y 150m) y se indica el porcentaje de desplazamientos que la especie efectúa a esa altura.

PARDELA CENICIENTA ATLÁNTICA Y MEDITERRÁNEA CALONECTRIS BOREALIS/DIOMEDEA

Se trata de pardelas grandes, con tendencia a desplazarse realizando grandes arcos, especialmente con vientos fuertes. Por ello, es probable que sea la especie de pardela con más riesgo de colisión, aunque la bibliografía no recoge información detallada sobre la altura de vuelo. Otro factor que puede incrementar el riesgo de colisión es la abundancia de la especie en nuestras aguas. Canarias constituye la principal zona de nidificación de la pardela cenicienta atlántica a nivel mundial y la especie ha colonizado algunas islas gallegas recientemente, haciendo uso de la plataforma continental cantábrica durante toda la temporada de cría y de forma presumiblemente creciente. Paralelamente, las islas Baleares y Columbretes acogen buenas poblaciones de pardela cenicienta mediterránea, que se alimentan fundamentalmente en la plataforma continental ibérica entre los meses de marzo y octubre. Por todo ello, resulta especialmente importante recopilar información relativa a las alturas de vuelo de la especie bajo distintas circunstancias, en tanto que lo que le sucede a la pardela cenicienta en nuestro país tiene un fuerte impacto para la especie a nivel global.

PARDELA SOMBRÍA ARDENNA GRISEA

A pesar de que los números pueden variar en función de la NAO y la abundancia de alimento, la Bahía de Vizcaya acoge grandes concentraciones de esta especie entre los meses de julio y principios de noviembre, con picos habitualmente localizados entre mediados de septiembre y finales de octubre (Louzao, et al. 2015). Estas aves se alimentan en la parte central de la plataforma continental, haciendo uso en muchas ocasiones de los descartes pesqueros.

Se trata de una migradora de muy larga distancia, con una estructura que le permite aprovechar el viento al máximo y realizar grandes desplazamientos con muy el mínimo energético. Es en este momento cuando alcanza alturas considerables, generalmente planeando y dibujando grandes arcos. Estos desplazamientos se llevan a cabo habitualmente en aguas más alejadas de costa, donde los vientos imperantes son más fuertes que en la primera franja costera, lo que ayuda a las aves a minimizar la energía requerida, como se ha comentado (Humphries, et al. 2018). En estas circunstancias, se trata de una especie muy vulnerable a colisiones con aerogeneradores (Ainley, et al. 2015).

PARDELA CAPIROTADA ARDENNA GRAVIS

Al igual que en el caso de la pardela sombría, la Bahía de Vizcaya también acoge concentraciones muy masivas de pardelas capirotadas, con un orden de magnitud de decenas de miles (Sandoval, 2016), aunque en números variables en función de la disponibilidad de alimento y la NAO (Louzao, et al. 2015). También de forma similar a la pardela sombría, la pardela capirotada lleva a cabo desplazamientos de muy larga distancia, para los que aprovecha el viento para coger altura y llevar a cabo planeos con muy poco coste energético. Sin embargo, a diferencia de la sombría, la pardela capirotada tiende a alimentarse más lejos de costa, cerca del límite de plataforma (aunque sin llegar a éste), por lo que su abundancia desde costa no siempre es fácil de evaluar.

Selección de especies prioritarias

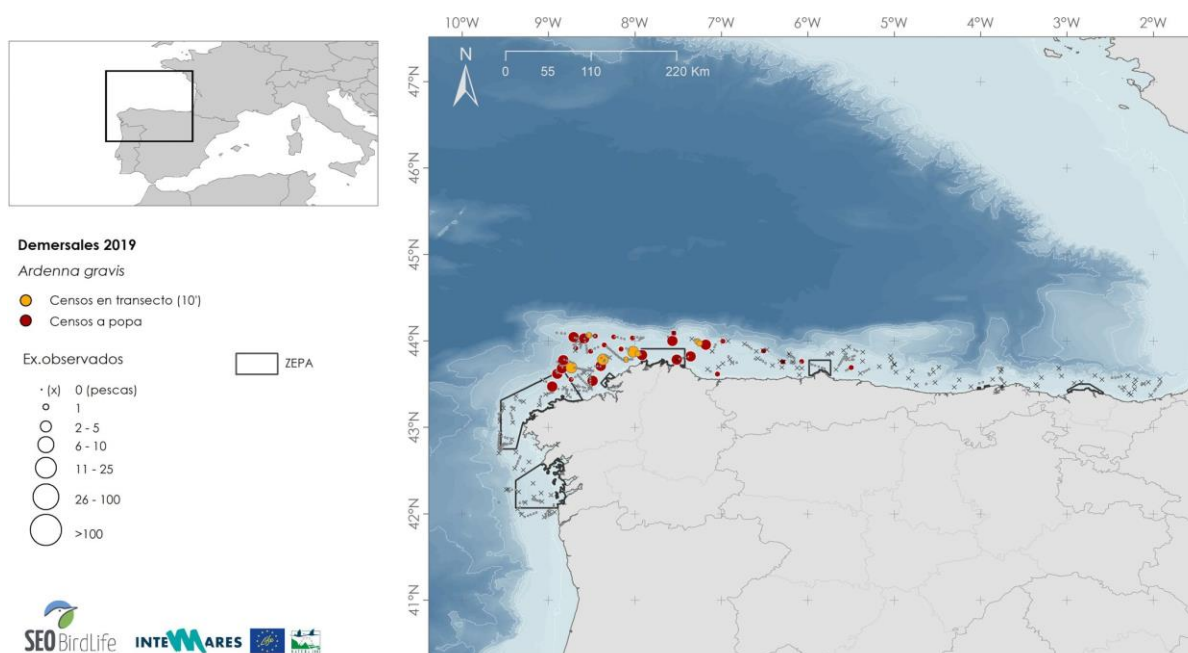


Figura 23. Abundancia y distribución de la pardela capirotada *Ardenna gravis* en la Demarcación Noratlántica durante el otoño de 2019.

PARDELA PICHONETA *PUFFINUS PUFFINUS*

A pesar de que el riesgo de colisión recogido en Cook, et al. (2012) es muy bajo, es necesario comentar que, en zonas exclusivamente de migración, la especie hace uso de vientos fuertes para desplazarse a gran velocidad con el mínimo gasto energético. Es en estos momentos cuando la altura de vuelo puede ser mayor y cruzar más frecuentemente el límite de los 20m que se establece como de riesgo. Este hecho, sumado a la gran abundancia de la especie en aguas del Cantábrico y Atlántico ibéricos (especialmente en la mitad oeste, con días de migración por encima de los 20.000 ejemplares), hace que sea necesario estudiar la altura de vuelo de esta especie en la zona concreta de estudio, en tanto que podría ser bastante distinta a la descrita en zonas de cría.

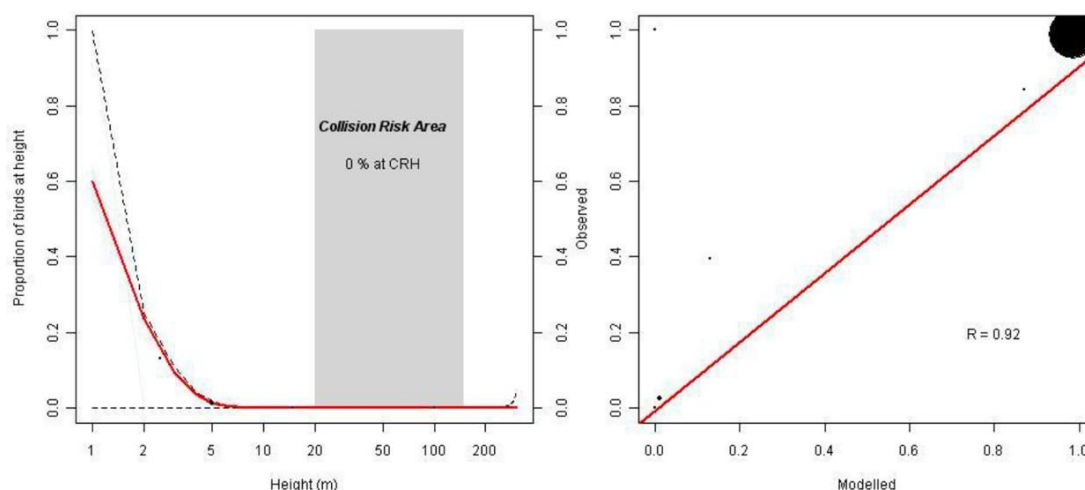


Figura 24. Alturas de vuelo estimadas y ajuste del modelo (Cook, et al. 2012). Se muestra en gris la altura considerada de riesgo para las colisiones (entre 20 y 150m).

Selección de especies prioritarias

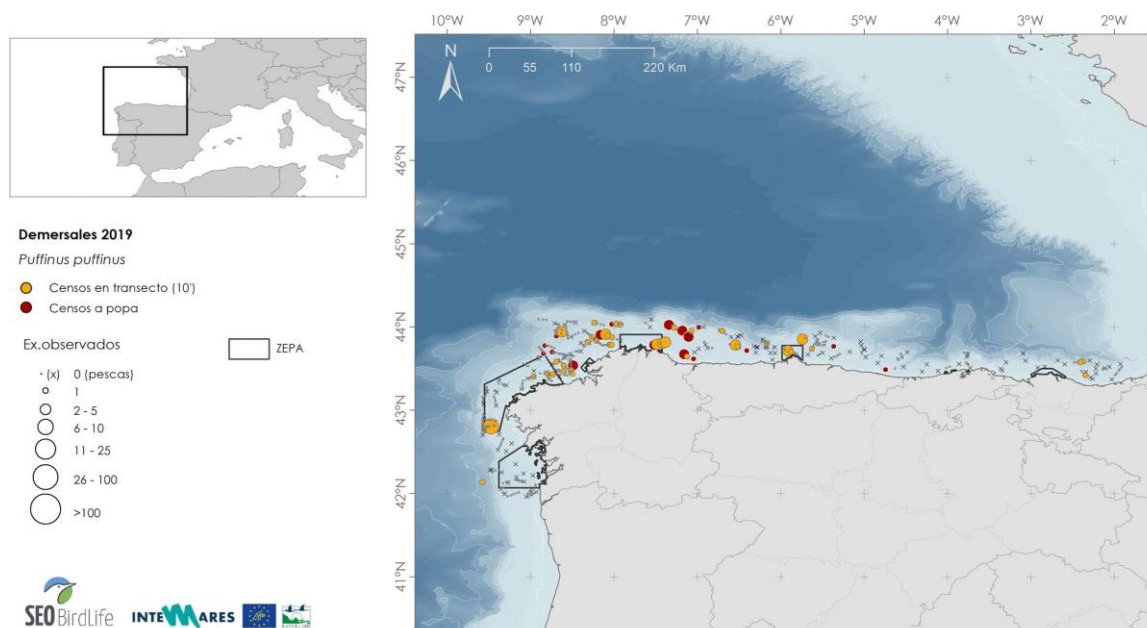


Figura 25. Abundancia y distribución de la pardela pichoneta *Puffinus puffinus* en la Demarcación Noratlántica durante el otoño de 2019.

PARDELA BALEAR *PUFFINUS MAURETANICUS*

Se trata de una especie en peligro crítico, cuyas poblaciones reproductoras (situadas exclusivamente en las Islas Baleares) muestran un declive preocupante, que podría llevar a la especie a la extinción a corto plazo (Oro, et al. 2004). Si bien se trata de una especie eminentemente mediterránea durante la reproducción, el total de la población se dirige al Atlántico y Cantábrico posteriormente, para llevar a cabo la muda del plumaje. Se trata, además, de una especie bastante costera, que hace uso de la primera franja litoral e incluso de rías y estuarios.

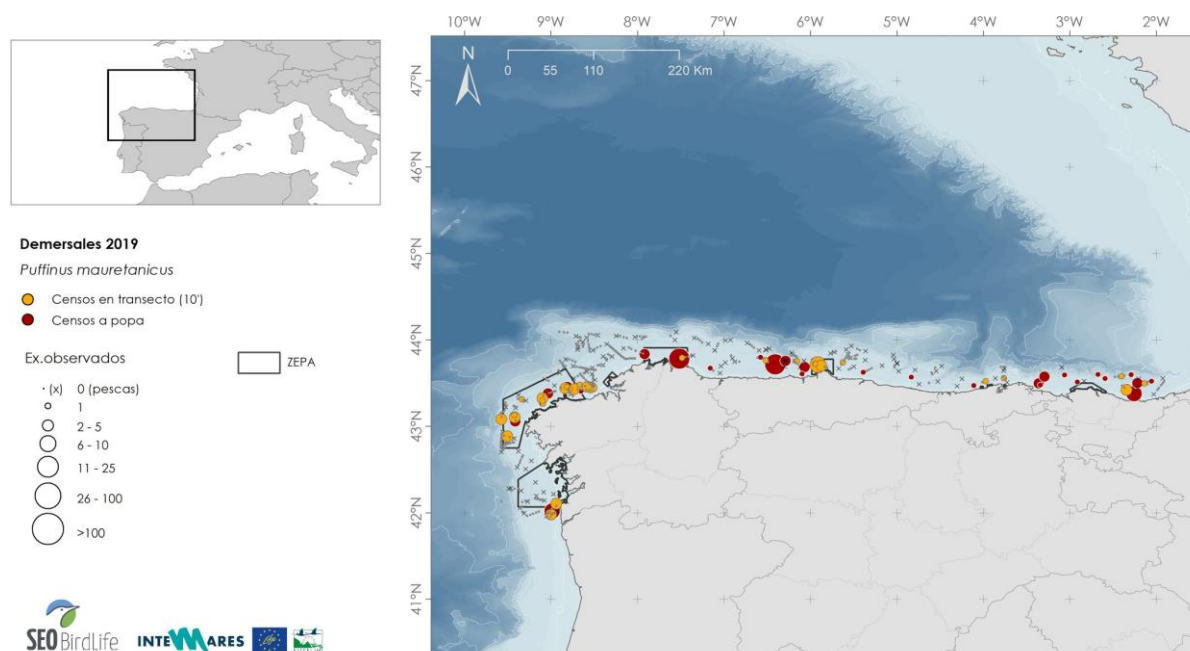


Figura 26. Abundancia y distribución de la pardela balear *Puffinus mauretanicus* en la Demarcación Noratlántica durante el otoño de 2019.

No se dispone de información relativa a las alturas de vuelo, pero sí es probable que sean similares a las que aquí se muestran para la pardela pichoneta. En cualquier caso, se considera prioritario estudiar bien las

Selección de especies prioritarias

particularidades de esta especie, sobre todo en lo relativo a su distribución a lo largo del tiempo y a la variación en la altura de vuelo dependiendo de las condiciones meteorológicas.

ALCATRAZ ATLÁNTICO *MORUS BASSANUS*

Se trata de una especie increíblemente abundante en toda la Plataforma continental cantábrica, especialmente durante la migración otoñal, aunque con presencia a lo largo de todo el año. En primavera, el alcatraz se desplaza sobre todo por el sector más occidental (la fachada atlántica). También está presente en el Mediterráneo, aunque en cantidades menores.

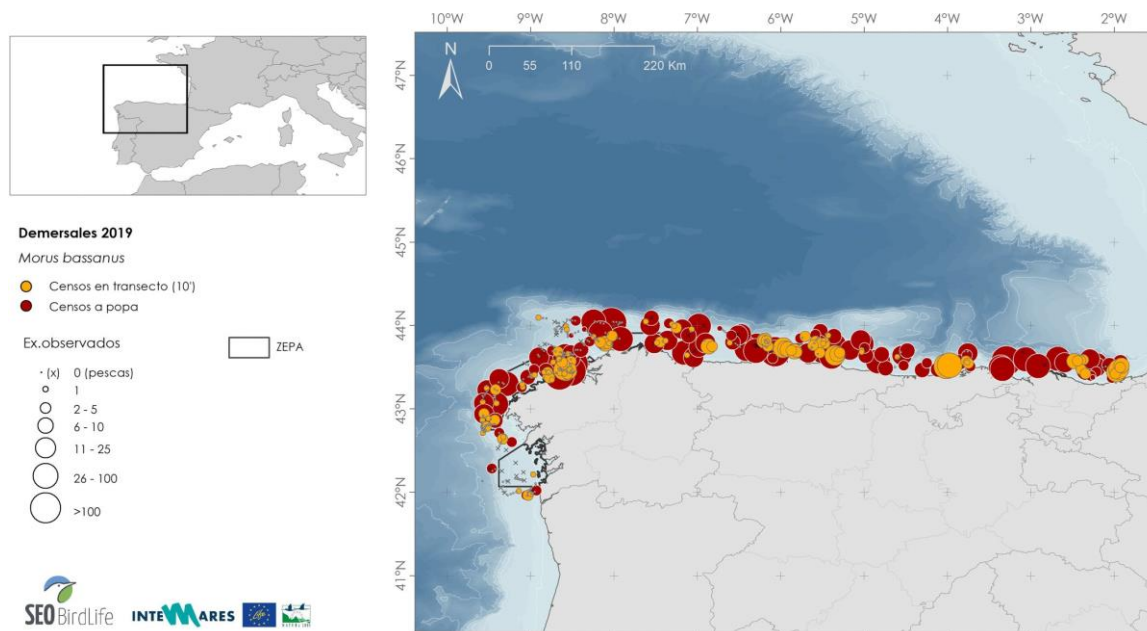


Figura 27. Abundancia y distribución del alcatraz atlántico *Morus bassanus* en la Demarcación Noratlántica durante el otoño de 2019.

La información disponible relativa a alturas de vuelo apunta a un riesgo de colisión reducido, aunque significativo (3.6% de desplazamientos por encima de los 20m). Sin embargo, estos estudios provienen fundamentalmente de zonas de reproducción, donde es probable que la especie no tenga la necesidad de utilizar vientos favorables para sus viajes de alimentación, como sí ocurre durante las migraciones, que transcurren por nuestro país. Así, se considera necesario estudiar el comportamiento de esta especie en concreto en España, dado que se sospecha que, al menos en algunas circunstancias, las alturas de vuelo podrían ser mayores.

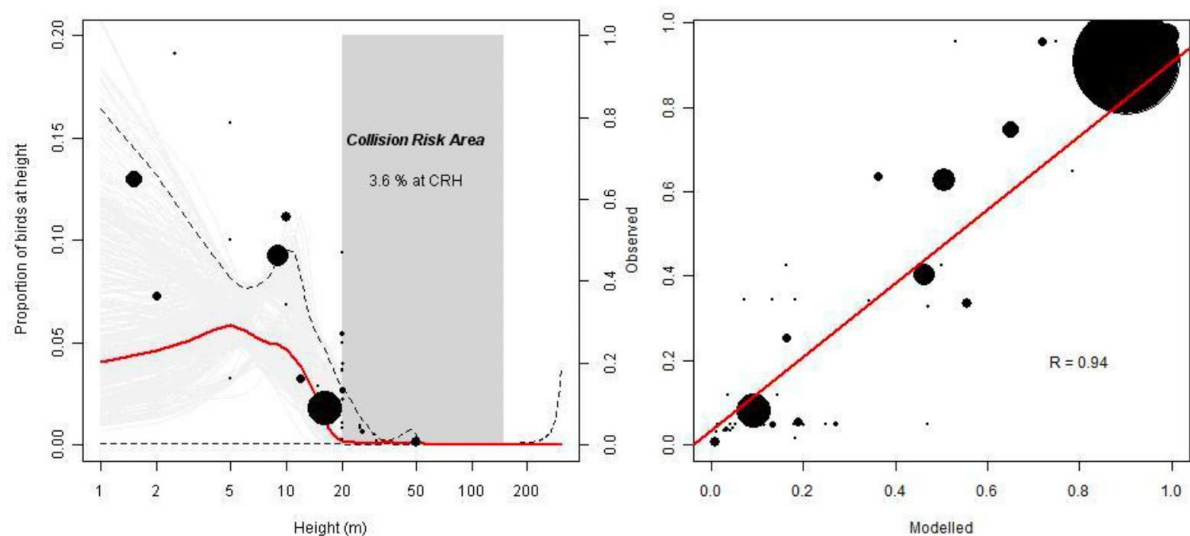


Figura 28. Alturas de vuelo estimadas y ajuste del modelo (Cook, et al. 2012). Se muestra en gris la altura considerada de riesgo para las colisiones (entre 20 y 150m) y se indica el porcentaje de desplazamientos que la especie efectúa a esa altura.

CORMORÁN MOÑUDO *GULOSOS ARISTOTELIS*

La tendencia de la especie en nuestro país no es positiva, como mínimo en algunos núcleos, tanto en el Mediterráneo (subespecie *desmarestii*) como en el Atlántico (subespecie *aristotelis*). A las múltiples amenazas que ya sufre (como la presencia de depredadores introducidos o las capturas accidentales en artes de pesca), podrían sumarse ahora las colisiones con aerogeneradores, en tanto que un porcentaje importante de los desplazamientos se llevan a cabo a alturas de riesgo.

Existen proyectos en marcha enfocados a la descripción del uso del hábitat por parte de esta especie, tanto en el Cantábrico como en el Mediterráneo, que presumiblemente también recogerán información sobre la altura de vuelo. Así, sería necesario recoger dicha información para establecer la altura de desplazamiento de la especie en España y su localización en el espacio.

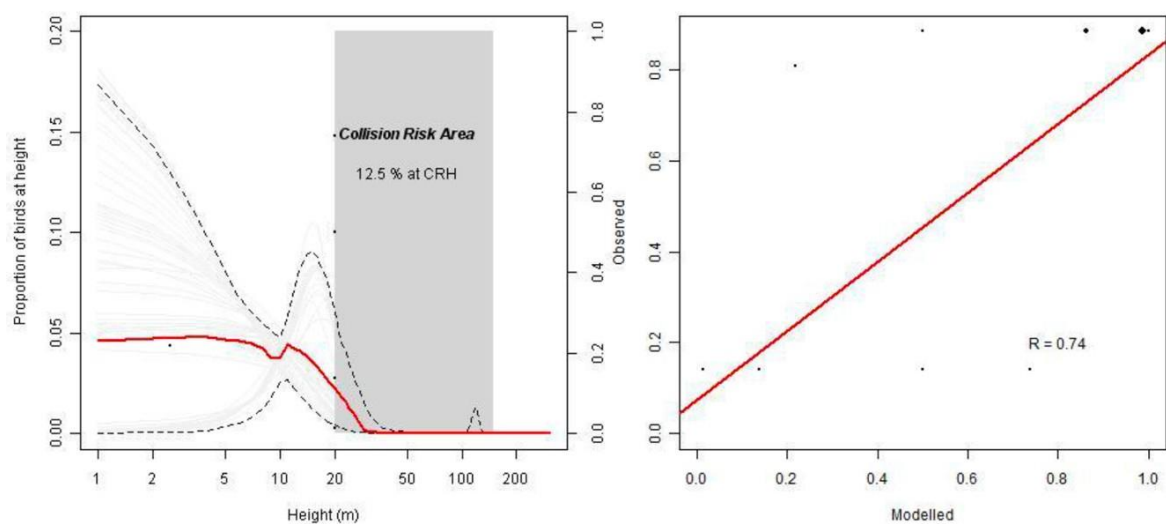


Figura 29. Alturas de vuelo estimadas y ajuste del modelo (Cook, et al. 2012). Se muestra en gris la altura considerada de riesgo para las colisiones (entre 20 y 150m).

TABLA RESUMEN

A modo de resumen, se incluye la siguiente tabla, donde se indican las categorías de amenaza UICN, la abundancia en aguas españolas (+++: muy abundante; ++: abundancia media; +: poco abundante o localizado) y el porcentaje de desplazamientos a alturas de riesgo recogidos en Cook, et al. 2012.

Especie	IUCN	Abundancia	Porcentaje Riesgo*
Melanitta nigra	LC	++	1%
Rissa tridactyla	VU	++	16%
Xema sabini	LC	+	--
Croicocephalus ridibundus	LC	++	7.90%
Hydrocoloeus minutus	LC	++	5.50%
Larus marinus	LC	+	33.10%
Larus michahellis	LC	+++	28.40%
Larus fuscus	LC	+++	27.30%
Thalasseus sandvicensis	LC	++	3.60%
Sternula albifrons	LC	+	--
Sterna dougallii	LC	+	--
Sterna hirundo	LC	+++	12.70%
Sterna paradisaea	LC	++	--
Stercorarius skua	LC	+++	--
Stercorarius pomarinus	LC	++	--
Stercorarius parasiticus	LC	++	--
Stercorarius longicaudus	LC	+	--
Uria aalge	LC	++	0.00%
Alca torda	LC	++	0.40%
Fratercula arctica	VU	++	0.10%
Calonectris diomedea/borealis	LC	+++	--
Puffinus mauretanicus	CR	++	--
Puffinus puffinus	LC	+++	0.00%
Puffinus gravis	LC	++	--
Morus bassanus	LC	+++	3.60%
Gulosus aristotelis	LC	++	12.50%

BIBLIOGRAFÍA

- Ainley, D. G., Porzig, E., Zajanc, D., & Spear, L. B. (2015). Seabird flight behavior and height in response to altered wind strength and direction. *Marine Ornithology*, 43, 25-36.
- Borkenhagen, K., Corman, A. M., & Garthe, S. (2018). Estimating flight heights of seabirds using optical rangefinders and GPS data loggers: a methodological comparison. *Marine Biology*, 165(1), 1-7.
- Bradbury, G., Trinder, M., Furness, B., Banks, A. N., Caldow, R. W., & Hume, D. (2014). Mapping seabird sensitivity to offshore wind farms. *PloS one*, 9(9), e106366.
- Cama, A., Josa, P., Ferrer-Obiol, J., & Arcos, J. M. (2011). Mediterranean Gulls *Larus melanocephalus* wintering along the Mediterranean Iberian coast: numbers and activity rhythms in the species' main winter quarters. *Journal of Ornithology*, 152(4), 897-907.
- Cook, A. S. C. P., Johnston, A., Wright, L. J., & Burton, N. H. (2012). Strategic Ornithological Support Services Project SOSS-02: A Review of Flight Heights and Avoidance Rates of Birds in Relation to Offshore Wind Farms. British Trust for Ornithology.
- Frederiksen, M., Wanless, S., Harris, M. P., Rothery, P., & Wilson, L. J. (2004). The role of industrial fisheries and oceanographic change in the decline of North Sea black-legged kittiwakes. *Journal of Applied Ecology*, 41(6), 1129-1139.
- Freeman, R., Dean, B., Kirk, H., Leonard, K., Phillips, R. A., Perrins, C. M., & Guilford, T. (2013). Predictive ethoinformatics reveals the complex migratory behaviour of a pelagic seabird, the Manx Shearwater. *Journal of the Royal Society Interface*, 10(84), 20130279.
- Garthe, S., Hallgrimsson, G. T., Montevecchi, W. A., Fifield, D., & Furness, R. W. (2016). East or west? Migration routes and wintering sites of Northern Gannets *Morus bassanus* from south-eastern Iceland. *Marine biology*, 163(7), 1-9.
- Grecian, W. J., Williams, H. J., Votier, S. C., Bearhop, S., Cleasby, I. R., Grémillet, D., ... & Bodey, T. W. (2019). Individual spatial consistency and dietary flexibility in the migratory behavior of northern gannets wintering in the northeast Atlantic. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7, 214.
- Humphries, G. R., Magness, D. R., & Huettmann, F. (Eds.). (2018). *Machine learning for ecology and sustainable natural resource management* (p. 3). Switzerland: Springer.
- Kubetzki, U., Garthe, S., Fifield, D., Mendel, B., & Furness, R. W. (2009). Individual migratory schedules and wintering areas of northern gannets. *Marine Ecology Progress Series*, 391, 257-265.
- Lane, J. V., Pollock, C. J., Jeavons, R., Sheddian, M., Furness, R. W., & Hamer, K. C. (2021). Post-fledging movements, mortality and migration of juvenile northern gannets. *Marine Ecology Progress Series*, 671, 207-218.
- Louzao, M., Afán, I., Santos, M., & Brereton, T. (2015). The role of climate and food availability on driving decadal abundance patterns of highly migratory pelagic predators in the Bay of Biscay. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 3, 90.
- Louzao, M., Fernandez-Martin, P., Weidberg, N., Santos, M. B., & Gonzalez-Quiros, R. (2020). Spatio-temporal patterns of northern gannet abundance in a migratory and wintering area. *Zoology*, 140, 125776.
- Mouriño, J., Arcos, F., Salvadores, R., Sandoval, A., & Vidal, C. (2003). Status of the Balearic shearwater (*Puffinus mauretanicus*) on the Galician coast (NW Iberian Peninsula). *Scientia Marina*, 67(S2), 135-142.
- Pollock, C. J., Lane, J. V., Buckingham, L., Garthe, S., Jeavons, R., Furness, R. W., & Hamer, K. C. (2021). Risks to different populations and age classes of gannets from impacts of offshore wind farms in the southern North Sea. *Marine Environmental Research*, 171, 105457.
- Stenhouse, I. J., Egevang, C., & Phillips, R. A. (2012). Trans-equatorial migration, staging sites and wintering area of Sabine's Gulls *Larus sabini* in the Atlantic Ocean. *Ibis*, 154(1), 42-51.
- van Bemmelen, R., Moe, B., Hanssen, S. A., Schmidt, N. M., Hansen, J., Lang, J., ... & Gilg, O. (2017). Flexibility in otherwise consistent non-breeding movements of a long-distance migratory seabird, the long-tailed skua. *Marine Ecology Progress Series*, 578, 197-211.

Selección de especies prioritarias

Wiley, R. H. y D. S. Lee (2020). Long-tailed Jaeger (*Stercorarius longicaudus*), version 1.0. In Birds of the World (S. M. Billerman, Editor). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.lotjae.01>

Oro, D., Aguilar, J. S., Igual, J. M., & Louzao, M. (2004). Modelling demography and extinction risk in the endangered Balearic shearwater. *Biological Conservation*, 116(1), 93-102.

Rouco, M., Copete, J. L., De Juana, E., Gil-Velasco, M., Lorenzo, J. A., Martín, M., Milá, B., Molina, B. & Santos, D. M. 2022. Lista de las aves de España. Edición de 2022. SEO/BirdLife. Madrid.