



VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



INTEMARES



Desarrollo de una metodología de censo efectiva para las poblaciones reproductoras de procelarifformes a través del uso de nuevas tecnologías

INFORME FINAL

Incluye: Introducción y antecedentes de las especies objetivo (E.1.1), informe de resultados de las campañas de búsqueda de nidos, testado de nuevas tecnologías y de censo clásico (E.2.1, E.2.2 y E.2.3) y documento técnico-científico que describa la metodología diseñada para el censo de procelarifformes a través del uso de nuevas tecnologías (E.3.1)

Julio de 2023

LIFE IP INTEMARES

Gestión integrada, innovadora participativa de la Red Natura 2000 en el medio marino español



VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



INTEMARES



LIFE15 IP ES012 – INTEMARES

Acción C2.3 - Proyectos piloto de monitorización de especies y hábitats marinos mediante el uso de nuevas tecnologías: Monitorización de procelarifformes

INFORME FINAL

Incluye: Introducción y antecedentes de las especies objetivo (E.1.1), informe de resultados de las campañas de búsqueda de nidos, testado de nuevas tecnologías y de censado clásico (E.2.1, E.2.2 y E.2.3) y documento técnico-científico que describa la metodología diseñada para el censado de procelarifformes a través del uso de nuevas tecnologías (E.3.1)

Autoría: CORY'S – Investigación y Conservación de la Biodiversidad



Autor del Informe: Marcel Gil Velasco, Clara Morey Rubio, Marc Illa Llobet y Juan Bécares de Fuentes.

Trabajo de campo: Marcel Gil, Marc Illa, Clara Morey y Saúl Román

Coordinación y revisión: Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Edita: El proyecto LIFE IP INTEMARES, que coordina la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, tiene el objetivo de lograr una gestión eficaz de los espacios marinos de la Red Natura 2000, con la ciencia y la participación activa de los sectores implicados.

Participan como socios la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación del propio ministerio, el IEO, CEPESCA, SEO/BirdLife, WWF-España, Junta de Andalucía, Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía, Universidad de Alicante, Universidad Politécnica de Valencia y AZTI. Cuenta con la contribución financiera del programa LIFE de la Unión Europea, entre otras fuentes de financiación.

INTEMARES





Coordina



Socios



Fecha de edición: 28 de Julio de 2023

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO / EXECUTIVE SUMMARY	6
CONTEXTO Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	7
INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES SOBRE LAS ESPECIES OBJETIVO DEL ESTUDIO (E.1.1.)	
1. Pardela chica (<i>Puffinus baroli</i>)	9
1.1. Estado de conservación (tanto a nivel mundial, como europeo y estatal)	9
1.2. Biología y ecología de la especie.....	9
1.3. Distribución, abundancia y tendencia en sus colonias reproductoras	16
1.4. Parámetros reproductivos	19
1.5. Principales amenazas.....	19
1.6. Estudios previos con la especie.....	21
1.7. Entidades y expertos consultados.....	22
2. Pardela cenicienta (<i>Calonectris borealis</i>).....	23
2.1. Estado de conservación (tanto a nivel mundial, como europeo y estatal)	23
2.2. Biología y ecología de la especie.....	23
2.3. Distribución, abundancia y tendencia en sus colonias reproductoras	25
2.4. Parámetros reproductivos	29
2.5. Principales amenazas.....	30
2.6. Estudios previos con la especie.....	30
2.7. Entidades y expertos consultados.....	31
3. Paíño de Madeira (<i>Hydrobates castro</i>).....	31
3.1. Estado de conservación (tanto a nivel mundial, como europeo y estatal)	31
3.2. Biología y ecología de la especie.....	31
3.3. Distribución, abundancia y tendencia en sus colonias reproductoras	32
3.4. Parámetros reproductivos	34
3.5. Principales amenazas.....	34
3.6. Estudios previos con la especie.....	35
3.7. Entidades y expertos consultados.....	36
4. Resumen de la información recopilada.....	36
 CAMPAÑAS DE PROSPECCIÓN DE NIDOS ACCESIBLES, CENSADO CLÁSICO Y TESTADO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LAS ESPECIES OBJETIVO (E.2.1., E.2.2 y E.2.3).	
5. Metodologías de censo clásico	40
5.1. Escuchas nocturnas	40
5.2. Transectos lineales.....	40
5.3. Búsqueda y conteo de nidos mediante linterna, reclamo y cámara endoscópica.....	41
5.4. Conteos desde costa (paso activo/conteo de balsas).....	41
6. Nuevas tecnologías utilizadas para el censo.....	43
6.1. Censos mediante uso de cámara termográfica	43
6.2. Censos mediante focos de luz en espectro no visible y cámaras adaptadas a IR	45
6.3. Utilización de grabadoras automatizadas	47
6.4. Cámaras de fototrampeo	49
7. Esfuerzo y metodologías utilizadas para cada especie objetivo atendiendo a sus particularidades.....	50
7.1. Pardela chica <i>Puffinus baroli</i>	50
7.2. Pardela cenicienta <i>Calonectris borealis</i>	69



VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



7.3.	Paíño de Madeira <i>Hydrobates castro</i>	80
8.	Resultados.....	85
8.1.	Pardela chica <i>Puffinus baroli</i>	85
8.2.	Pardela cenicienta <i>Calonectris borealis</i>	101
8.3.	Paíño de Madeira <i>Hydrobates castro</i>	106
9.	Discusión y análisis de los resultados obtenidos.....	116
9.1.	Análisis de debilidades y fortalezas de los sistemas de censado clásico.....	116
9.2.	Análisis de debilidades y fortalezas del censado con nuevas tecnologías.....	116
9.3.	Resumen.....	119

METODOLOGIAS DISEÑADAS PARA EL CENSADO DE PROCELARIFORMES A TRAVÉS DEL USO DE NUEVAS TECNOLOGIAS (E.3.1)

10.	Recomendaciones metodológicas para el censado de las especies objetivo.....	121
10.1.	Pardela chica <i>Puffinus baroli</i>	121
10.2.	Pardela cenicienta <i>Calonectris borealis</i>	131
10.3.	Paíño de Madeira <i>Hydrobates castro</i>	135

BIBLIOGRAFÍA.....	140
-------------------	-----

RESUMEN EJECUTIVO / EXECUTIVE SUMMARY

La realización de estimas poblacionales de procelariiformes representa un reto metodológico importante, en tanto que son especies que en su mayoría se reproducen en agujeros y normalmente visitan las colonias, a menudo de difícil acceso, solo de noche. En Canarias, la mayoría de estimas disponibles datan de finales de los 80 a principios de los 2000 y además se hicieron siguiendo metodologías poco replicables, por lo que se requiere de su actualización.

Durante el presente proyecto se han testado varias metodologías para tratar de estimar la población de 3 especies de aves marinas (el paíño de Madeira *Hydrobates castro* y las pardelas cenicienta atlántica *Calonectris borealis* y chica *Puffinus baroli*) que, por uno u otro motivo, resultan muy difíciles de estudiar siguiendo metodologías clásicas. En el caso de la pardela chica y el paíño de Madeira, se trata de especies muy escasas, que se reproducen en invierno y cuyas colonias se sitúan en enclaves de muy difícil acceso, por lo que los días útiles para su estudio al cabo del año acaban siendo pocos. Por ello, se han empleado grabadoras automatizadas y estimado las tasas de vocalización máximas (vocalizaciones por minuto) que puede alcanzar un único ejemplar, además de definir una función que describe cómo aumenta la actividad vocal al aumentar el número de ejemplares. De este modo, se han obtenido estimas de número de ejemplares presentes (solamente machos en el caso de la pardela chica) en las colonias objetivo y en las ZEPA ES0000040 y ES0000532. En el futuro, se deberá obtener una nueva función que estime también a partir de la intensidad de la actividad vocal, pero relacionándolo con el número de parejas. Para ello, se deberán utilizar cámaras térmicas, cuya eficacia se ha testado también en el presente proyecto.

Por su parte, las principales dificultades para la realización de estimas de pardela cenicienta radican en su abundancia y, en parte, también en la inaccesibilidad de algunas zonas de cría. Con el objetivo de encontrar una metodología estandarizada, también se han empleado grabadoras automatizadas, y relacionado la máxima actividad vocal registrada con el número de nidos presentes en un radio de 50m alrededor del dispositivo. A partir de aquí, se describe cómo implementar en el análisis el uso del hábitat por parte de la especie, con el objetivo de extrapolar los resultados obtenidos.

Sobre este último punto, el presente informe incluye también una estima del coste en material y esfuerzo necesario para llevar a cabo censos completos de las 3 especies objetivo de estudio en todo Canarias, incluyendo una descripción detallada de las metodologías recomendadas y su despliegue en todo el Archipiélago.

Estimating population size of procellariiform species poses a significant methodological challenge, as these species mostly breed in burrows and typically visit colonies, often in hard-to-reach locations, usually during the night only. In the Canary Islands, the majority of available population estimates date back to the late '80s or the early 2000s, and were conducted using non-replicable methodologies, thus requiring an update.

*Throughout the current project, various methodologies have been tested in an attempt to estimate the population of three seabird species that (Band-rumped Storm-Petrel *Hydrobates castro*, Cory's Shearwater *Calonectris borealis* and Barolo Shearwater *Puffinus baroli*), for one reason or another, are*

very difficult to study using traditional methods. In the case of the Barolo Shearwater and the Band-rumped Storm-petrel, they are extremely scarce species that breed in the winter and establish colonies in highly inaccessible locations, resulting in very few study days available each year. Consequently, automated recorders were employed to estimate the maximum vocalization rates (vocalizations per minute) that a single individual can produce, in addition to defining a function describing how vocal activity increases with the rising number of individuals. This way, estimates of the number of individuals present (only males in the case of the Barolo Shearwater) in the target colonies and in the Special Protection Areas ES0000040 and ES0000532 were obtained. In the future, a new function will need to be derived that estimates based on vocal activity intensity, but in relation to the number of breeding pairs. Thermal cameras should be used for this purpose, the effectiveness of which has also been tested in the current project.

On the other hand, the main difficulties in estimating the population of the Cory's Shearwater lie in its abundance and, partly, the inaccessibility of certain breeding areas. In order to establish a standardized methodology, automated recorders were also employed, and the maximum recorded vocal activity was linked to the number of nests within a 50-meter radius of the device. From this point, the report describes how to incorporate the species' habitat use into the analysis with the goal of extrapolating the results obtained.

Regarding the latter point, this report also includes an estimate of the material, resources and effort required to conduct comprehensive censuses of the three target species throughout the Canary Islands, providing a detailed description of the recommended methodologies and their deployment across the entire archipelago.

CONTEXTO Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El proyecto LIFE IP PAF INTEMARES "Gestión integrada, innovadora y participativa de la Red Natura 2000 en el medio marino español" tiene como objetivo conseguir una red consolidada de espacios marinos Natura 2000 gestionada de manera eficaz e integrada, con la participación activa de los sectores implicados, con la investigación como herramienta básica para la toma de decisiones y bajo la oportunidad de contribuir a un modelo de desarrollo asentado en la sostenibilidad y en la innovación. Para ello durante un periodo de 8 años, y hasta el 31 de diciembre de 2024, se está ejecutando un extenso programa de actuaciones vinculadas a la investigación, el seguimiento y vigilancia, la conservación, la gobernanza y la formación, así como a la comunicación, la sensibilización y la educación ambiental sobre la biodiversidad marina y litoral y la Red Natura 2000. El proyecto está coordinado por la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (en adelante la FB del MITECO), actuando este último también como socio a través de la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación. Además participan como socios el Instituto Español de Oceanografía, la Confederación Española de Pesca, SEO/BirdLife, WWF-España, la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible y la Agencia de Medio Ambiente y Agua de la Junta de Andalucía, AZTI, la Universidad de Alicante y la Universidad Politécnica de Valencia. Con un presupuesto total de 49,8 millones de euros, cuenta con la contribución financiera del



VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Fundación Biodiversidad

INTEMARES



Programa LIFE de la Unión Europea así como del Fondo Social Europeo y el Fondo Europeo Marítimo y de la Pesca, entre otras fuentes de financiación.

En este contexto, una de las acciones asumidas por la FB es la denominada en el proyecto con el nombre "Monitorización de procelariformes con sistemas de grabación acústica automatizados de elevada calidad y cámaras termográficas". Según se establece en la descripción de la acción, se deberán contratar los servicios necesarios para el testado de nuevas tecnologías para el censo de aves marinas en colonias de cría, para determinar su efectividad y si son técnicas extrapolables al resto de la RN2000 marina. Así, el objeto del presente proyecto es el desarrollo de una metodología de censo efectiva para las poblaciones reproductoras de tres especies de procelariformes: paíño de Madeira (*Hydrobates castro*), pardela cenicienta (*Calonectris borealis*) y pardela chica (*Puffinus baroli*), a través del uso de nuevas tecnologías, en las Zonas de Especial Protección para las Aves (en adelante, ZEPA) marinas de Canarias ES0000532 (Espacio Marino de los Islotes de Lanzarote) y ES0000040 (Islotes del norte de Lanzarote y Famara).

Estas actuaciones, además de proponer un nuevo sistema de censo basado en tecnologías y no solo en las habituales técnicas de censado, tiene como objetivo actualizar los datos y estimas de las poblaciones presentes en las 2 citadas ZEPA y permitir al MITECO, por tanto, diseñar y poner en marcha la declaración de nuevos espacios o diseñar medidas de gestión específicas para la protección de estas especies de aves y sus hábitats, conforme a las obligaciones derivadas de la Directiva de Aves, la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y Biodiversidad, la Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino y el Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, por el que se desarrolla el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas.

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES SOBRE LAS ESPECIES OBJETIVO DEL ESTUDIO (E.1.1.)

1. Pardela chica (*Puffinus baroli*)

1.1. Estado de conservación (tanto a nivel mundial, como europeo y estatal)

Categoría global IUCN (2018): Preocupación menor (BirdLife International, 2018). Se incluye en esta categoría debido a que esta organización considera el complejo de pardelas pequeñas del Atlántico norte (que incluye *Puffinus lherminieri*, *Puffinus boydi* y *Puffinus baroli*) como una misma especie, *Puffinus lherminieri*, de la que estos taxones son tratados como subespecies. Esta clasificación se basa en del Hoyo, et al. (2014), que siguió el criterio experto a la hora de definir los niveles taxonómicos de este complejo. En este sentido, y especialmente teniendo en cuenta que existen evidencias en contra de esta clasificación (por ejemplo, Austin (2004) o la más reciente Ferrer-Obiol, et al. (2021), sería necesario replantear el estatus de la especie a nivel internacional.

Categoría para España IUCN (2021): En Peligro Crítico CR A2b, A2c, B2bII, B2bIII, C1, E (Gil-Velasco, et al, 2021). Se incluye en esta categoría por el impacto de los depredadores introducidos, el número de aves atraídas por luces artificiales y la destrucción del hábitat de cría.

Categoría en la lista roja europea (2015): Casi amenazada NT B2ab(v); C1+2a(i) (BirdLife International, 2015).

Incluida como 'Vulnerable' en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas y en el Anexo I de la Directiva Aves.

1.2. Biología y ecología de la especie

1.2.1. Reproducción

En Canarias, el grueso de la población llega a las colonias a principio de diciembre, con un pico de actividad vocal asociada al cortejo en las últimas dos semanas del año. Posteriormente, realizan un éxodo pre-puesta (ver apartado Uso del medio marino), sin volver al lugar de cría hasta finales de enero, cuando se realiza la puesta de un único huevo (Bécares, et al. 2015). Fagundes, et al. (2016) describen cierta plasticidad en las fechas de puesta y posterior eclosión en el islote de Cima (Madeira) y Selvagem Grande, relacionadas con la productividad en el mar en ese momento. En principio, la incubación se alarga unos 40 días, de modo que el periodo de eclosión tiene lugar entre mediados de marzo y mediados de abril. El crecimiento de los pollos se prolonga hasta 2 meses, abandonando el nido entre mediados de mayo y mediados de junio. Los episodios de fracaso reproductivo se producen principalmente antes de la eclosión, habiéndose reportado deserciones por parte de los adultos, especialmente en años con baja productividad en el mar (Fagundes, et al. 2016). Los fenómenos meteorológicos también marcan el devenir de una temporada de cría, dado que algunas cavidades usadas por la especie son vulnerables a la inundación. En este sentido, se ha descrito que existe una relación entre el éxito reproductor y las características de la cavidad, con un mayor éxito en aquellas cavidades profundas, orientadas en sentido contrario a los vientos predominantes (en este caso sur y

oeste) y con un sustrato arenoso y permeable (Fagundes, et al. 2016). A pesar de que las cavidades halladas en El Golfo, Lanzarote, no fueron medidas con exactitud, aparentemente cumplen estas características.

El mismo estudio, llevado a cabo en Cima y Selvagem Grande, mostró una fidelidad al sitio de cría muy baja y tan solo un 9% (Cima) y un 18% (Selvagem Grande) de las aves utilizaron la misma cavidad durante 3 años seguidos. En el trabajo se comenta que la interacción y/o competición con otras especies podría definir esta tendencia.

1.2.2. Dieta

Existen varias referencias con información relativa a la ecología trófica de la especie (Roscales, et al. 2011, Neves, et al. 2012 y Bécars, et al. 2016), sobre todo basadas en el análisis de isótopos estables. Todas ellas muestran unos valores similares en cuanto al $\delta^{13}\text{C}$, siendo todos ellos realmente bajos, indicando un elevado componente oceánico de las zonas de alimentación (ver "Movimientos"). En cuanto al $\delta^{15}\text{N}$, aunque bajo en general, éste sí que presenta una notable variación. Algunas aves marinas, entre las que se encuentra la pardela chica, muestran una distinta ecología trófica dependiendo de si se encuentran en época de cría o no (por ejemplo, Ceia et al., 2014; Hedd et al., 2010; Kowalczyk et al., 2013). Fuera de época de cría, y libres de la obligación de volver a la colonia regularmente, estas aves recorren mayores distancias con el objetivo de obtener mejores presas. Por el contrario, en época de cría, tienen que conformarse con las presas disponibles en un radio más estrecho de la zona de cría. En el caso de la pardela chica en concreto, la especie capturaría presas más pequeñas durante la época de cría, fundamentalmente cefalópodos, aprovechando la ubiquidad de estas presas. En este sentido, las muestras de la primera primaria (mudada en zona de cría al final de la época de reproducción) deberían mostrar unos valores de $\delta^{15}\text{N}$ más bajos, que corresponderían a un nivel trófico menor. Por el contrario, fuera de época de cría, la especie mostraría predilección por presas más energéticas, pero cuya captura requiere de desplazamientos más largos, lo que daría lugar a valores de $\delta^{15}\text{N}$ más elevados como consecuencia de un mayor nivel trófico (Neves, et al. 2012).

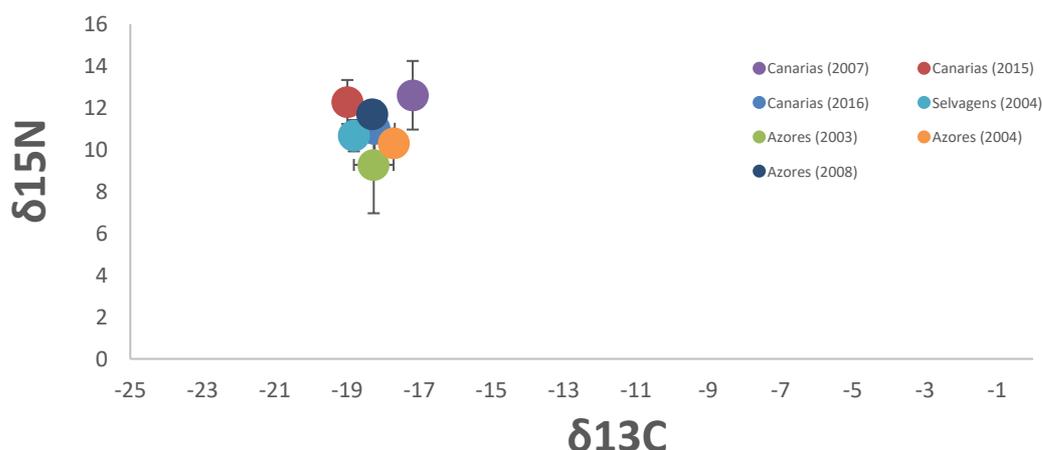


Figura 1. Valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en ejemplares de pardela chica de diversas colonias en varios años.



Sin embargo, es necesario comentar que algunas muestras con una elevada dispersión corresponden a la misma pluma (P1), mudada al final de la época de cría en zonas cercanas a las colonias. Así pues, las diferencias en el $\delta^{15}\text{N}$ en estos casos tienen que hacer referencia a un amplio abanico de presas potenciales de diversos niveles tróficos, lo que encaja con lo reportado por Ramos, et al. (2015). Esto es, las pardelas chicas adaptarían su dieta (y zona de alimentación) dependiendo no solo de si se hallan en época de reproducción o no, sino también a las condiciones ambientales, muy relacionadas con la intensidad de la NAO en la región. Durante los años pobres (con una NAO muy negativa), las pardelas chicas se alimentan en zonas más pelágicas, fundamentalmente de cefalópodos. Durante los años con una productividad más elevada, la dieta mostraba una proporción más elevada de peces, a pesar de que los cefalópodos seguían siendo mayoría.

En cuanto a las presas en concreto, no existen datos procedentes de Canarias, pero Neves, et al. (2012) sí llevaron a cabo un estudio bastante detallado con ejemplares de las Azores. En los dos años muestreados, la dieta de la pardela chica varió bastante, aunque siempre se compuso fundamentalmente de cefalópodos. De un año para el otro, la especie pasó de consumir mayoritariamente decápodos de la familia Onychoteutidae a octópodos de la familia Argonautidae, ambas muy abundantes en Azores. Sin embargo, esta última familia no se presenta en Canarias, por lo que la especie debe alimentarse necesariamente de otro recurso. Onychoteutidae sí es muy común en el archipiélago canario (Ariza, et al. 2016), por lo que es de esperar que constituya un recurso muy importante para la especie.

La técnica empleada por la pardela chica para capturar estas presas sería el buceo. En el mismo estudio, Neves, et al. (2012) registraron profundidades medias de inmersión de entre 12,7m y 19m, con un máximo de 23,1m. Se trata de una profundidad considerable, pero alejada del máximo estimado teniendo en cuenta el peso de los adultos, que se situaría en más de 40m. Teniendo en cuenta la dieta, es probable que la especie aproveche la migración vertical de la capa de reflexión profunda para capturar cefalópodos de noche, cuando éstos se hallan más cerca de la superficie.

1.2.3. Fenología y movimientos anuales

La población canaria ha sido muy poco estudiada y tan solo se dispone de información procedente de 6 marcajes relativos a 5 ejemplares distintos equipados con dispositivos PTT en Montaña Clara, Archipiélago Chinijo (Bécares, et al. 2016). 5 de los 6 marcajes se llevaron a cabo durante el final de la incubación e inicio del crecimiento de los pollos, mientras que 1 marcaje tuvo lugar durante los días previos al éxodo pre-puesta. Este último ejemplar realizó un desplazamiento largo hacia el oeste, que le llevó como mínimo a 200km al oeste de La Palma, momento en que perdió el dispositivo. El resto de marcajes, en pleno periodo reproductivo, mostraron una querencia de la especie por el triángulo entre el Archipiélago Chinijo, la costa central de Fuerteventura y las Islas Salvajes, manteniéndose a unos 100km de éstas. Esta zona concentró un porcentaje altísimo de las localizaciones, como así se vio reflejado en el modelo de adecuación de hábitat (ver Figura 5), y debe considerarse una zona a tener en cuenta para la conservación de la especie. A pesar de que todos estos ejemplares fueron capturados con red fuera del nido y, por lo tanto, no hay garantías de que se tratara de aves reproductoras, los desplazamientos registrados en algunos casos muestran un patrón que encaja con el esperable en ejemplares reproductores, regresando periódicamente a la colonia y mostrando la duración y distancia de los viajes de alimentación descritos en la literatura (Neves, et al 2012), alternando viajes largos (~5

días; ~250km de distancia) con viajes cortos (~1 día; <30km), estos últimos posiblemente en el momento de la eclosión. A pesar de que el tamaño muestral requiere altas dosis de cautela, estos datos coinciden perfectamente con lo descrito para la especie en Azores, donde los viajes durante la incubación duran unos 6 días, pero tan solo 1 durante el crecimiento de los pollos (Neves, et al. 2012).

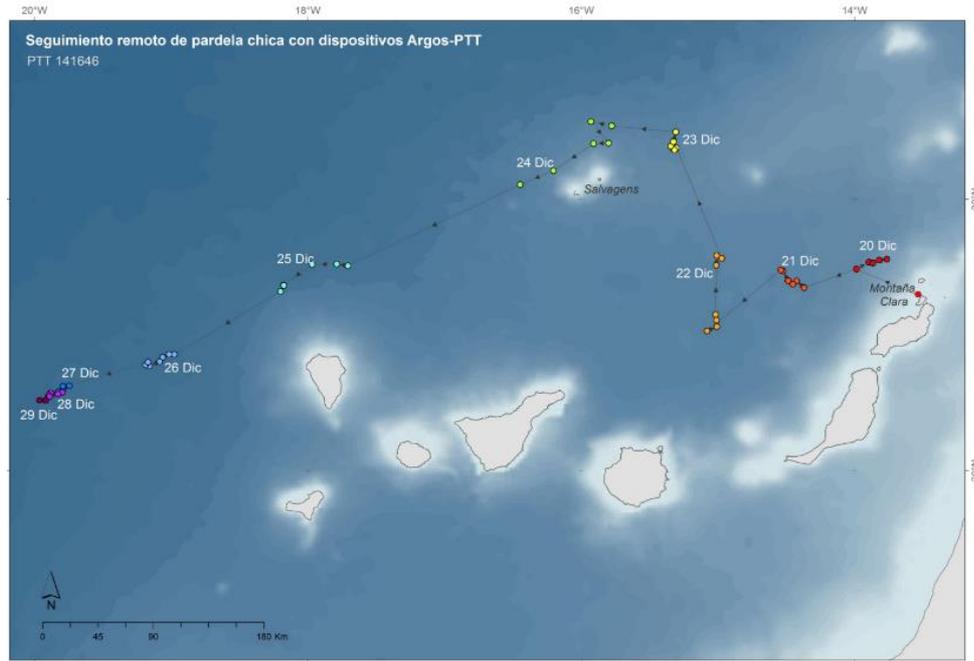


Figura 2. Movimientos de un ejemplar de pardela chica equipado con un dispositivo PTT en Montaña Clara durante el éxodo pre-puesta de 2015. Extraído de Bécars, et al. 2015.

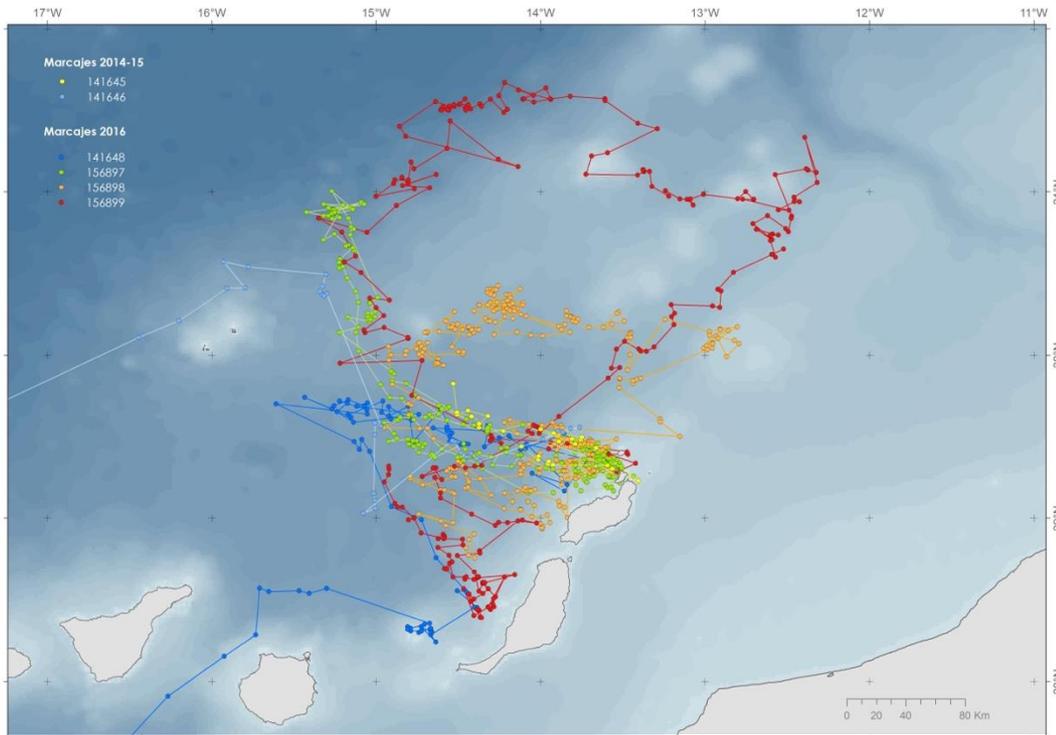


Figura 3. Movimientos de 5 ejemplares equipados con dispositivos PTT en Montaña Clara durante el final de la incubación e inicio del crecimiento de los pollos en las temporadas de cría 2014-2015 y 2015-2016. Extraído de Bécares, et al. 2015.

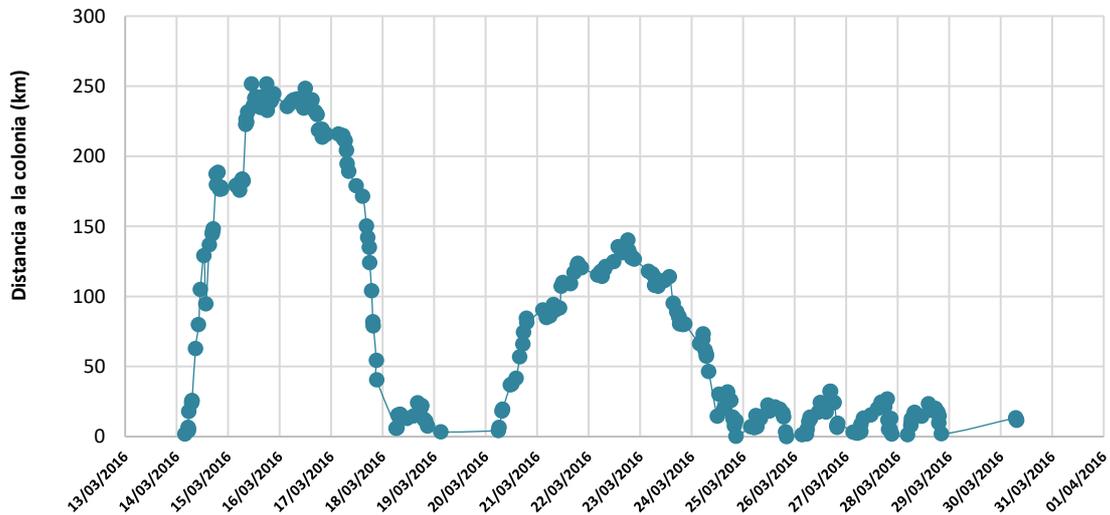


Figura 4. Distancia a la colonia por fecha de uno de los ejemplares de Montaña Clara equipado con dispositivo PTT durante el final de la incubación e inicio del crecimiento del pollo. Temporada de cría 2015-2016. Extraído de Bécares, et al. 2016.

Los movimientos de la especie en Canarias fuera de la época de cría o en otras fases de ésta todavía se desconocen, pero los estudios realizados en Salvajes, Madeira y Azores revelan un elevado

sedentarismo (Ramos et al 2020). A pesar de que pueden realizar movimientos de distancia considerable (del orden de centenares de km), no llevan a cabo una auténtica migración trans-oceánica como sí lo hacen las otras especies de pardela que nidifican en la Macaronesia, como las pardelas pichoneta o cenicienta canaria. Los movimientos dentro de este amplio radio alrededor de las colonias podrían estar relacionados con picos de productividad más o menos locales y variables de un año para otro, aunque sí parecen existir zonas consistentemente propensas para la especie (Neves, et al. 2012).

Por otro lado, hasta los 90 o incluso inicios de los 2000, la bahía de Vizcaya concentraba un buen número de observaciones, especialmente durante los meses de agosto y septiembre, y la especie se consideraba escasa pero regular en la zona (Hobbs, et al. 2003). Paralelamente, en la misma época del año y hasta tiempos más recientes (2012), se ha recogido un buen número de datos en la costa este de Norteamérica, incluyendo bastantes adultos en muda activa, aunque sigue considerándose una especie muy rara al oeste del Atlántico (Howell, et al. 2014). Esto parece indicar que, al menos en algunos casos, la especie podría llegar a realizar movimientos realmente largos durante la dispersión post-nupcial, sobre todo hacia el norte.

1.2.4. Uso del hábitat terrestre

Nidifica en acantilados costeros, en zonas inaccesibles a depredadores introducidos o con baja densidad de éstos, así como en islotes libres de ellos. Quizás por este motivo, en Canarias muestra especial predilección por los desplomes, las terrazas de los acantilados (con abundancia de aglomeraciones de rocas) o las desembocaduras de túneles volcánicos de pequeño diámetro en paredes verticales (Bécares, et al. 2015). En condiciones óptimas, excava huras profundas y estrechas, preferiblemente con suelos arenosos. Hay indicios de presencia de pardela chica en localidades del interior de Tenerife (Trujillo y Ramos-Melo, 2003), algo que parece muy alejado de las preferencias actuales de la especie y que podría indicar una distribución más extendida en el pasado. Otra prueba de ello es la reproducción de la especie en zonas de interior de la isla de Flores, Azores, todavía en tiempos recientes (Monteiro, et al. 1996).

1.2.5. Uso del medio marino

En el mar, la escasa información disponible indica que se alimenta en zonas totalmente oceánicas y poco productivas, sin asociarse ni al límite de la plataforma continental ni a bancos submarinos (Figura 5; Bécares, et al. 2016). Las aves equipadas en Montaña Clara, Archipiélago Chinijo, Canarias, durante la primera parte del periodo de alimentación de pollos (n=5) se alimentaban en un triángulo delimitado por el extremo nordeste de Lanzarote, la península de Jandía (sur de Fuerteventura) y las islas Selvagens (Portugal), una zona oligotrófica marcada por la Corriente de Canarias (Bécares, et al. 2016). La contribución de cada una de las variables incluidas en el modelo de adecuación de hábitat sitúa la distancia a colonia como variable más importante (Figura 6), lo que posiblemente indique que todavía no conocemos bien los requisitos de la especie en el mar (Bécares, et al. 2016).

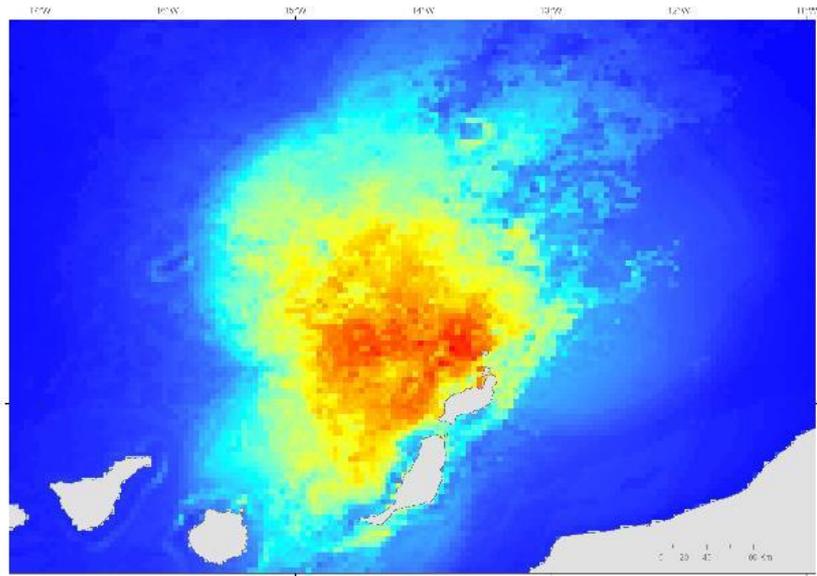


Figura 5. Modelo de adecuación del hábitat para los ejemplares marcados en Montaña Clara (n=4) durante la temporada de cría 2015-2016. Extraído de Bécars, et al. 2016.

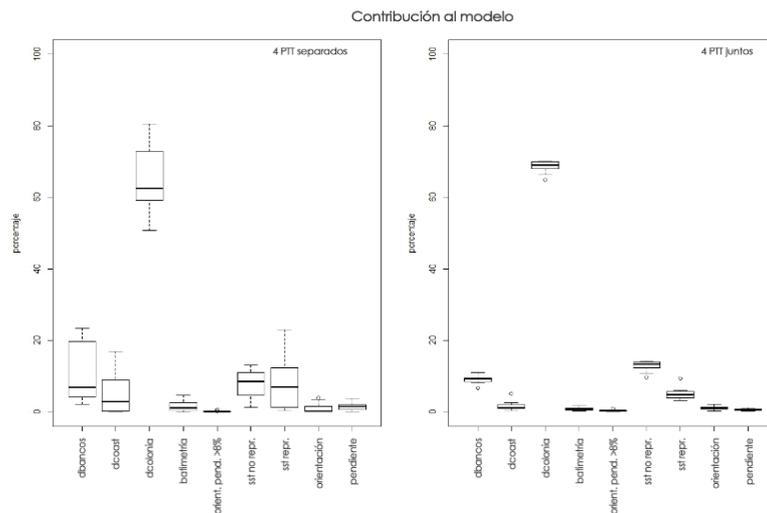


Figura 6. Contribución al modelo de cada una de las variables explicativas para los modelos realizados a partir de seguimiento remoto.

Tanto los estudios llevados a cabo en Selvagens (Fagundes, et al. 2016), como los relativos a la muy similar pardela chica de Cabo Verde (Zajková, et al. 2017) también apuntan a que se trata de una especie de hábitos muy oceánicos, pero las aves equipadas con GPS en Madeira (en concreto en el islote de Cima) y Azores mostraron una mayor variabilidad en cuanto a las zonas de alimentación (Ramos, et al. 2015). Estas variaciones parecen estar relacionadas con la Oscilación del Atlántico Norte (NAO a partir de ahora), que obligaría a las aves a alimentarse en zonas más oceánicas y menos productivas durante los años con NAO negativa.

1.3. Distribución, abundancia y tendencia en sus colonias reproductoras

1.3.1. Atlántico

De acuerdo con lo recogido en Kirwan, et al (2020), aparte de Canarias, se reproduce exclusivamente en los Archipiélagos de Azores (entre 840 y 1530 parejas repartidas en 28 colonias, sobre todo en islotes alrededor de Graciosa y Santa Maria), Madeira (unas 300 parejas en Desertas y números más elevados pero aun por determinar en Porto Santo) y Selvagens (estimaciones de entre 2050 y 4900 parejas, aunque podrían estar claramente sobreestimadas (Fagundes, com. pers.).

1.3.2. Islas Canarias

No existe una estimación poblacional para Canarias realizada mediante una metodología estandarizada y replicable. Hasta la fecha se han llevado a cabo al menos dos suposiciones fundadas, sobre todo a partir de la actividad vocal en zonas de cría. La primera de ellas tuvo lugar en 1987, cuando se publicaron los resultados de un censo completo de los procelarifórmes del archipiélago canario (Martín, et al. 1987). En ese momento, la población canaria se cifró en unas 400 parejas, aunque los mismos autores reconocen en su informe que las dificultades halladas a la hora de estimar el tamaño de las colonias obliga a tomar los resultados con cautela. Posteriormente, en 2014 y 2015, se visitó de nuevo la mayoría de colonias conocidas y se llevó a cabo una nueva estimación basada en la actividad vocal y su relación con el número de aves presentes, importando el coeficiente de otras especies cuya densidad es baja (Ratcliffe, et al. 2000). En esta ocasión, la población se cuantificó en una amplia horquilla de entre 95 y 291 parejas (Bécares, et al. 2015).

Si bien estas cifras ya muestran un declive, aunque evidente, la magnitud del mismo es todavía desconocida. La evidencia más sólida de que se dispone a día de hoy es la tendencia en el número de pollos recogidos después de haberse visto atraído por las luces artificiales en la isla de Tenerife. A pesar de que la contaminación lumínica ha aumentado en todo el archipiélago canario, el número de pollos recogidos ha experimentado un drástico descenso, hasta situarse en unas cifras anuales casi anecdóticas que señalan el delicado estado de conservación de la especie (Rodríguez, et al. 2012).

Paralelamente, el número de nidos accesibles en la colonia de Santo Domingo – La Guancha (históricamente, la única monitoreada en todo Canarias), experimentó un declive similar, que llevó a su desaparición entre 2010 y 2015. Si bien aún existe actividad de la especie en esta localidad, al igual que sucede en otros enclaves antaño importantes, los nidos se encuentran a día de hoy confinados a zonas inaccesibles, lo que dificulta sobremanera la realización de estimaciones precisas (Domingo Trujillo en Bécares, et al. 2015).

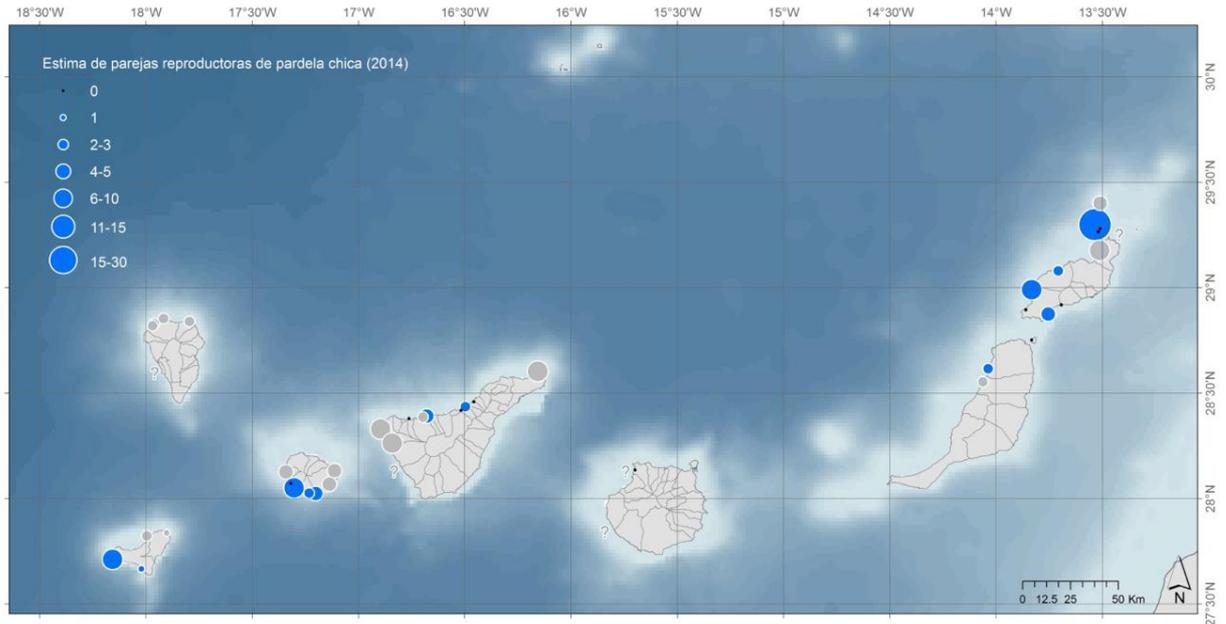


Figura 7. Estima poblacional de pardela chica a partir de datos acústicos y de las estimas de Martín, et al. 1987. Extraído de Bécares, et al. 2015.

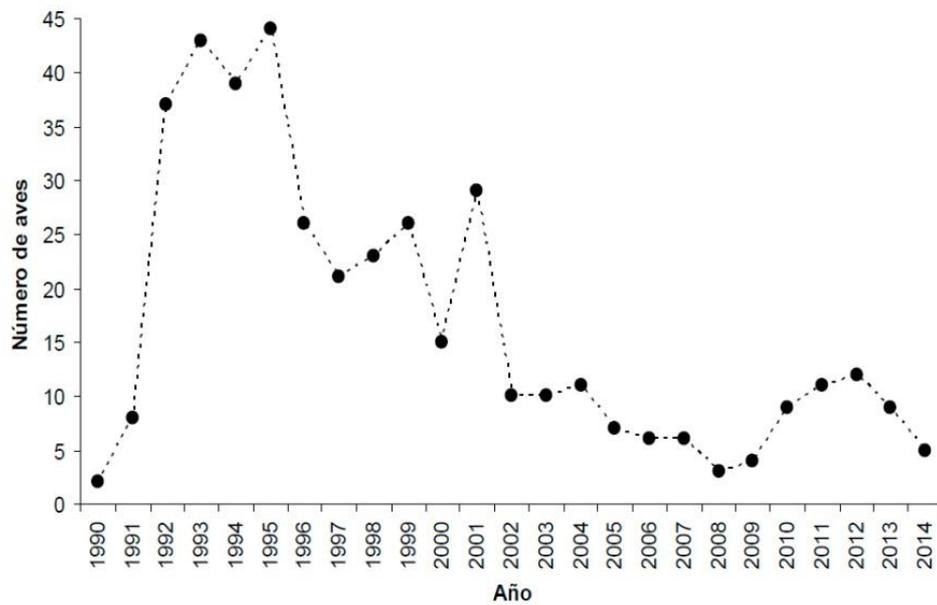


Figura 8. Tendencia en el número de pollos recogidos alumbrados en la isla de Tenerife, 1990-2014. Extraído de Rodríguez, et al. 2012.

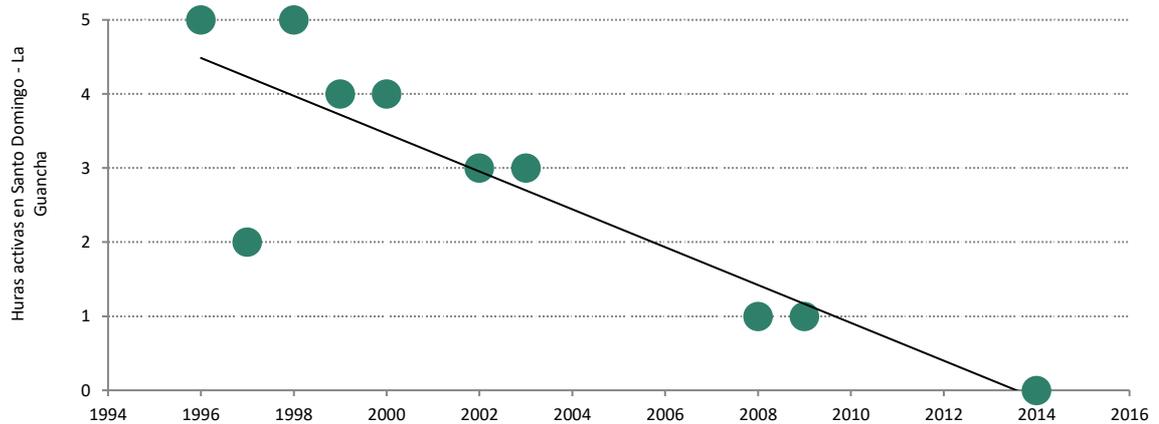


Figura 9. Número de huras activas en la colonia de Santo Domingo-La Guancha, norte de Tenerife. Seguimiento de Domingo Trujillo publicado en Bécares, et al. 2015.

A continuación, se incluye una tabla con las estimas publicadas en Gil-Velasco, et al. 2016. Como se ha comentado previamente, se trata de aproximaciones groseras a partir de escuchas nocturnas. Teniendo en cuenta el delicado estado de conservación de la especie, sería necesario desarrollar una metodología más fiable y llevar a cabo nuevas estimas más precisas.

Tabla 1. Localización y estima poblacional pasada y presente de las colonias de pardela chica en Canarias. En verde se muestran las colonias prospectadas en el proyecto "Canarias con la Mar" en 2015 y en gris las no prospectadas en dicho proyecto. Fuente: Bécares et al 2015.

Colonia	Isla	Municipio	UTMX	UTMY	Estima antigua	Estima 2015 Mín. Máx.
Alegranza	Alegranza	Teguise	644631	3253337	10	4 8
Montaña Clara	Montaña Clara	Teguise	642307	3242060	40	15 30
Montaña Bermeja	La Graciosa	Teguise	644722	3239954	0	0 0
Baja del Ganado-Las Conchas	La Graciosa	Teguise	643847	3238269	0	0 0
Acantilados de Famara	Lanzarote	Haría	644725	3228506	0	5 30
Los Ajaches	Lanzarote	Yaiza	621497	3194843	0	2 5
Rubicón	Lanzarote	Yaiza	611125	3197007	0	0 0
Costa de Tinajo (Tenesara)	Lanzarote	Tinajo	625842	3217494	0	2 5
El Mojón, P.N. Timanfaya	Lanzarote	Yaiza	613684	3207514	10	5 15
Puerto dl Carmen-Puert.Calero	Lanzarote	Tías-Yaiza	627350	3199722	0	0 0
Islote de Lobos	Fuerteventura	La Oliva	614018	3181057	0	0 0
Paso Chico La Oliva	Fuerteventura	La Oliva	594163	3165836	5	2 5
Punta Salvaje	Fuerteventura	Puerto Rosario	591787	3158844	5	2 5
Costa de Sardina	Gran Canaria	Gáldar	431387	3112410	0	0 0
Roques de Anaga	Tenerife	S/C de Tenerife	386885	3164608	20	5 15
Costa La Matanza	Tenerife	La Matanza	357359	3148949	0	0 0
Costa Santa Úrsula	Tenerife	Santa Úrsula	353362	3146445	5	2 5
Costa del Puerto de La Cruz	Tenerife	Puerto de La Cruz	351375	3144495	0	0 0
Costa Santo Domingo	Tenerife	La Guancha-Icod	335444	3141702	20	2 5
Costa Icod	Tenerife	Icod	333780	3141178	0	2 5
Roque de Garachico	Tenerife	Garachico	327305	3140544	0	0 0
La Hábiga	Tenerife	Buenavista	314170	3135237	0	5 30
Punta del Gigante	Tenerife	Santiago del Teide	319416	3127684	0	5 30
Derrubios de La Dama	La Gomera	Vallehermoso	273624	3104918	10	5 15
Valle Gran Rey	La Gomera	Valle Gran Rey	272116	3107390	0	0 0
Bco. Erese (Las Cañitas)	La Gomera	Alajeró	280565	3102060	0	2 5

Colonia	Isla	Municipio	UTMX	UTMY	Estima antigua	Estima 2015	
						Mín.	Máx.
Playa Santiago	La Gomera	Alajeró	283519	3101821	0	2	5
El Cabrito	La Gomera	San Sebastián	289985	3106567	0	3	8
Puntallana	La Gomera	San Sebastián	292542	3113728	0	3	8
Taguluche (Arure)	La Gomera	Valle Gran Rey	269982	3113458	0	3	8
Roques de Salmor	El Hierro	Frontera	204871	3081226	5	2	4
Tacorón	El Hierro	El Pinar	201853	3063960	5	2	5
Tamaduste	El Hierro	Valverde	214060	3082563	0	2	5
Orchilla	El Hierro	pinar	188663	3069314	5	5	15
Garafía	La Palma	Garafía	210978	3192685	0	2	5
Roques de Santo Domingo	La Palma	Garafía	210227	3191649	0	2	5
Juan Adalid	La Palma	Garafía	215412	3195298	0	2	5
La Fajana	La Palma	Barlovento	227208	3193561	0	2	5
TOTAL					400	95	291

1.3.3. ZEPA Islotes del norte de Lanzarote y Famara (ES0000040) y Espacio Marino de los Islotes de Lanzarote (ES0000532)

Colonia	Isla	Municipio	UTMX	UTMY	Estima antigua	Estima 2015	
						Mín.	Máx.
Alegranza	Alegranza	Teguise	644631	3253337	10	4	8
Montaña Clara	Montaña Clara	Teguise	642307	3242060	40	15	30
Montaña Bermeja	La Graciosa	Teguise	644722	3239954	0	0	0
Baja del Ganado-Las Conchas	La Graciosa	Teguise	643847	3238269	0	0	0
Acantilados de Famara	Lanzarote	Haría	644725	3228506	0	5	30

1.4. Parámetros reproductivos

No existen datos en el archipiélago canario. La imposibilidad de hallar nidos en la actualidad y las características de los nidos que se hallaron en el pasado no han permitido la obtención de esta información.

1.5. Principales amenazas

1.5.1. Producción de energía y minería

La creciente demanda de energías renovables, en un contexto global de transición ecológica, provoca que asistamos a la instalación de multitud de plantas de producción de energía en un breve periodo de tiempo, tanto en tierra como en el mar. En este sentido, por sus características, Canarias podría constituir un punto de producción de energías eólica y solar muy importante, con sus correspondientes infraestructuras. Es necesario que la localización de éstas se lleve a cabo de la forma más informada posible y no afecte a la ya mermada población canaria de pardela chica. Conviene recordar que algunas infraestructuras ya existentes y candidatas a acoger plantas de producción de energías renovables se hallan muy próximas a núcleos importantes para la especie en Canarias, como es el caso del Aeropuerto de La Gomera. Asimismo, a pesar de que todo el archipiélago está excluido de la instalación de parques eólicos, la zona situada en el sector nororiental, crítica para la pardela chica y otras especies,

está considerada como “zona con condicionantes”, por lo que sigue siendo candidata a acoger molinos en el futuro (Arcos, et al. 2009).

1.5.2. Especies invasoras

La especie se halla ya casi totalmente recluida a zonas de acantilado de difícil acceso o islotes libres de depredadores introducidos, en gran parte por el efecto de estos. Sin embargo, en las islas principales sigue reportándose la presencia de estas especies en las inmediaciones de huras activas de pardela chica, como es el caso de ratas y ratones en la colonia de El Golfo (Timanfaya) (obs. pers.). Sin embargo, el impacto histórico de los gatos posiblemente haya sido todavía mayor y, si no se reporta regularmente en la actualidad, es porque las áreas de distribución ya no se solapan. Sin embargo, sí se hallaron recientemente los restos de un pollo de pardela chica depredado por gato en la Playa de Mogán (Gran Canaria), en una isla donde la especie es a día de hoy extremadamente escasa. La extinción de la especie en el islote de Lobos, donde en la última década no se ha hallado ninguna prueba de su presencia, se debe – con toda probabilidad de forma significativa – a la presencia de gatos hasta principios del siglo XX, cuyo impacto en la isla ya había sido reportado con anterioridad (Martín, et al. 1987).

1.5.3. Especies nativas problemáticas

A pesar de que falta mucha información al respecto, el aumento de la población de gaviota patiamarilla *Larus michahellis atlantis* en Canarias, debido al aprovechamiento por parte de ésta de recursos alimenticios de origen antrópico, podría estar ocasionando un exceso de depredación sobre la pardela chica, además de un aumento de la competición por zonas de cría. Se ha descrito que la pardela chica puede formar parte de la dieta de la gaviota patiamarilla al menos en Selvagens (Catry, 2010) y en Canarias se ha podido observar cómo ejemplares de esta especie acosan a un pollo de pardela chica durante la suelta de éste, después de haber sido hallado alumbrado en un núcleo urbano (obs. pers).

1.5.4. Vertidos de petróleo

Si bien hasta la fecha no se han registrado vertidos de importancia en la zona, el tráfico de buques petroleros, especialmente al norte de Alegranza y hacia los principales puertos de Canarias, hace que siempre exista cierto riesgo. En concreto, un vertido entre el Archipiélago Chinijo y Selvagens podría ser crítico para esta especie, en tanto que entre ambas zonas se concentra un porcentaje muy importante de la población mundial.

1.5.5. Contaminación lumínica

Durante los últimos años se ha estudiado el efecto de la contaminación sobre varias especies de aves marinas de Canarias, fundamentalmente en Tenerife. Fruto de estos trabajos, se sabe que el número de pollos recogidos alumbrados en Tenerife ha ido decreciendo a una velocidad alarmante, a la par que la contaminación lumínica aumentaba (Rodríguez y Rodríguez, 2009; Rodríguez, et al. 2012). A ello se une el hecho de que las campañas de sensibilización, muy populares durante la época de vuelo de pollos de pardela cenicienta, han sido muy discretas durante la temporada de pardela chica (es decir, los meses de mayo y junio), cosa que no facilita el rescate de pollos alumbrados.



VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



INTEMARES



1.5.6. Eventos geológicos

Durante los últimos años se han producido en El Hierro una serie de movimientos sísmicos que en algún momento han obligado a limitar el tráfico de personas por el tercio oeste de la isla, donde la especie tiene importantes colonias. Si bien no parece que éstas se hayan visto comprometidas, es posible que en el futuro los desprendimientos derivados de las erupciones y movimientos sísmicos afecten directamente a las paredes donde se hallan los nidos. En ese caso, será necesario estar atentos a los efectos de estos fenómenos sobre la abundancia de la especie en la zona.

1.6. Estudios previos con la especie

1.6.1. Atlántico

Existen un buen número de trabajos provenientes del archipiélago de las Azores, publicados durante la década de los 90. En ellos, se describe por primera vez la fenología, movimientos y muda de la especie (Monteiro, et al. 1996), así como su distribución y estado de conservación (Monteiro, et al. 1999a; Monteiro, et al. 1999b). Más recientemente, también se ha estudiado el área de distribución en el mar, así como la dieta y hábitos de forrajeo (Neves, et al. 2012). Asimismo, actualmente este Archipiélago acoge unos programas de seguimiento diseñados en MISTIC SEAS y, por lo tanto, estandarizados con los desarrollados en Canarias. Paralelamente, SPEA está realizando muestreos acústicos y visuales con el objetivo de desarrollar metodologías de censo.

En Madeira, la mayor parte de la información proviene de Porto Santo, en concreto del islote de Cima, donde se han llevado a cabo marcajes para estudiar las zonas de forrajeo y la influencia de la NAO en éstas (Ramos, et al. 2015) y se ha monitoreado la biología reproductiva de la especie (Fagundes, et al. 2016). Estos mismos estudios también incluyeron el marcaje y monitoreo de un buen número de ejemplares en Selvagem Grande.

1.6.2. Islas Canarias

1.6.2.1. Canarias con la Mar I y II

Uno de los objetivos de este proyecto fue evaluar el estado de conservación y el estudio de la biología y ecología de esta especie. Por primera vez se realizaron muestreos con grabadoras automatizadas y se buscaron nidos mediante el uso de termografía, realizando unas estimas poblacionales en el archipiélago canario. También se colocaron dispositivos PTT en 7 ejemplares lo que permitió obtener una primera imagen de aquellas zonas importantes para la especie en el mar.

1.6.2.2. Instalación de cajas nido

Considerada como una acción preparatoria de la acción "Identificación de zonas de concentración en el mar y patrones de distribución espacio-temporal de la pardela chica mediante el seguimiento remoto de reproductores" incluida en el INTEMARES. En noviembre de 2018 se instalaron un total de 30 cajas nido en dos colonias de pardela chica: 20 en La Caldera de Montaña Clara y 10 en los acantilados costeros de El Golfo, sur del Parque Nacional de Timanfaya (Lanzarote). Las cajas fueron integradas en el entorno cubriéndolas con piedras o enterrándolas parcialmente y en la mitad de ellas se colocó un reclamo olfativo de la especie (plumas y tela impregnada con su olor). Además, se colocaron cámaras de foto-trampeo para evaluar la actividad a su alrededor, tanto de la especie

objetivo como de otras que habitan estas zonas, incluyendo posibles competidores o depredadores. A pesar de que ninguna caja ha sido ocupada todavía, sí se ha detectado actividad de la especie en las proximidades de las cajas. Paralelamente, el proyecto concluyó que la creciente presencia de gaviota patiamarilla *Larus michahellis atlantis* en las zonas de nidificación de la pardela chica, capturadas por las cámaras de foto-trampeo instaladas, constituye una amenaza a tener en cuenta en futuros planes de conservación.

1.6.2.3. MISTIC SEAS II

El proyecto estuvo muy enfocado a la obtención de información acústica que fuera comparable en el tiempo y, en este sentido, los datos reportados son de enorme utilidad para el presente proyecto, pues suponen las bases sobre las que se podrá analizar la tendencia a largo plazo. En concreto, se llevó a cabo un estudio sobre los patrones de vocalización de la pardela chica, tanto en cuanto a fechas como a nivel horario, y se reportaron los cinco mejores días, de entre los que se eligió la mediana (ver Tabla 2). Este valor es el que debe ser reportado como indicativo de la abundancia en los programas de seguimiento diseñados para dar respuesta a las directivas Aves y Marco de la Estrategia Marina.

1.6.2.4. Programas de seguimiento

Los programas de seguimiento de aves marinas en Canarias incluyen el monitoreo acústico de esta especie en 4 colonias de cría siguiendo las metodologías descritas en MISTIC SEAS II. Las colonias monitorizadas son El Golfo (Lanzarote), Montaña Clara (Archipiélago Chinijo, Lanzarote), Orchilla (El Hierro) y Santo Domingo (Tenerife). Estos programas se iniciaron en el año 2019-2020 y ya se han analizado 3 temporadas de cría de la especie. Paralelamente se está realizando un muestreo de todas las colonias conocidas de la especie y otras zonas potenciales mediante el monitoreo acústico.

*Tabla 2. Número de vocalizaciones de pardela chica *Puffinus baroli* obtenidas durante los mejores 5 días de la época de cría 2017-2018 en El Golfo (Lanzarote) y Montaña Clara (Archipiélago Chinijo, Lanzarote). El valor marcado en negrita representa la mediana de los cinco días, que sirve como valor de base para establecer la tendencia a largo plazo.*

Colonia	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
El Golfo	146	226	267	238	211
Montaña Clara	81	108	78	124	62

1.7. Entidades y expertos consultados

A lo largo del proyecto se consultarán una serie de entidades o expertos. En todos los casos se está en contacto o incluso se colabora directamente con dichas entidades o personas de forma habitual, por lo que es de esperar que dicha colaboración también se produzca sin ningún tipo de problema en el marco del presente estudio. Se considera que esta lista incluye a la práctica totalidad de los actores más relevantes en el seguimiento y conservación de las aves marinas canarias durante la última década.

Entidades:

- GOHNIC (Beneharo Rodríguez, Airam Rodríguez y otros): Equipo de biólogos y naturalistas con infinidad de publicaciones relativas a las aves marinas Canarias, especialmente enfocadas a la problemática con las luces artificiales.

- Seabird Ecology Lab – UB: Equipo de investigación liderado por Jacob González-Solís, con amplísima experiencia en el estudio de aves marinas en todo el mundo, actualmente trabajando con petrel de Bulwer, paíño europeo y pardela cenicienta en Montaña Clara y Veneguera (GC).
- SEO/BirdLife: ONG insignia en el estudio de las aves en España, también marinas, habiendo liderado proyectos pioneros como la definición de las IBAs marinas o siendo socia primero del Life INDEMARES y ahora del Life IP INTEMARES, habiendo desarrollado en los últimos años proyectos con aves marinas en Canarias como LuminAves.
- Asociación GIC: Algunos de los técnicos de Cory's formaron parte de la Asociación GIC y, en concreto, llevaron a cabo los proyectos de esta entidad relacionados con la pardela chica, el paíño de Madeira y el desarrollo de metodologías estandarizadas de censo (MISTIC SEAS). Actualmente se sigue colaborando con esta entidad en el marco del Proyecto Paíños.

Expertos:

- Tania Pipa: Técnica de SPEA-Azores, experta en el seguimiento de aves marinas, especialmente mediante sistemas de monitoreo acústico y actualmente trabajando con pardela chica y paíños de Madeira y de Monteiro.
- José Manuel de los Reyes: Investigador del CSIC-EBD, especialista en análisis de datos relativos a aves marinas, con experiencia en seguimiento de pardela cenicienta en Canarias con la que realizó su doctorado.
- Rubén Barone: Experto naturalista, autor de numerosos textos de especies de aves marinas en Atlas estatales, canarios y europeos.
- Domingo Trujillo: Experto naturalista, especialista en aves marinas y autor de numerosos textos de especies de aves marinas en Atlas estatales, canarios y europeos.

2. Pardela cenicienta (*Calonectris borealis*)

2.1. Estado de conservación (tanto a nivel mundial, como europeo y estatal)

Categoría global IUCN (2018): Preocupación menor (BirdLife International, 2018).

Categoría para España IUCN (2021): Preocupación menor

Categoría en la lista roja europea (2015): Preocupación menor (BirdLife International, 2015).

Incluida como 'Vulnerable' en el Libro Rojo de las aves de España de 2004 y de 2021.

2.2. Biología y ecología de la especie

2.2.1. Reproducción

Los adultos llegan a las zonas de cría comienza a finales de febrero y principios de marzo, cuando comienzan a visitar las inmediaciones de las e incluso los nidos, siempre de noche. Es una especie altamente monógama, permaneciendo los vínculos reproductivos entre ambos miembros de la pareja durante años. Presentan una elevada fidelidad al nido, con tasas de recuperación año tras año muy altas. La ocupación de las huras suele comenzar a principios de marzo (Sánchez, 1997).

Realizan una única puesta, de un único huevo sin reposición, que ocurre a finales de mayo o principios de junio, inmediatamente tras el retorno de la hembra a la colonia, y se da de forma muy sincronizada entre las hembras de una misma colonia. La incubación, realizada por ambos sexos, abarca unos 53 días. La eclosión se produce a inicios o mediados de julio. El pollo, nidícola se encuentra recubierto de plumón de color pardo grisáceo. El pollo es cuidado por ambos padres. Conforme su desarrollo avanza, los turnos de cuidado se van espaciando, siendo alimentado solamente de noche. Los pollos pueden permanecer hasta 90-100 días en el nido. Hacia finales de octubre abandonan el nido. Casi al final de su desarrollo se dan los mayores índices de mortalidad juvenil, cuando los padres dejan de atenderlos (Reyes-González *et al.*, 2016).

2.2.2. Dieta

Su dieta se compone de peces, cefalópodos, crustáceos y descartes de pesca (Reyes-González *et al.*, 2016)

2.2.3. Fenología y movimientos anuales

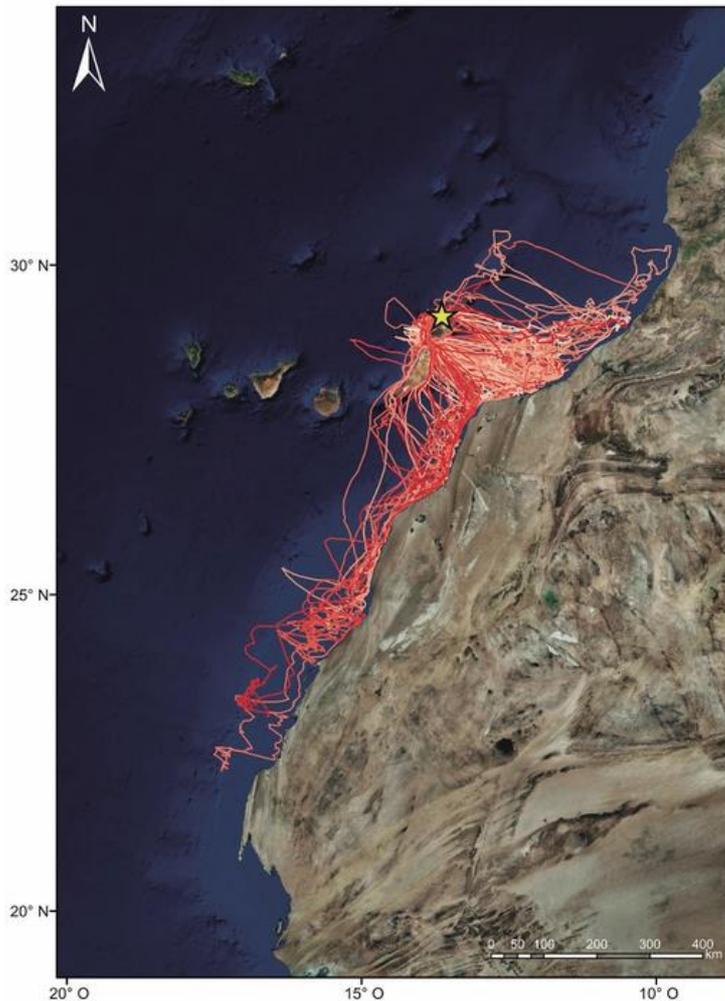
La especie sólo está presente en aguas y costas españolas entre febrero y octubre durante el periodo reproductor. Fuera de este periodo, la gran mayoría de los individuos migran al sur para pasar el invierno en aguas pelágicas frente a las costas de África y América del sur (Reyes-González *et al.*, 2017).

2.2.4. Uso del hábitat terrestre

La especie ocupa barrancos y acantilados en islas e islotes para reproducirse. Son altamente gregarias durante la nidificación, forman colonias de cría situadas en islas, islotes y acantilados costeros, en áreas originariamente libres de depredadores terrestres. Los nidos se sitúan en huras (túneles, grietas o agujeros en cuevas o bajo derrubios, en ocasiones excavadas por ellas mismas.

2.2.5. Uso del medio marino

Es una especie que se desplaza sobrevolando grandes extensiones de mar abierto para localizar su alimento (mayoritariamente pequeños peces pelágicos y cefalópodos). Busca alimento tanto en zonas neríticas sobre la plataforma continental como en zonas pelágicas, y su presencia se encuentra a menudo asociada a zonas de elevada productividad, como frentes oceánicos, zonas de afloramiento de aguas profundas, o extensas plataformas continentales, como es la plataforma continental africana en el caso de las aves reproductoras en todas las islas del archipiélago canario (Reyes-González *et al.*, 2017).



Viajes de alimentación de individuos reproductores de pardela cenicienta atlántica de Timanfaya, en la costa oeste de Lanzarote, durante la época de cría del pollo del año 2015. Cada color indica un individuo diferente. Se incluyen 176 viajes de 29 individuos. Cada línea y color representa un viaje de alimentación de individuo diferente. La estrella indica la localización de la colonia.

Figura 10. Ejemplo de zonas de alimentación de ejemplares de pardela cenicienta reproductoras en Timanfaya. Extraído de Reyes-González et al., 2017.

2.3. Distribución, abundancia y tendencia en sus colonias reproductoras

2.3.1. Atlántico

La pardela cenicienta se reproduce en prácticamente todas las islas e islotes de los archipiélagos de Berlengas, Azores y Madeira. En la costa gallega se reproduce en tres pequeñas colonias de reciente colonización (Cíes, Coelleira y Sisargas), sumando entre ellas apenas poco más de medio centenar de parejas.

2.3.2. Islas Canarias

Según el III Atlas de las Aves en Época de Reproducción en España (Reyes-González, 2022), la tendencia poblacional de la pardela cenicienta atlántica que se reproduce en España no está clara, y no existen actualizaciones en los datos sobre el tamaño poblacional. Los últimos muestreos realizados a nivel de todo el archipiélago datan del periodo 1997-2003, cuando se llevó a cabo el Atlas de las aves

nidificantes en el archipiélago canario (Lorenzo, et al. 2007). En dicho estudio, la especie fue hallada en todas las islas principales, además de en la mayoría de roques e islotes. Las estimas provienen fundamentalmente de los muestreos llevados a cabo por Martín et al. 1987 y Martín et al. 2002, además de otras contribuciones de carácter más local. Teniendo en cuenta las dificultades que el muestreo de la especie presenta, fundamentalmente debidos a sus hábitos pelágicos durante el día y su hábitat de cría restringido a zonas poco o nada accesibles, dichas estimas deben tomarse con cautela. En este sentido, el número de pollos atraído por luces artificiales recogido en Tenerife en los últimos años ha oscilado entre 863 y 1751, lo cual apunta claramente a que, al menos la población tinerfeña, está subestimada. Rodríguez, et al. (2015) llevan a cabo una nueva estima para la isla basada en esos datos y sitúan dicha población entre 8,200 y 16,600 parejas. Es esperable que ocurra lo mismo con el resto de islas, aunque quizás en distinta medida. En el estudio encargado por el Parque Nacional de Timanfaya y llevado a cabo por Agresta en 2009 se halló una densidad de 69,6 huras/km² en la zona muestreada, que tan solo supuso un 7,1% del total del parque. Esto lleva a una estima grosera de alrededor de 1000 parejas en esta zona. Teniendo en cuenta estas nuevas estimas y que las poblaciones de La Gomera y El Hierro (además del resto de Lanzarote) no han sido estimadas nunca, es probable que una estima conservadora del total de la población canaria se dispare a más de 50.000 parejas.

2.3.2.1. Lanzarote

La principal colonia se halla en El Mojón, aunque también está bien distribuida por los sectores de Los Ajaches y Famara. Presente asimismo en otras localidades con hábitat propicio, especialmente en el litoral pero también (en menor medida) en el interior. La especie ha sido detectada en Tenegüime, Nazaret y Caldera Blanca, entre otros. Estima: 650-700 parejas (solo se ha estimado la colonia de El Mojón).

2.3.2.2. Fuerteventura

De amplia distribución pero de forma fragmentada, concentrándose el grueso de la población a lo largo de la franja costera y en especial en los sectores más agrestes, como Jandía, la costa entre Gran Tarajal y Pozo Negro, y las inmediaciones de montaña Roja (Corralejo), pero sobre todo en la vertiente occidental, habiéndose localizado "huras" y efectivos en Ajuy, en el tramo entre la playa del Valle, puerto de Los Molinos y en Esquinzo, donde ya es citada previamente por Martín et al. (1987). Además, también ocupa enclaves en el interior (Martín & Lorenzo, 2001), pudiendo detectarse en barrancos y montañas con cuevas y grietas, como Bayuyo, Tindaya, Esquinzo, Betancuria, etc. Estima: 3.000-4.000 parejas.

2.3.2.2.1. *Lobos*

Especialmente abundante en La Caldera, aunque también en morros de interior y pequeños acantilados del resto del islote. Estima: 1.000-1.200 parejas.

2.3.2.3. Gran Canaria

El grueso de la población nidificante se localiza en el cuadrante occidental, y en concreto en el suroeste, entre el litoral de la zona de Tiritaña, y sobre todo desde el puerto de Mogán, y La Aldea de San Nicolás, donde se han obtenido las principales evidencias de reproducción. También cría en los acantilados de algunos sectores apropiados de la costa oeste y norte, como Agaete, Sardina, Gáldar, Guía y Arucas, y

de forma más puntual en La Isleta, así como en la punta de Gando. En dichas localidades es mencionada por Martín & Lorenzo (2001), quienes añaden información de su probable presencia en la punta de Jinámar, junto con datos de barrancos y zonas escarpadas del interior, recopilando información de Inagua (Á. Moreno, com. pers.) y Tamadaba (M. Nogales, com. pers.), así como de la caldera de Bandama y barranco Hondo de Abajo en Juncalillo del Sur (D. Trujillo y R. Barone en Martín & Lorenzo, 2001). Aparte de estas dos últimas localidades, también hay detecciones recientes en el barranco de Fataga. Estima: 2.000 parejas.

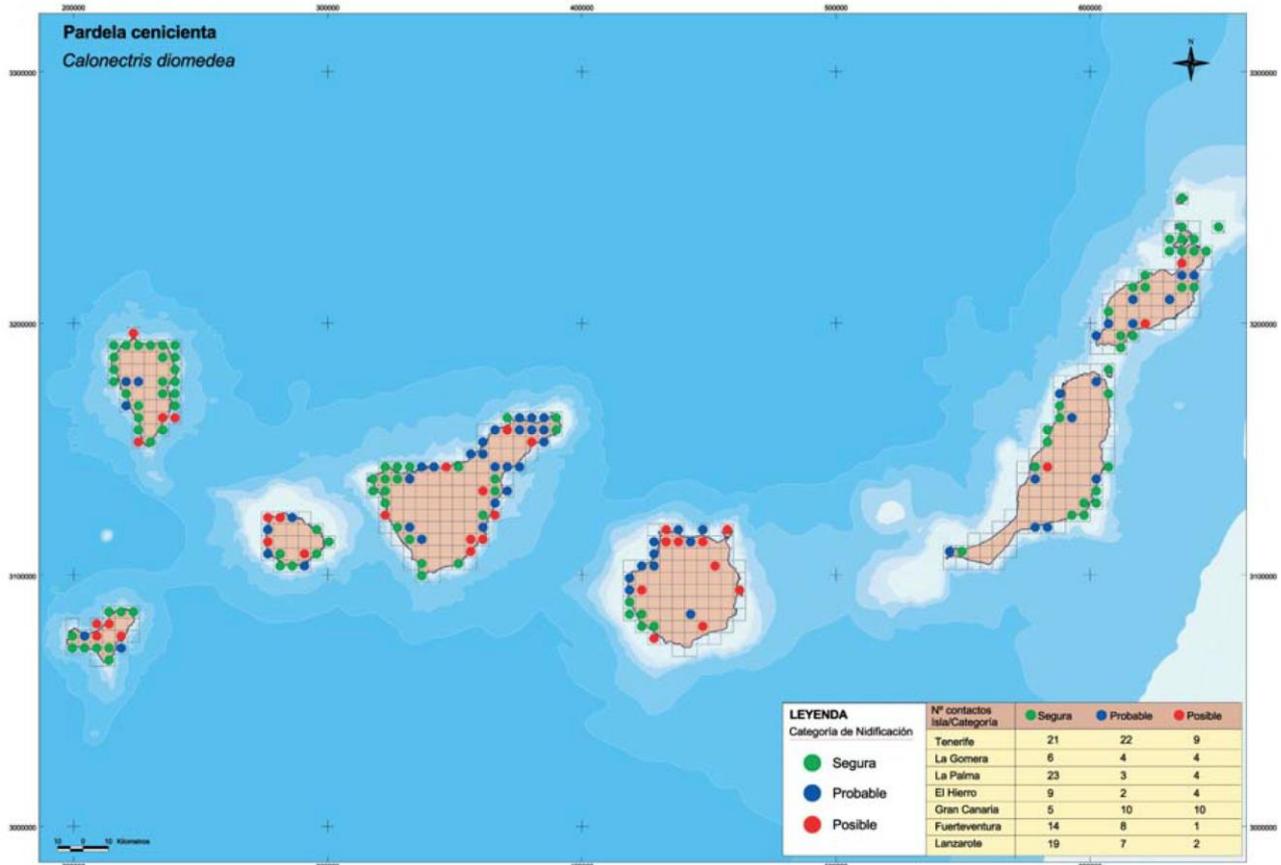


Figura 11. Distribución de la pardela cenicienta atlántica *Calonectris borealis* en Canarias. Extraído de Lorenzo, et al. (2007).

2.3.2.4. Tenerife

Presente prácticamente a lo largo de toda la franja costera acantilado y algunos barrancos y zonas adecuadas de interior. Destaca su desaparición de antiguas localidades de cría tales como puntos concretos de Güímar, El Médano, Las Galletas y Rasca, aunque en este último enclave todavía sobreviven algunas parejas. Actualmente, es más abundante en la vertiente septentrional de la isla, con una presencia continua desde Teno a Anaga, aunque es más abundante en estos macizos que en las zonas más pobladas que los separan. Algunas colonias de interior, tales como las localizadas en Adeje, Teno, Los Silos, Anaga y Güímar pueden llegar a ser importantes. Presente también como nidificante en ambos roques de Anaga y también en el roque de Garachico. Estima: 8.200 – 16.600 parejas.

2.3.2.5. La Gomera

Se reproduce en prácticamente todo el perímetro costero, aunque destaca la mitad meridional de la isla, con colonias muy importantes en las cercanías de Valle Gran Rey y el barranco de Argaga, La Dama, La Rajita, La Jarrita, Las Pardeleras, La Trinchera, playa de Suárez, playa del Guincho, El Cabrito y la punta de Juan Daza. También en zonas de interior propicias: roque Cano (Vallehermoso), barranco de Majona, Enchereda (Hermigua), barranco de Benchijigua (Playa Santiago), etc. Estima: No existen estimas.

2.3.2.6. El Hierro

Cuenta con colonias en buena parte de los acantilados costeros y en los roques y las bajas más apropiadas que circundan la isla, destacando sobre todo el núcleo existente en los roques de Salmor. También son de importancia los enclaves de cría ubicados en el roque de las Gaviotas, risco de los Negros (El Verodal) y en los cantiles próximos al faro de Orchilla, junto con puntos de la costa norte del sector comprendido entre Guarazoca, Pozo de las Calcosas y Echedo, así como en el litoral de Taibique y en los malpaíses, como Tamaduste y zona baja de Echedo y el Borque del Barbudo. Estima: No existen estimas.

2.3.2.7. La Palma

Principalmente distribuida por la franja costera (especialmente en su mitad septentrional), aunque también ocupa zonas de interior como el barranco de Angustias e incluso zonas del Parque Nacional de La Caldera de Taburiente. Presente también en los roques más importantes, de entre los que destaca Garafía. Estima: 3.000-4.000 parejas.

2.3.2.8. ZEPA Islotes del norte de Lanzarote y Famara (ES0000040) y Espacio Marino de los Islotes de Lanzarote (ES0000532)

2.3.2.9. Archipiélago Chinijo

2.3.2.9.1. *Alegranza*

Repartida por todo el islote, aunque es más abundante entre El Veril y Punta Trabuco y entre El Jablito y El Bermejo. Estima: 10.000-12.000 parejas.

2.3.2.9.2. *Roque del Este*

Presente en todo el roque. Estima: 50 parejas.

2.3.2.9.3. *Roque del Oeste*

Presente en todo el roque. Estima: 25 parejas.

2.3.2.9.4. *Montaña Clara*

Repartida por todo el islote, aunque con densidades más altas en la costa meridional y el interior de La Caldera. Estima: 1.000-1.500 parejas.

2.3.2.9.5. La Graciosa

Se encuentra en las principales montañas: Amarilla, del Mojón, las Agujas y Bermeja, así como en sectores costeros como el de morros Negros, Los Entraderos y ciertos enclaves del litoral suroeste. Estima: 300 parejas.

2.4. Parámetros reproductivos

Antes de que se llevara a cabo el proyecto MISTIC SEAS II, no existían datos relativos a la biología reproductiva de la especie en Canarias. Rodríguez, et al. (2015) utilizaron el éxito reproductor descrito por Monteiro, et al. 1996 en Azores (0,75 pollos por pareja reproductora) para estimar la población de Tenerife.

En MISTIC SEAS II se obtuvieron los primeros valores, que se recogen en la Tabla 3 junto con los obtenidos durante los programas de seguimiento en este 2020. Dichos valores no distan mucho de los citados para Azores, a excepción del año 2017 en Montaña Clara, cuando se registró un episodio de elevada mortalidad debido aparentemente a la inundación de un buen número de nidos después de un temporal. En años posteriores, los valores de Montaña Clara han aumentado notablemente, aunque siguen sin alcanzar las cifras de Timanfaya, una colonia que parece gozar de muy buena salud.

En cuanto a la supervivencia adulta, a pesar de que cada año se incrementa la proporción de adultos anillados, se considera que, para alcanzar conclusiones sólidas, es necesario disponer de una serie de años más larga. Se espera poder disponer de una cifra al final del primer ciclo de los programas de seguimiento.

Tabla 3. Éxito reproductor reportado en MISTIC SEAS II (2017 y 2018; Gil-Velasco, 2019) y en los programas de seguimiento (2020-2022).

Zona	Año	Nidos activos	Nidos Demo	Éxito	Éxito bruto	Éxito corregido
M. Clara	2017	30	27	16	53%	59%
	2018	25	23	16	64%	70%
	2020	27	22	18	67%	82%
	2021	32	32	23	72%	72%
	2022	28	27	23	82%	85%
Timanfaya-El Golfo	2017	46	43	36	78%	84%
	2018	44	44	39	89%	89%
	2020	64	63	49	77%	78%
	2021	46	46	26	57%	93%
	2022	49	24	18	-	75%
Roque de Tierra	2020	26	25	17	65%	68%
	2021	21	19	14	67%	74%
	2022	21	19	15	71%	79%
Los Orobales (PN Anaga)	2022	24	23	11	45%	48%
Veneguera	2020	46	41	33	72%	80%
	2021*	19	19	17	89%	89%

2.5. Principales amenazas

2.5.1. Depredadores introducidos

La introducción de depredadores asociados al ser humano como gatos domésticos o cimarrones (*Felis catus*), ratas (*Rattus sp.*) y ratones (*Mus musculus*, *Apodemus sylvaticus*) puede conducir a una disminución notable e incluso desaparición de núcleos reproductores en islas e islotes. En Gran Canaria se han registrado tasas de fracaso del 53 % por depredación de ratas sobre huevos y pollos (Traveset et al., 2009).

2.5.2. Contaminación lumínica

La urbanización del litoral lleva ligado el incremento en los niveles de iluminación nocturna, que en esta especie conducen al deslumbramiento de los juveniles en sus primeros vuelos (Rodríguez et al., 2012a; Atchoi et al., 2021). En las colonias de Canarias, los deslumbramientos por las luces urbanas provocan que los volantones se desorienten y terminen chocando con edificios o tendidos eléctricos, atropellados en las carreteras, o atacados por perros o gatos tras caer a tierra y quedar desprotegidos. Se sabe también que la mortalidad es más elevada en las colonias situadas en el interior de las islas (Rodríguez et al., 2015). El seguimiento realizado en el número de volantones deslumbrados recogidos en la isla de Tenerife apuntó que unos 9.000 ejemplares de pardela cenicienta atlántica se habrían visto afectados por este problema en un periodo de nueve años de estudio; de ellos, aproximadamente un 95 % pudieron ser recuperados y devueltos al medio natural (Rodríguez y Rodríguez, 2009).

2.6. Estudios previos con la especie

2.6.1. Atlántico

La bibliografía es amplia para esta especie, tanto en lo relativo a su abundancia y distribución (Paiva, et al. 2010), como a su biología (por ejemplo, Monteiro, et al. 1996c; Granadeiro, et al. 1998; Mougin, et al. 1998). Sin embargo, destaca la ausencia de referencias actuales relativas a estimas o tendencias poblacionales. La implantación de unos programas de seguimiento a largo plazo, diseñados en MISTIC SEAS (MISTIC SEAS, 2016) debería aportar esta información a corto-medio plazo.

2.6.2. Islas Canarias

2.6.2.1. MISTIC SEAS II

El proyecto estuvo enfocado a la obtención de información de abundancia a partir del seguimiento en parcelas concretas, en las cuales se contaría el número de nidos ocupados y se evaluaría el éxito reproductor. Esta misma metodología sería la empleada en los programas de seguimiento:

2.6.2.2. Programas de seguimiento

Los programas de seguimiento de aves marinas en Canarias incluyen el monitoreo de 4 colonias de cría siguiendo las metodologías descritas en MISTIC SEAS II. Las colonias monitorizadas son El Golfo-Timanfaya (Lanzarote), Montaña Clara (Archipiélago Chinijo, Lanzarote), Veneguera (Gran Canaria) y Roques de Anaga (Tenerife). Estos programas se iniciaron en el año 2020 y ya se han analizado 2 temporadas de cría de la especie. Algunos de los resultados obtenidos en estos proyectos pueden verse en la Tabla 3.

2.7. Entidades y expertos consultados

Los expertos y entidades consultados serán los mismos que los indicados en el apartado correspondiente de la parda chica (ver 1.7. Entidades y expertos consultados; pág. 22).

3. Paíño de Madeira (*Hydrobates castro*)

3.1. Estado de conservación (tanto a nivel mundial, como europeo y estatal)

Categoría global IUCN (2018): LC Preocupación menor (BirdLife International, 2018).

Categoría en la lista roja europea (2015): LC Preocupación menor (BirdLife International, 2015).

Categoría para España IUCN (2021): 'En Peligro' EN [A2ce; B1; B2ab(I,II,III,IV); C1; C2a(I)] en el libro Rojo de las aves de España (Gil-Velasco, et al, 2021).

Incluida en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (Real Decreto 139/2011): VULNERABLE

3.2. Biología y ecología de la especie

3.2.1. Reproducción

Al igual que el resto de procelarififormes pone un solo huevo. La población reproductora en Canarias llega a las colonias en septiembre y las puestas parecen empezar en el mes de noviembre. El pollo posiblemente abandone el nido a finales del mes de marzo o principios de abril, aunque existe poca información de la fenología de esta especie.

3.2.2. Dieta

Se alimenta de pequeñas presas pelágicas (peces, moluscos y crustáceos). No existen estudios de la dieta de esta especie en el archipiélago canario.

3.2.3. Fenología y movimientos anuales

Existen dos poblaciones diferentes de la especie, una de verano y presente entre marzo y agosto y otra invernante presente entre septiembre y febrero, lo que en otros archipiélagos macaronésicos (Cabo Verde y Azores) ha dado lugar a especies distintas (Smith et al. 2007). En Canarias, la población reproductora es fundamentalmente la de invierno, pero existen indicios de reproducción de la población de verano como mínimo en Chinijo (Alegranza y Montaña Clara obs. pers.). Por este motivo, es posible observar a la especie en aguas canarias en cualquier momento del año, pero, debido a lo ya comentado, se tratará de poblaciones distintas según la estación.

El paíño de Madeira es una especie puramente oceánica, por lo que la obtención de información resulta harto complicada fuera del periodo de cría. Sin embargo, sí se observan números importantes de ejemplares en la costa este de Norteamérica, raramente por encima del paralelo 41° (Howell, 2012). La especie no se reproduce en el Atlántico norteamericano, por lo que sin duda provienen de alguno de los archipiélagos macaronésicos. Hasta qué punto este enclave es importante para la especie está por valorar, puesto que podrían existir zonas de concentración todavía por descubrir en medio del Atlántico. Tras el periodo no reproductor, las aves se desplazan hacia el Atlántico oriental bajando por

las costas europeas, donde puede concentrarse en grandes números en bancos como el de Galicia (Bécares et al., 2011).

3.2.4. Uso del hábitat terrestre

Es probable que el hábitat actual de la especie en Canarias represente tan solo una fracción del hábitat potencial en el pasado, cuando el impacto de los depredadores introducidos y la contaminación lumínica, presumiblemente las principales amenazas de la especie, era menos severo. Existen indicios de que la especie ocupaba amplios sectores de malpaís llano y con escasa o ninguna vegetación en islas principales, que actualmente presentan densidades de depredadores introducidos muy elevadas. En enclaves libres de esta amenaza, como las islas Selvagens, la especie se reproduce en un amplio abanico de formaciones rocosas, con la abundancia de cavidades prácticamente como único factor limitante. En concreto, se conocen nidos en muros u otras construcciones de origen antrópico, derrubios, túneles volcánicos de pequeño diámetro y aglomeraciones rocosas en terrazas de acantilados o zonas de malpaís. Otro indicio de la diferencia entre el hábitat potencial y el ocupado actualmente es la diferencia de densidad y accesibilidad de los nidos existente entre zonas libres de depredadores (como el Roque de Tierra de Anaga) y zonas con estas amenazas (como El Golfo, Lanzarote). Así, en localidades como el mencionado Roque o Montaña Clara, la especie ocupa zonas accesibles con aglomeraciones de rocas, preferiblemente parcialmente cubiertas de arena, ocupando grietas o cavidades entre rocas. En islas principales, se ha detectado actividad vocal en zonas de malpaís al borde de acantilado, pero no se ha hallado ningún nido desde hace años, por lo que es posible que o bien éstos se hallen en zonas de acantilado inaccesibles o bien las densidades sean tan bajas que resulte enormemente difícil localizar nidos.

3.2.5. Uso del medio marino

La información sobre sus preferencias en el mar está fragmentada y procede básicamente de transectos en barco y observaciones ocasionales, en tanto que hasta la fecha no se han llevado a cabo marcajes de ejemplares con dispositivos de seguimiento remoto. A pesar de ello, el Banco de la Concepción (situado aproximadamente 40mn al NE de Lanzarote) constituye sin duda un enclave importantísimo para la especie, observándose regularmente cifras que pueden llegar a los miles de ejemplares (obs. pers). La elevada presencia en la zona de ejemplares de la población de verano indica que este enclave también es utilizado por aves provenientes de otros archipiélagos macaronésicos, por lo que se desconoce su importancia para la población canaria.

3.3. Distribución, abundancia y tendencia en sus colonias reproductoras

3.3.1. Atlántico

En Portugal, nidifica en los archipiélagos de Berlengas, Azores y Madeira (SPEA, 2022). Existen dos poblaciones, una de verano y otra de invierno. La nidificación de la población estival se ha confirmado únicamente en el archipiélago de Madeira, en prácticamente todas las islas e islotes. La población invernal es mayor, identificándose colonias en Farilhão Grande (Berlengas), en las islas e islotes de Madeira (incluido el islote de Farol, Porto Santo, Desertas y Selvagens), y en las Azores (Santa Maria, Graciosa, São Jorge, São Miguel, Flores y Corvo), aunque en las tres últimas islas la confirmación de nidificación se basó en escuchas nocturnas.

Como se ha comentado, las dificultades para acceder a las zonas de cría durante el periodo de actividad reproductiva de la especie han condicionado el conocimiento que se tiene tanto en cuanto a distribución como en cuanto a abundancia. Actualmente, existen datos de cría confirmada procedentes de los Roques del Este y Oeste, Alegranza, Montaña Clara, Lanzarote, Lobos, Tenerife (principalmente de los Roques de Anaga y Garachico) y El Hierro (principalmente de los Roques de Salmor) e indicios en La Graciosa, La Gomera y La Palma (ver Figura 12). La población del total del Archipiélago fue estimada en alrededor de 300 parejas por Delgado, et al. (1989), cifra que se elevó a 550-600 parejas en Concepción (2004), siendo los núcleos principales las islas de Montaña Clara (50-70 parejas), Alegranza (50-100 parejas), Roques de Anaga (100 parejas) y El Mojón (Timanfaya; 121-142 parejas) (Concepción, 2004; Rodríguez, et al. 2003).

Sin embargo, existen indicios de que algunas colonias podrían haber sufrido un alarmante declive, aun sin cuantificar, por lo que sería necesario disponer de información más actualizada. Así, no existen estimas precisas recientes sobre la población reproductora en Canarias, ni tampoco datos sólidos sobre su tendencia. La información reciente disponible proviene de evaluaciones de la actividad vocal en distintos puntos y estimas tentativas a partir de los valores obtenidos y, en algunos casos, la búsqueda activa de nidos. Estas estimas carecen de precisión, pero al menos permiten establecer el orden de magnitud de la población canaria. En este sentido, la población se situaría entre las 100 y las 200 parejas, pero sería necesaria una mejor prospección de Alegranza, un enclave que se supone muy importante para la especie (Rodríguez, et al. 2003), pero donde se han recogido pocos datos durante la última década.

3.3.3. ZEPA Islotes del norte de Lanzarote y Famara (ES0000040) y Espacio Marino de los Islotes de Lanzarote (ES0000532)

Como se ha comentado anteriormente la estima para esta ZEPA sería de aproximadamente 100-170 parejas (islas de Montaña Clara (50-70 parejas), Alegranza (50-100 parejas)).

3.4. Parámetros reproductivos

A pesar de que en el pasado se hallaron algunos nidos, nunca se ha llevado a cabo un seguimiento de la reproducción de esta especie en Canarias, sobre todo por las dificultades que conlleva acceder a las zonas de cría con la regularidad necesaria durante la época de cría (invierno). Por ello, a día de hoy no se dispone de esta información.

3.5. Principales amenazas

3.5.1. Depredadores introducidos

Si bien en la actualidad apenas se reportan episodios de depredación, ello se debe a que la distribución de la especie está ya muy contraída, como consecuencia de siglos de presión por parte de gatos, ratas y ratones. Las localidades de cría en islas principales son extremadamente escasas -se conocen dos actualmente- y, a pesar de que no se dispone de una tendencia clara, estas colonias parecen estar experimentando un declive más marcado que las situadas en zonas libres de depredadores introducidos (Gil-Velasco et al 2021).



3.5.2. Contaminación lumínica

De forma similar a lo que ocurre con los depredadores introducidos, hoy en día ya no se registran tantos ejemplares deslumbrados, pero ello se debe a que actualmente el área de distribución está muy restringida a zonas por lo general alejadas de núcleos urbanos, con bajos índices de contaminación lumínica. Sin embargo, año tras año todavía se recogen unos pocos ejemplares deslumbrados, indicando que esta amenaza no ha cesado (Gil-Velasco et al 2021).

3.6. Estudios previos con la especie

3.6.1. Atlántico

En este caso, muchas de las referencias disponibles tratan la compleja taxonomía del paíño de Madeira, que ha llevado a la separación del paíño de Monteiro (Monteiro, et al. 1998; Friesen, et al. 1998) y a la descripción de diferencias entre las poblaciones que se reproducen en verano e invierno (Taylor, et al. 2019). En lo relativo a abundancia y distribución, muchas de las referencias son antiguas y provenientes de Azores (Monteiro, et al. 1999), mientras que destaca la escasez de información recogida en Madeira o Selvagens.

En cuanto a la biología y hábitos de forrajeo, las referencias también son escasas, sin duda debido a las dificultades para trabajar con la especie, pero sí existen descripciones de su fenología, muda y uso del hábitat en Azores (Monteiro, 1999), donde además se han llevado a cabo proyectos de adecuación de hábitat complementados con la instalación de cajas nido (Bolton, et al. 2004).

Por último, actualmente se están desarrollando los programas de seguimiento diseñados en MISTIC SEAS (MISTIC SEAS, 2016), que se espera que arrojen algo de luz acerca de la tendencia poblacional de la especie en la Macaronesia.

3.6.2. Islas Canarias

3.6.2.1. MISTIC SEAS II

En un principio, la especie no iba a ser objeto de los programas de seguimiento, pero durante el transcurso del proyecto se vio que, con prácticamente el mismo esfuerzo requerido para obtener información relativa a pardela chica, también se obtenía información relevante sobre el paíño de Madeira. Esto se debe a que ambas especies comparten zonas de cría y a que gran parte de los periodos reproductivos se solapan. Para acabar de completar la información, durante el año 2018 se llevaron a cabo muestreos acústicos piloto, enfocados exclusivamente al paíño de Madeira. Éstos se desarrollaron durante los meses de noviembre y diciembre en El Golfo (Lanzarote) y su objetivo era obtener una imagen más completa de los patrones de actividad vocal de la especie a lo largo de la temporada de cría, presuponiendo que antes del mes de diciembre (momento en que se muestreó la zona durante MISTIC SEAS II) también existiría buena actividad vocal. Así, se colocaron grabadoras a lo largo de los meses de noviembre, diciembre y enero, obteniéndose los valores más altos en diciembre, igual que durante MISTIC SEAS II. Sin embargo, en este caso sí se consideró noviembre como un buen periodo accesorio, sub-óptimo pero útil en caso de que no sea posible acceder a las colonias en diciembre, por lo que se propuso su inclusión como tal en los programas de seguimiento.

Los datos incluidos en la Tabla 4 son los obtenidos durante MISTIC SEAS II y sirven como base para establecer la tendencia a largo plazo. Al igual que en el caso de la pardela chica, se seleccionaron los 5 mejores días y, entre ellos, se reportó la mediana.

*Tabla 4. Número de vocalizaciones de paño de Madeira *Hydrobates castro* obtenidas durante los mejores 5 días de la época de cría 2017-2018 en El Golfo (Lanzarote) y Montaña Clara (Archipiélago Chinijo, Lanzarote). El valor marcado en negrita representa la mediana de los cinco días, que sirve como valor de base para establecer la tendencia a largo plazo.*

Colonia	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
El Golfo	8	22	113	63	66
Montaña Clara	118	291	183	81	106

3.6.2.2. Información recopilada en temporadas anteriores del presente contrato

En la temporada de cría 2019-2020 se analizó la distribución de ambas especies en Fuerteventura y Gran Canaria. En total se colocaron grabadoras en 25 localidades diferentes para el estudio de la distribución de la pardela chica y el paño de Madeira, en concreto en Fuerteventura (14), Lobos (7) y Gran Canaria (4). De éstas, funcionaron correctamente 20 (11 en Fuerteventura, 6 en Lobos y 3 en Gran Canaria). El número total de noches muestreadas fue de 1205, y el de horas de 4019.

En cuanto a los resultados de distribución de paño de Madeira, las fechas en que se llevaron a cabo los muestreos fueron demasiado tardías y, aunque por poco, no se consiguió incluir ningún periodo de actividad vocal intensa.

3.7. Entidades y expertos consultados

Los expertos y entidades consultados serán los mismos que los indicados en el apartado correspondiente de la pardela chica (ver 1.7. Entidades y expertos consultados; pág. 22).

4. Resumen de la información recopilada.

Con el fin de facilitar el acceso a la información, en la siguiente tabla, se recoge una síntesis de la información clave incluida en este informe para cada una de las especies.

	Categoría de protección					Biología - ecología				Distribución, abundancia y tendencia de las colonias	Amenazas
	UICN Global	UICN España	Lista Roja Europea	CEEA	Otros	Reproducción	Dieta	Fenología y movimientos anuales	Uso del medio		
Pardela chica (<i>Puffinus baroli</i>)	Preocupación menor (LC, 2018). En revisión	En Peligro Crítico (CR, 2021) (A2b, A2c, B2bII, B2bIII, C1, E)	Casi amenazada (NT, 2015) B2ab(v); C1+2a(i)	VU (2021)	DA - Anexo I	<ul style="list-style-type: none"> - Llegada a principios de diciembre a Canarias. - Máxima vocalización en las 2 últimas semanas del año - Éxodo pre-puesta y puesta de 1 único huevo finales de enero - Eclosión entre mediados de marzo y principios de abril - Abandono de nido de los pollos entre mediados de mayo y mediados de junio - Baja fidelidad al nido (3 años) y depende mucho de competencia con otras especies y meteorología (más exitosas huras profunda contra vientos) - Parámetros reproductivos: sin información para Canarias 	<ul style="list-style-type: none"> - Distinta ecología trófica dependiendo de si se encuentran en época de cría o no (fuera de época de cría recorren mayores distancias pero durante cría radio menor de acción y conformidad con presas más pequeñas como cefalópodos) - Influencia de meteorología (NAO débil cefalópodos en zonas más pelágicas y con NAO más intensa, más peces aunque también mucho cefalópodo) - Presas: sin datos en Canarias pero cefalópodos principalmente en Azores. - Buceo entre 12 y 23m y seguramente de noche 	<ul style="list-style-type: none"> - Canarias: pocos marcajes (6) en periodo reproductor (duda de si los especímenes eran reproductores). 1 llogó a Baleares. El resto Chinijo, Ftv y a 100Km Salvajes con mucha concentración en la zona --> protección - Fuera periodo reproductor: movimientos desconocidos para Canarias pero sedentarismo en el resto 	<p><u>Terrestre:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Nidifica en acantilados costeros, en zonas inaccesibles a depredadores introducidos o con baja densidad de éstos, así como en islotes libres de ellos. - Excava huras profundas y estrechas, preferiblemente con suelos arenosos <p><u>Marino:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Marcadas en Montaña clara: muy oceánica. En Canarias alimentación en triángulo delimitado por el extremo nordeste de Lanzarote, la península de Jandía (sur de Fuerteventura) y las islas Selvagens (Portugal), una zona oligotrófica marcada por la Corriente de Canarias. - Muy influenciadas por la NAO 	<ul style="list-style-type: none"> - Atlántico: Canarias (95 y 291 parejas, 2015), Azores (entre 840 y 1530 parejas repartidas en 28 colonias, sobre todo en islotes alrededor de Graciosa y Santa Maria), Madeira (unas 300 parejas en Desertas y números más elevados pero aun por determinar en Porto Santo) y Selvagens (estimaciones de entre 2050 y 4900 parejas, aunque podrían estar claramente sobreestimadas - Estimaciones por pollos deslumbrados en Tenerife que han disminuido notablemente en los últimos años 	<ul style="list-style-type: none"> - Producción de energía y minería. Recordar que algunas infraestructuras ya existentes y candidatas a acoger plantas de producción de energías renovables se hallan muy próximas a núcleos importantes para la especie en Canarias, como es el caso del Aeropuerto de La Gomera. Amenaza en zonas críticas para la especie de parques eólicos - Depredadores introducidos: ratas y ratones en El Golfo. Desapariciones por predación por gatos - Especies nativas: predación por gaviota patiamarilla - Vertidos - Contaminación lumínica (pollos deslumbrados) - Eventos geológicos y sísmicos (pueden afectar al futuro con desprendimientos, etc. Ej. El Hierro)

	Categoría de protección					Biología - ecología				Distribución, abundancia y tendencia de las colonias	Amenazas
	UICN Global	UICN España	Lista Roja Europea	CEEA	Otros	Reproducción	Dieta	Fenología y movimientos anuales	Uso del medio		
Pardela cenicienta <i>(Calonectris borealis)</i>	Preocupación menor (LC, 2018).	Preocupación menor (LC, 2021)	Preocupación menor (2015)		VU Libro Rojo de las aves de España (2021)	<ul style="list-style-type: none"> - Llegada a las zonas de cría comienza a finales de febrero y principios de marzo, cuando ocupan las huras, de noche. - Monógamas, fidelidad al nido. - Puesta: un único huevo, finales de mayo o principios de junio (hembras sincronizadas) y eclosión a mediados de julio - Abandono del nido a finales de octubre Éxito reproductor: en función de la colonia (desde 59% hasta 63%) 	<ul style="list-style-type: none"> - Peces, cefalópodos, crustáceos y descartes de pesca 	<ul style="list-style-type: none"> - Sólo presente en aguas y costas españolas entre febrero y octubre durante el periodo reproductor. Fuera de este periodo, la gran mayoría de los individuos migran al sur para pasar el invierno en aguas pelágicas frente a las costas de África y América del sur 	<p><u>Terrestre:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Ocupa barrancos y acantilados en islas e islotes para reproducirse - Muy gregarias, formando colonias libres de depredadores - Excava huras <p><u>Marino:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Busca alimento tanto en zonas neríticas sobre la plataforma continental como en zonas pelágicas, y su presencia se encuentra a menudo asociada a zonas de elevada productividad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se reproduce en prácticamente todas las islas e islotes de los archipiélagos de Berlengas, Azores y Madeira. - En la costa gallega se reproduce en tres pequeñas colonias de reciente colonización (Cíes, Coelleira y Sisargas). - Canarias: población estimada de más de 50.000 parejas repartidas en todas las islas. La isla con más población sería Tenerife. (El Hierro y La Gomera, sin estimas) 	<ul style="list-style-type: none"> - Depredadores introducidos: ratas, ratones y gatos cimarrones - Contaminación lumínica (pollos deslumbrados). Han bajado ejemplares recogidos lo que indica regresión
Paíño de Madeira <i>(Hydrobates castro)</i>	Preocupación menor (LC, 2018).	‘En Peligro’ (EN, 2021) [A2ce; B1; B2ab(I,II,III,IV); C1; C2a(I)]	Preocupación menor (2015)	VU	EN Libro Rojo de las aves de España (2021)	<ul style="list-style-type: none"> - Llegan a las colonias de Canarias en septiembre y las puestas parecen empezar en el mes de noviembre - Un único huevo. - El pollo probablemente abandona el nido a finales del mes de marzo o principios de abril 	<ul style="list-style-type: none"> - Pequeñas presas pelágicas (peces, moluscos y crustáceos). - Sin estudios en Canarias 	<ul style="list-style-type: none"> - Existen dos poblaciones diferentes de la especie, una de verano y presente entre marzo y agosto (con indicios de reproducción en Chinijo) y otra invernante presente entre septiembre y febrero (reproductora). En otras islas esto ha dado lugar a especies distintas 	<p><u>Terrestre:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Poca representación ahora por carnívoros introducidos y habría ocupado amplios sectores de malpaís llano y con escasa o ninguna vegetación en islas principales. En Roque o Montaña clara ocupa zonas accesibles con aglomeraciones de rocas, preferiblemente 	<ul style="list-style-type: none"> - En Portugal, nidifica en los archipiélagos de Berlengas, Azores y Madeira. Existen dos poblaciones, una de verano (cuya nidificación se ha confirmado solo en Madeira) y otra de invierno que es mayor. - Muy desconocida en Canarias por sus hábitos muy pelágicos de día y nocturnos en tierra y fenología muy distinta al 	<ul style="list-style-type: none"> - Depredadores introducidos: ratas, ratones y gatos cimarrones - Contaminación lumínica (pollos deslumbrados). Han bajado ejemplares recogidos lo que indica regresión. Más individuos adultos (aumenta mortalidad en adultos)

Categoría de protección					Biología - ecología				Distribución, abundancia y tendencia de las colonias	Amenazas
UICN Global	UICN España	Lista Roja Europea	CEEA	Otros	Reproducción	Dieta	Fenología y movimientos anuales	Uso del medio		
					(sin seguridad) - Sin información de parámetros reproductivos		- Tras el periodo no reproductor, las aves se desplazan hacia el Atlántico oriental bajando por las costas europeas, donde puede concentrarse en grandes números en bancos como el de Galicia	parcialmente cubiertas de arena, ocupando grietas o cavidades entre roca pero en zonas con depredadores se han escuchado vocalizaciones al borde de acantilados pero sin detección de nidos - En lugares sin amenazas (Salvajes) la especie se reproduce en un amplio abanico de formaciones rocosas (muros u otras construcciones de origen antrópico, derrubios, túneles volcánicos de pequeño diámetro y aglomeraciones rocosas en terrazas de acantilados o zonas de malpais) con la abundancia de cavidades prácticamente como único factor limitante <u>Marino:</u> - Banco de la Concepción es un enclave importantísimo con miles de ejemplares	resto de especies y eso provoca dificultades para acceder a las zonas de cría durante el periodo de actividad reproductiva - Población estimada en 2004 en 550-600 parejas (1 colonia en El Hierro, 2 en Tenerife y el resto en Lanzarote y Chinijo) pero no existen estimas precisas recientes sobre la población reproductora en Canarias, ni tampoco datos sólidos sobre su tendencia. - Ahora se estima en 100-200 parejas	

CAMPAÑAS DE PROSPECCIÓN DE NIDOS ACCESIBLES, CENSADO CLÁSICO Y TESTADO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LAS ESPECIES OBJETIVO (E.2.1., E.2.2 Y E.2.3).

5. Metodologías de censo clásico

5.1. Escuchas nocturnas

Las escuchas nocturnas consisten en la presencia de como mínimo una observadora en un emplazamiento central de la colonia (o todo lo próximo a esto que sea posible) durante un periodo de tiempo establecido y/o estandarizado que comprenda al menos una parte significativa del periodo de actividad vocal de cada especie. Esto es, de 5 a 7h en el caso de la pardela chica y de 19 a 00h en el caso del paño de Madeira. La toma de datos consiste en anotar la hora en que se detecta cada vocalización, juntamente con el sexo en caso de ser posible, el rumbo aproximado del ave y cuántas aves se escuchan de forma simultánea. También se anota una distancia aproximada (corta, media, larga) y si el ave se halla posada o en vuelo.

Los datos relativos al número de aves escuchadas de forma simultánea resultan especialmente relevantes, en tanto que se ha descrito que existe una proporción entre este valor y el número de parejas reproductoras en otras especies de Procellariiformes (Rattcliff, 2000).

El número máximo de vocalizaciones por unidad de tiempo también se ha relacionado con el número de parejas presentes (Oppel, et al. 2014). En este caso, además, también sirve para evaluar la eficacia de las grabadoras emplazadas y estimar su área de muestreo (ver *Utilización de grabadoras automatizadas*).

5.2. Transectos lineales

Los transectos lineales consisten en desplazarse a ritmo constante y trayectoria más o menos rectilínea detectando y cuantificando las aves alrededor. Existen diversas metodologías para la realización de estimas a partir de esta metodología, que pueden resumirse en dos tipos:

- Transectos con banda: se define una banda de censo de anchura determinada alrededor de la trayectoria de la persona observadora y se asume que todos los nidos dentro de la banda son detectados, de modo que al final se obtiene un valor de número de nidos por unidad de superficie muestreada (esto es, densidad) y se extrapola al total de la zona potencial para obtener un número de parejas. Este sistema solo es adecuado en especies que únicamente vocalizan dentro del nido, como es el caso del petrel de Bulwer. Si bien las estimas no serán tan precisas como las llevadas a cabo con el muestreo Distance, esta metodología está más recomendada para localidades con mucha abundancia de aves, donde la simplicidad a la hora de tomar los datos es una ventaja
- Muestreo Distance: se registra la distancia y ángulo de detección de cada nido detectado y a partir de ahí se estudia cómo varía la detectabilidad con la distancia y, de este modo, estimar no solo a partir de lo que se detecta, sino también de lo que no se detecta, lo cual

permite alcanzar estimas muy precisas. Sin embargo, esta metodología requiere de la toma en el campo de más datos, por lo que en contextos con muchas aves puede resultar poco eficiente.

Teniendo en cuenta que ninguna de las tres especies objeto de estudio vocaliza únicamente en la hura, este sistema no ha sido utilizado. En el caso de la pardela cenicienta, que vocaliza tanto en la hura como en vuelo de forma habitual, se podría utilizar esta metodología, sin embargo resulta mucho más efectiva la búsqueda directa de nidos (ver apartado siguiente).

5.3. Búsqueda y conteo de nidos mediante linterna, reclamo y cámara endoscópica

Se trata de la metodología más antigua de todas las empleadas. Consiste en la inspección manual de las cavidades o grietas que presenten las características adecuadas para acoger huras de cualquiera de las especies objeto de estudio, especialmente aquellos agujeros que presenten además indicios de presencia (escarbados recientemente, con excrementos en la entrada, etc). La inspección consiste en introducir la linterna o, de no ser posible, la cámara endoscópica por lo que se considera la entrada y explorar todos los recovecos para asegurar la presencia o no de la especie. Paralelamente, esta metodología puede compaginarse con el uso de reclamos acústicos, ya que en otros estudios ha sido útil para obtener una respuesta desde dentro de la hura. Este sistema se utiliza en las tres especies objetivo, y su éxito depende en parte de la abundancia en la zona.



Figura 13. Pardela cenicienta en nido en la colonia de El Golfo-Timanfaya. Foto: © Juan Bécares

5.4. Conteos desde costa (paso activo/conteo de balsas)

El conteo de balsas ha sido utilizado con especies muy comunes (como podría ser el caso de la pardela cenicienta), que cada tarde-noche se congregan en las inmediaciones de la colonia para esperar el

momento oportuno para entrar (Figura 14). Sin embargo, se desconoce qué porcentaje de dichas balsas corresponde con prospectores y, además, la localización de éstas (más cerca o más lejos de costa) puede variar notablemente, lo que dificulta la estandarización de los conteos. Se trata de una metodología exigente a nivel humano y con unos resultados que, si bien sí pueden mostrar una tendencia grosso modo, no permiten alcanzar conclusiones sólidas. Durante el presente proyecto se ha podido comprobar cómo especies muy escasas, como la pardela chica, también se congregan en balsas frente a las colonias, como mínimo frente a las colonias que todavía mantienen un buen tamaño (Las Cañitas, La Gomera), algo que ya había sido descrito cuando las poblaciones canarias de la especie gozaban de un mejor estado de conservación (Martín, et al. 1988). Sin embargo, actualmente solo se han podido observar balsas de pardela chica de noche (mediante cámara termográfica) y formadas por unos pocos individuos. Así, se considera que esta metodología puede ser complementaria, aportando un orden de magnitud a las estimas, pero no única a la hora de estimar el tamaño de una colonia.



Figura 14. Balsas de pardela cenicienta (arriba) y ejemplo de telescopio empleado para censo (abajo). Fotos: © Juan Bécares.

6. Nuevas tecnologías utilizadas para el censo

6.1. Censos mediante uso de cámara termográfica

La termografía permite observar en plena oscuridad sin ningún aporte de luz el calor que emanan los objetos y organismos. Dado que las aves termorregulan, su temperatura no tiene por qué coincidir con la ambiental, y es fácil su detección con cámaras termográficas, que son muy sensibles a la temperatura, detectando pequeñas variaciones inferiores a 0,1°C. Sin embargo estas cámaras tienen una serie de limitaciones, especialmente en lo que hace referencia al tamaño de los sensores y al alcance (zoom o distancia focal) a que llegan. En primera instancia se empleó una cámara del modelo FLIR VUE PRO R 640×512 (con una lente de 19mm y una banda espectral que va de 7,5 a 13,5 μm). Esta cámara no dispone de pantalla, por lo que para poder ver en tiempo real lo que se está registrando, es necesario conectar una pantalla externa, además de la consiguiente batería externa para alimentarla. Todo el dispositivo, incluyendo los cables para conectarlo, resulta poco práctico en el campo, en tanto que la poca movilidad impide seguir a las aves en sus rápidos vuelos (Figura 15). Además, a pesar de que con este equipo se consiguió observar y contabilizar las aves presentes en algunos momentos, en general la resolución resultó demasiado baja y el hecho de no poder fijar un determinado rango de temperatura también dificultó el seguimiento de las aves según cambiaban de fondo acantilado a fondo cielo.



Figura 15. Vista del dispositivo termográfico (FLIR VuePro640) preparado para el trabajo de campo.

Posteriormente, se utilizó una cámara HIKMICRO GRYPHON GQ50L. Este dispositivo tiene forma de monocular, de modo que se maneja fácilmente. Además, dispone de telémetro láser hasta 600m, lo que permite medir distancias. En este dispositivo, la lente es de 50mm y cuenta además con un zoom digital de 8x, por lo que el campo de visión es más reducido que en la FLIR VUE PRO, pero sin embargo permite observar mejor algunos detalles, como la entrada de una hura a una distancia considerable. En este sentido, la gran manejabilidad del dispositivo facilita el seguimiento de las aves detectadas, lo que en cierto modo compensa el menor campo visual. Es recomendable el uso de trípode para grabar videos, especialmente si se deja la cámara estática. Este dispositivo dispone además de sensor de infrarrojos (ver siguiente apartado).



Figura 16. Modelo de cámara térmica HIKMICRO GRYPHON GQ50L. Este modelo incluye telémetro láser hasta 600m y sensor de IR, además del accesorio para la colocación de una linterna de IR (modelo Hikmicro L028 IR 850 NM).

El sistema térmico tiene sus limitaciones, siendo especialmente efectivo en ambientes con una temperatura constante (por ejemplo en el interior de una cueva o contra el cielo; Figura 17), pero son menos efectivos sobre un terreno muy heterogéneo y que durante la noche puede conservar el calor (como por ejemplo un malpaís volcánico).

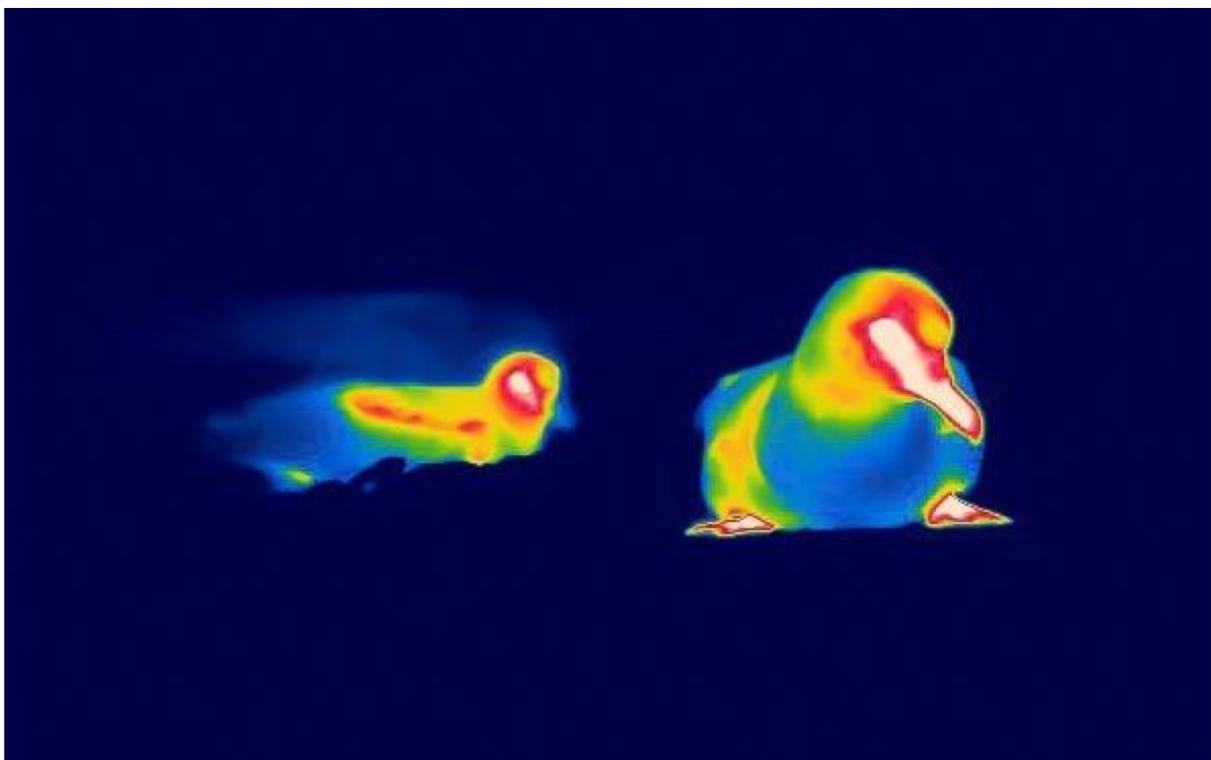


Figura 17. Pardelas cenicientas en el interior de una cueva registradas con cámara termográfica en total oscuridad.



VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



INTEWARES



6.2. Censos mediante focos de luz en espectro no visible y cámaras adaptadas a IR

Inicialmente se optó por emplear una cámara de video con visión de IR sencilla (modelo *Camcorder UHD 48MP WiFi IR*) y dos focos de IR, uno de corto alcance (40 metros y 60°; modelo *Array S-SE6-60-C-IR 6 leds*) y otro de largo alcance (180m de alcance y 40°; modelo *IR40-180*; Figura 18). Este sistema resultó insuficiente ya que la sensibilidad de la cámara a la luz IR era muy reducida, produciéndose imágenes con mucho ruido o a partir de pocas decenas de metros total oscuridad.

Posiblemente una buena opción hubiera sido la utilización de una cámara sin espejo de formato completo (full frame) adaptada. Esto es posible debido a que todas las cámaras réflex y sin espejo vienen provistas de un filtro de paso bajo delante del sensor, que bloquea la luz infrarroja para conseguir que el sensor de imagen tenga el mismo espectro de luz visible que el ojo humano, para obtener fotografías semejantes a la realidad. Dado que la fotografía/video infrarrojo se trata de captar en un espectro de luz no visible para el ojo humano (que va desde los 720nm a los 1200nm aproximadamente), es necesario adaptar estas cámaras mediante la extracción del filtro de paso bajo original y el montaje del filtro IR (de 850nm por ejemplo). De este modo con la cámara ya convertida a IR, se puede fotografiar y realizar videos con cualquiera de las ópticas de la cámara. Estas cámaras, con sensores de gran tamaño, junto con un objetivo luminoso, son mucho más sensibles a la luz que la cámara de video comentada anteriormente (con un sensor muy pequeño), por lo que unido a los focos comentados anteriormente aportaría sin duda una distancia de detección mucho mayor. Sin embargo, debido al gran consumo de batería de estos focos, junto con su elevado peso, hacen de este sistema una opción poco viable en lugares de acceso complicado.



Figura 18. Modelo de cámara IR utilizado inicialmente en el proyecto.

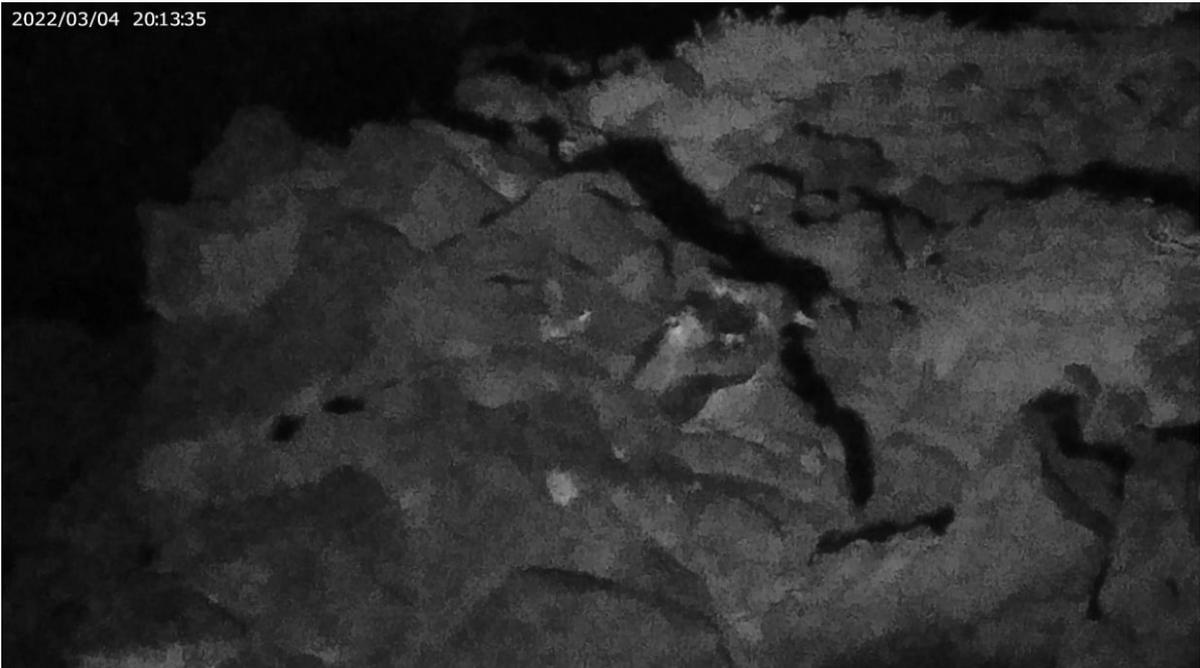


Figura 19. Pardela cenicienta en Montaña Clara observada con cámara IR Camcorder UHD 48MP WiFi IR y foco IR40-180. Distancia aproximada de 20m.

Para solucionar este problema se optó por la compra de una cámara térmica de altas prestaciones que además tenía sensor de IR. Este sensor de gran sensibilidad al IR permite que con la utilización de una pequeña linterna de IR (modelo Hikmicro L028 IR 850 NM) se pueda observar a gran distancia. Esta cámara permite la utilización únicamente de la visión térmica, de la IR o de ambas a la vez, incrementando el detalle en la imagen, algo de mucha utilidad para la identificación de la especie de ave.

6.3. Utilización de grabadoras automatizadas

Las grabadoras automatizadas permiten obtener información acústica a lo largo de varias semanas y en aquellos intervalos horarios que interesen, de manera que se puede monitorizar de manera simultánea en diversas colonias de cría y siguiendo una metodología estandarizada.

Las grabadoras utilizadas han sido principalmente el modelo AudioMoth 1.2.0 y Song Meter SM4 Wildlife Acoustics. La programación se hizo a través del software del fabricante.



Figura 20. Modelos de grabadoras AudioMoth y SM-4 utilizadas para los muestreos.

En buena parte de los muestreos, estas grabadoras automatizadas se han instalado a una distancia conocida entre ellas. A partir de esta grabación simultánea, es posible situar en el espacio a las aves en el momento de la vocalización, con una precisión bastante elevada, lo que podría facilitar su conteo e incluso el hallazgo de nidos. Para ello, se ha medido la ratio Signal-to-noise (SNR a partir de ahora; que consiste en la diferencia de decibelios entre la señal, en este caso el canto de la pardela chica, y el ruido de fondo) de la misma vocalización registrada en cada una de las distintas grabadoras instaladas de forma simultánea y se ha utilizado los decibelios resultantes para triangular la posición del ave en el espacio. Como este valor puede depender de la posición del ave y la direccionalidad de las emisiones, también se ha estudiado la hora exacta en que se registró cada señal en cada grabadora, lo que permite estimar el tiempo de llegada.

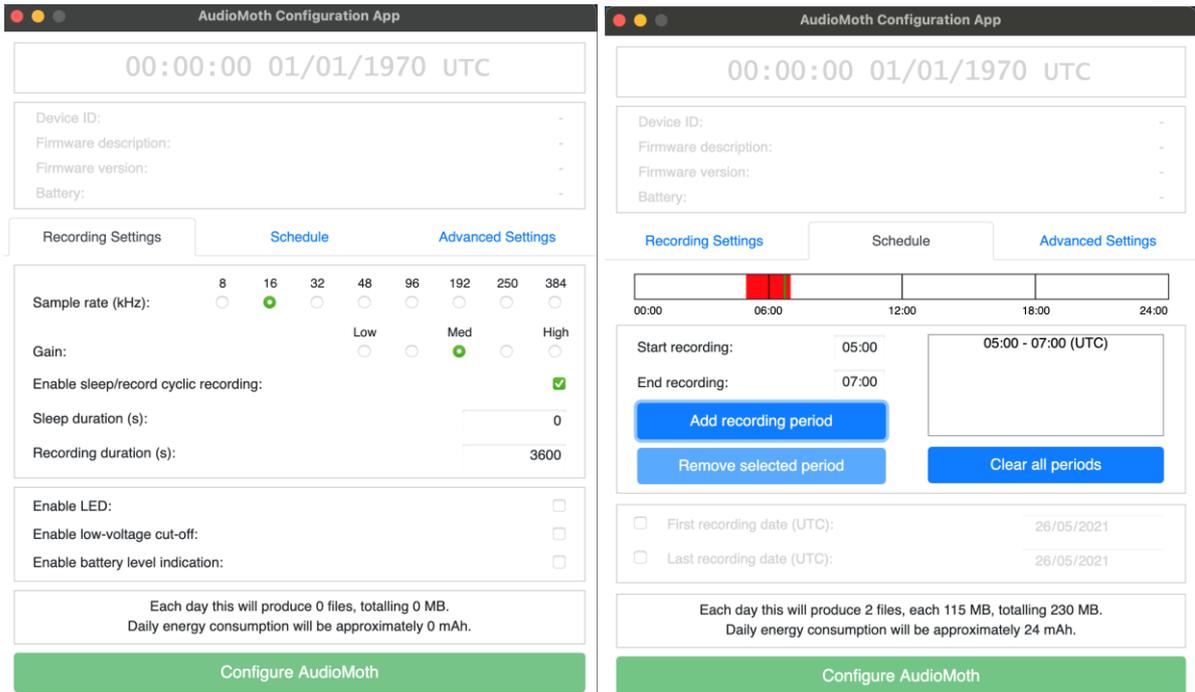


Figura 21. Interfaz del software de configuración de los dispositivos AudioMoth, con los parámetros seleccionados. El software de programación incluye dos pantallas: una donde se seleccionan los parámetros de grabación (izquierda) y otra para definir los periodos temporales (derecha).

6.4. Cámaras de fototrampeo

Aunque no es una técnica utilizada para el censo de parejas reproductoras y tampoco estaba contemplada su utilización inicialmente en el proyecto, el fototrampeo puede aportar información muy interesante sobre el comportamiento de la especie. Estas cámaras funcionan de manera autónoma y se activan cuando detectan movimiento, funcionando a cualquier hora durante meses, incluso por la noche, ya que disponen de una luz de IR y sensor que detecta esta longitud de onda. Si la cámara se coloca frente a un nido se pueden conocer los turnos de incubación y su duración, y por tanto si se dispone de una muestra representativa, se puede interpretar correctamente la información recopilada con otras tecnologías, como la utilización de grabadoras automatizadas para evaluar la abundancia de la especie. Es decir que se puede llegar a interpretar si en un determinado momento del ciclo lunar las aves registradas cantando son las mismas o si hay intercambio de aves entre días consecutivos. Esta misma información se puede recopilar con información de seguimiento remoto de ejemplares reproductores.

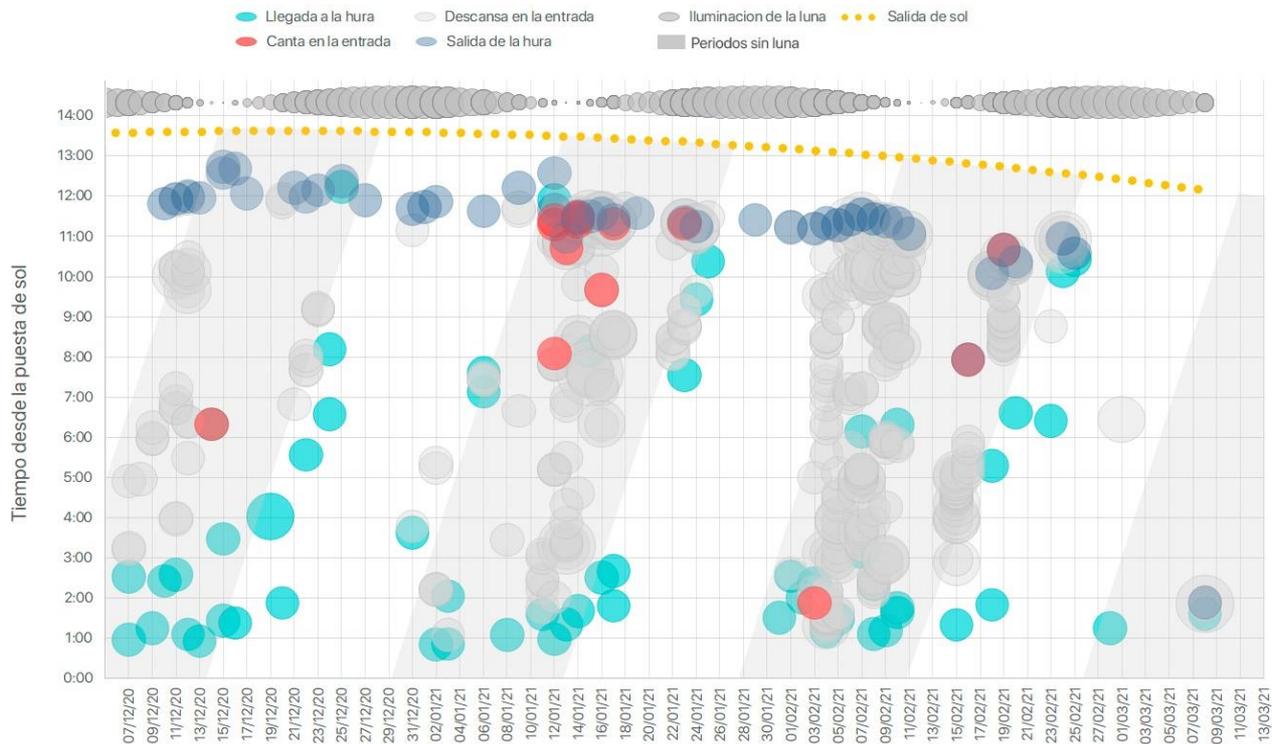


Figura 22. Actividad registrada en hora de pardela chica de El Golfo a partir de observaciones mediante cámara de foto-trampeo colocada en la entrada. Periodo comprendido entre el 7 de diciembre de 2020 y el 8 de marzo de 2021. Se puede observar cómo no todos los días se producen entradas o salidas y como se relaciona con el ciclo lunar (Bécares y Gil-Velasco, 2021).

7. Esfuerzo y metodologías utilizadas para cada especie objetivo atendiendo a sus particularidades

7.1. Pardela chica *Puffinus baroli*

7.1.1. Zonas de estudio

Las zonas de estudio propuestas se corresponden con parte de los sitios de más alta importancia para la especie en Canarias, según las estimas poblacionales pasadas y presentes publicadas en Gil-Velasco y Bécares (2023). Estas son Montaña Clara (Archipiélago Chinijo, Lanzarote; parejas estimadas de 15 a 30); El Mojón (P.N. Timanfaya en Lanzarote, Lanzarote; parejas estimadas de 5 a 15); Roques de Anaga (Tenerife; parejas estimadas de 5 a 1); derrubios de la Dama (Gomera; parejas estimadas de 5 a 10) y el Barranco de Erese (Las Cañitas, La Gomera; parejas estimadas de 2 a 5). Recaltar que estas estimas son aproximaciones groseras a partir de escuchas nocturnas (Figura 1).

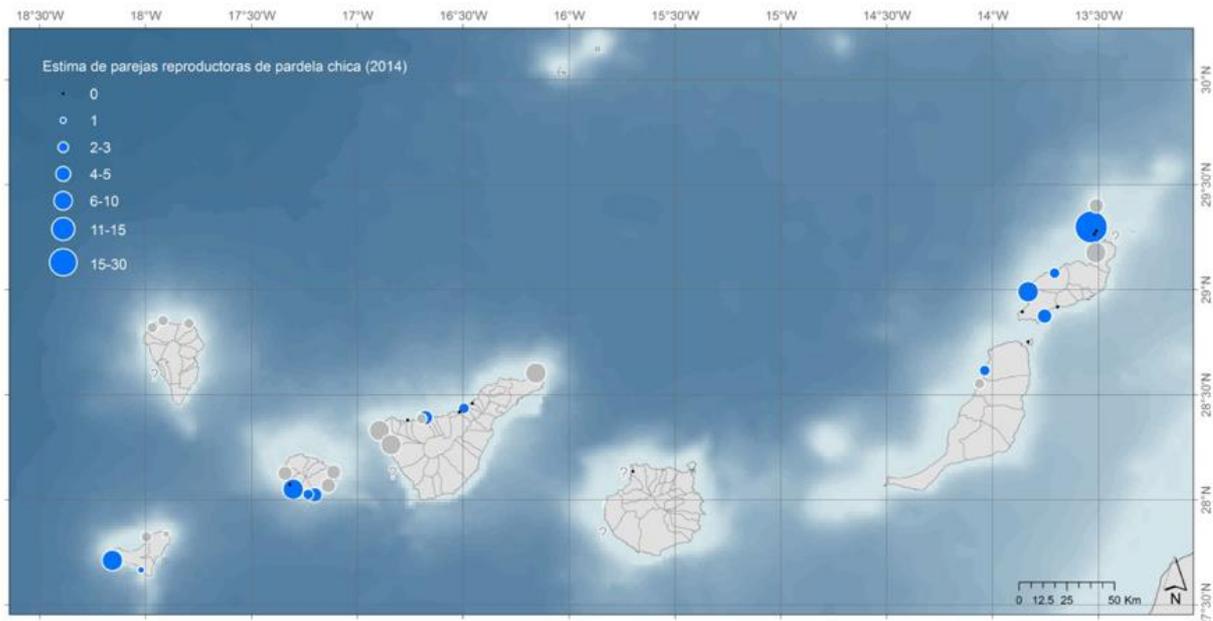


Figura 23. Estima poblacional de pardela chica a partir de datos acústicos y de las estimas de Martín, et al. 1987. Extraído de Bécares, et al. 2015.

Tanto la campaña de búsqueda de nidos como de censo clásico y testado de nuevas tecnologías, se ha realizado en las mismas cuatro colonias de cría, para poder comprobar así la efectividad del uso de las nuevas tecnologías para el estudio de poblaciones de procelariformes, contrastando su eficacia. Aunque algunas de las colonias seleccionadas se encuentran fuera de los límites de la ZEPa terrestre objeto de estudio, se ha priorizado alcanzar el objetivo final, que es establecer unas metodologías que sirvan para ser utilizadas en cualquier tipo de hábitat de nidificación del archipiélago canario. Es por ello que, basándonos en nuestra experiencia, así como en las diferencias existentes tanto en el hábitat de nidificación, superficie de la colonia, o de la abundancia estimada previamente por nuestro equipo de trabajo mediante la utilización de grabadoras automatizadas, consideramos que trabajar en otras colonias además de las requeridas en el pliego de prescripciones técnicas era lo más adecuado. De este modo, podemos obtener unos resultados extrapolables a cualquier colonia canaria y poder establecer así unas mejores metodologías estandarizadas de censo adaptado a las características de las distintas colonias, además de conseguir una mayor muestra.

En resumen, las colonias seleccionadas para la prospección de nidos (Figura 2) son las siguientes:

- Montaña Clara (Archipiélago Chinijo, Lanzarote): colonia con distintos hábitats de nidificación y libre de depredadores introducidos, de gran tamaño y baja densidad. Se encuentra en la ZEPa ES0000040 y colindante a ES0000532 por lo que es representativa de lo que en ella ocurre. Los mayores esfuerzos se han centrado en dicha colonia, siendo además la de mayor superficie.
- El Golfo (Lanzarote): colonia de pequeño tamaño situada en un acantilado de pequeña altura, con un solo tipo de hábitat de nidificación y con presencia de depredadores. En esta colonia (28.991334°, -13.833189°), el equipo de trabajo ya conoce un nido seguro de pardela chica. Se encuentra cerca de la ZEPa marina ES0000532 y posiblemente los ejemplares reproductores

en esta colonia utilicen aguas de esa ZEPA, por lo que conocer su tamaño puede ser importante para realizar estimas de aves en esta ZEPA marina.

- Roques de Anaga (Tenerife): Colonia de pequeño tamaño y libre de depredadores, con condiciones óptimas para la nidificación y con indicios de buena actividad vocal. Su localización exacta es 28.591699°, -16.159255°.
- Sur de la Gomera (GO): al sur de la Gomera se encuentra una de las mejores poblaciones de pardela chica de Canarias (Gil-Velasco y Bécares, 2021), con acantilados de gran altura y derrubios en su base donde la especie parece ser muy abundante en base a la actividad vocal registrada en el invierno de 2020-21. Se pretende trabajar fundamentalmente en Las Cañitas (28.02573°, -17.25237°), donde hay una pared vertical con numerosas cavidades que posiblemente correspondan a nidos de la especie.

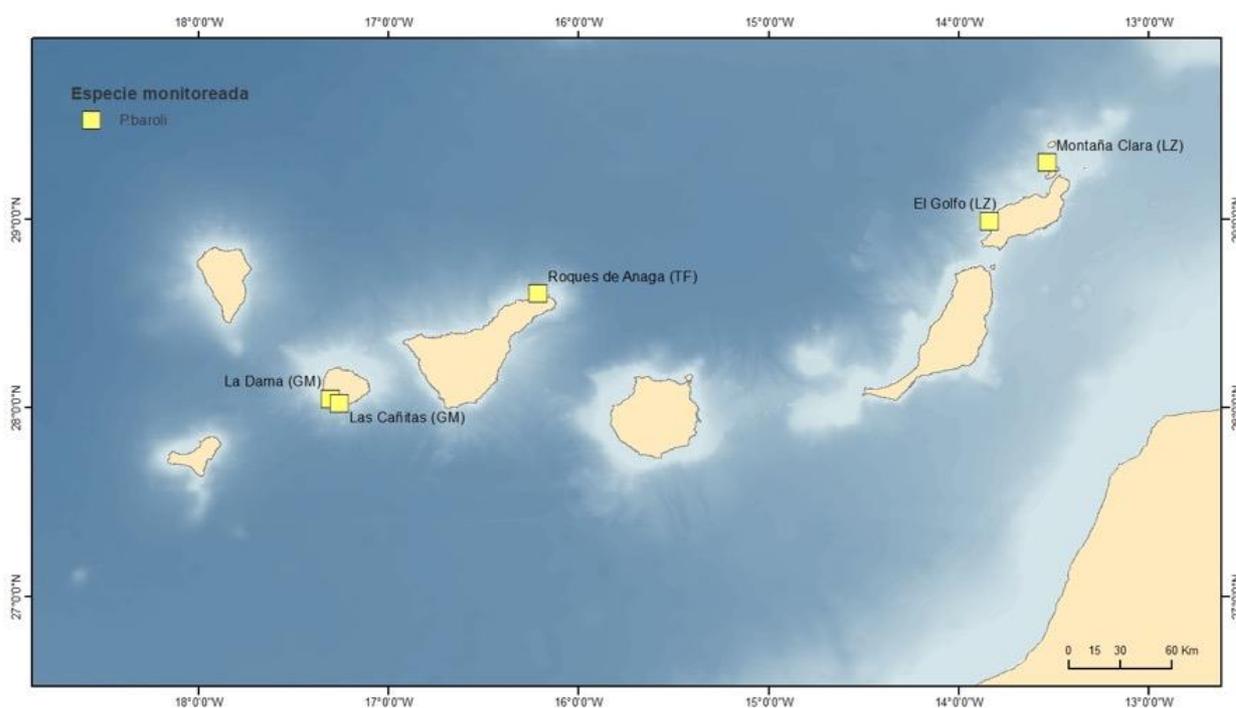


Figura 24. Sitios seleccionados para el monitoreo de Pardela chica *Puffinus baroli* en Canarias.

7.1.2. Fechas y esfuerzo realizado

Las ventanas óptimas para trabajar con la especie son muy pequeñas, en tanto que la actividad vocal depende mucho de una combinación de la fase lunar y la fase de la reproducción. Además, el acceso a algunas de las colonias requiere de buenas condiciones de mar, lo que tampoco es del todo habitual durante los meses de invierno en el archipiélago canario. Por ello, los días efectivos con que se puede trabajar con la especie al cabo del año son menos de 15, repartidos en 3 periodos entre los meses de diciembre y febrero, siendo febrero menos efectivo que diciembre y enero. En diciembre, las mejores noches para trabajar coinciden con las 5 noches centrales del cuarto creciente más cercano a la segunda quincena; a nivel de horarios, la actividad se concentra entre las 4:30 y las 6:30. En enero, el pico de actividad se situaría a finales, también coincidiendo con el centro del cuarto creciente y con el mismo horario. En febrero, el pico de actividad es más variable, tanto a nivel de fechas como de horario,



VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



INTEWARES



pero la actividad tiende a alcanzar su máximo de nuevo en fase creciente y durante las últimas horas de la noche.

En vista de lo observado con cámara termográfica durante este proyecto, añadido a la información obtenida mediante el seguimiento de un nido con cámaras de foto-trampeo (Bécares et al, 2020a), las noches en que visitan la colonia, las pardelas chicas reproductoras entrarían al nido alrededor de una o dos horas después de la puesta de sol, sin vocalizar y sin realizar vuelos alrededor de la entrada. Posteriormente, permanecerían buena parte de la noche en el nido, para acabar saliendo alrededor de 2h antes de la salida del sol, esta vez sí vocalizando y realizando numerosos vuelos alrededor de la colonia.

La relación entre la actividad vocal y la fase lunar se había atribuido a una menor vulnerabilidad a depredadores en momentos oscuros de la noche (Mougeot & Bretagnolle, 2000). Sin embargo, eso no explica por qué la fase creciente resulta mejor que las fases menguante y nueva. En relación a esto, es necesario recordar que la pardela chica es una especie muy buceadora, que captura sus presas a gran profundidad (Neves, et al. 2012). Éstas son mayoritariamente especies de cefalópodos que realizan migraciones verticales dependientes de los ritmos circadianos y la fase lunar. Por ello, durante la luna nueva, es posible que las pardelas chicas no hallen suficiente alimento para portarlo a la colonia, mientras que, en la fase creciente avanzada, las pardelas tendrían buena parte de la noche iluminada para pescar y posteriormente un momento de oscuridad para traer el alimento a la hura. En fase menguante, la noche se inicia con oscuridad, por lo que las pardelas obtendrían menos alimento en este momento, y la parte final de la noche está iluminada por la luna, por lo que no resulta adecuada para entrar y salir del nido. Con luna llena, a pesar de que las especies que componen la dieta de la pardela se encuentran en profundidades mínimas, la iluminación constante de la colonia por parte de la luna facilita la localización de los nidos por parte de los depredadores, por lo que las pardelas evitan entrar y salir de la hura. A pesar de que este patrón se ha descrito en otras especies (por ejemplo, Rubolini, et al. 2015; Cruz, et al. 2013; Dias, et al. 2016), se considera necesario obtener datos GPS de las pardelas chicas de Canarias, en tanto que permitiría conocer mucho mejor su ecología trófica, su relación con las visitas a la colonia y las variables que lo explican (fase lunar, horario, momento de la reproducción, etc.).

7.1.3. Metodologías utilizadas y análisis de datos

7.1.3.1. Análisis de datos de censado con metodologías clásicas

Al no disponer de un número suficiente de nidos conocidos en Canarias, las estimas de pardela chica a partir de las escuchas clásicas se han basado en las metodologías descritas para otras especies, en particular el petrel gon-gon *Pterodroma feae* (Rattcliff, 2000). En concreto, este trabajo estimaba el número de nidos a partir del número de aves escuchadas de forma simultánea. La principal limitación de esta metodología es que el oído humano tiene dificultades a la hora de cuantificar fuentes de sonido una vez superado cierto número, que popularmente suele situarse entre las 3 y 4 fuentes, por lo que solo permite estimar colonias pequeñas.

7.1.3.2. Análisis de imágenes nocturnas

El análisis de las imágenes obtenidas gracias a las cámaras térmicas ha sido manual, consistiendo sencillamente en el visionado de los vídeos obtenidos, el conteo directo de los ejemplares observados

y la interpretación de su comportamiento en base a lo que sabemos de la biología y ecología de estas especies, anotando para cada observación la hora exacta a fin de relacionar los conteos con la información acústica.



Figura 25. Pardela chica entrando desde mar a la colonia de las Cañitas, al sur de la Gomera. Marzo de 2023. Cámara Hikmicro GRYPHON GQ50L.

7.1.3.3. Programación de grabadoras y análisis (detectores utilizados, software, etc.)

7.1.3.3.1. *Programación y detector utilizado*

Las grabadoras fueron programadas para encenderse a las 4am y apagarse justo antes del amanecer, sobre las 6:45am dependiendo del mes. Fueron colocadas para que su funcionamiento coincidiera con el de máxima actividad vocal de la pardela chica, es decir en luna creciente del mes de diciembre, y en aquellos casos en que no se pudiera, hacerlo entre enero y marzo.

El análisis de datos inicial se ha llevado a cabo mediante el software Kaleidoscope Pro 5 (versión 5.4.3, Wildlife Acoustics 2017; Figura 26), a partir de un detector de vocalizaciones de la especie desarrollado durante el proyecto MISTIC SEAS II. Durante el presente proyecto, se ha optimizado el detector mediante la supervisión de la práctica totalidad de las detecciones automáticas, tanto de pardela chica como de paíño de Madeira.

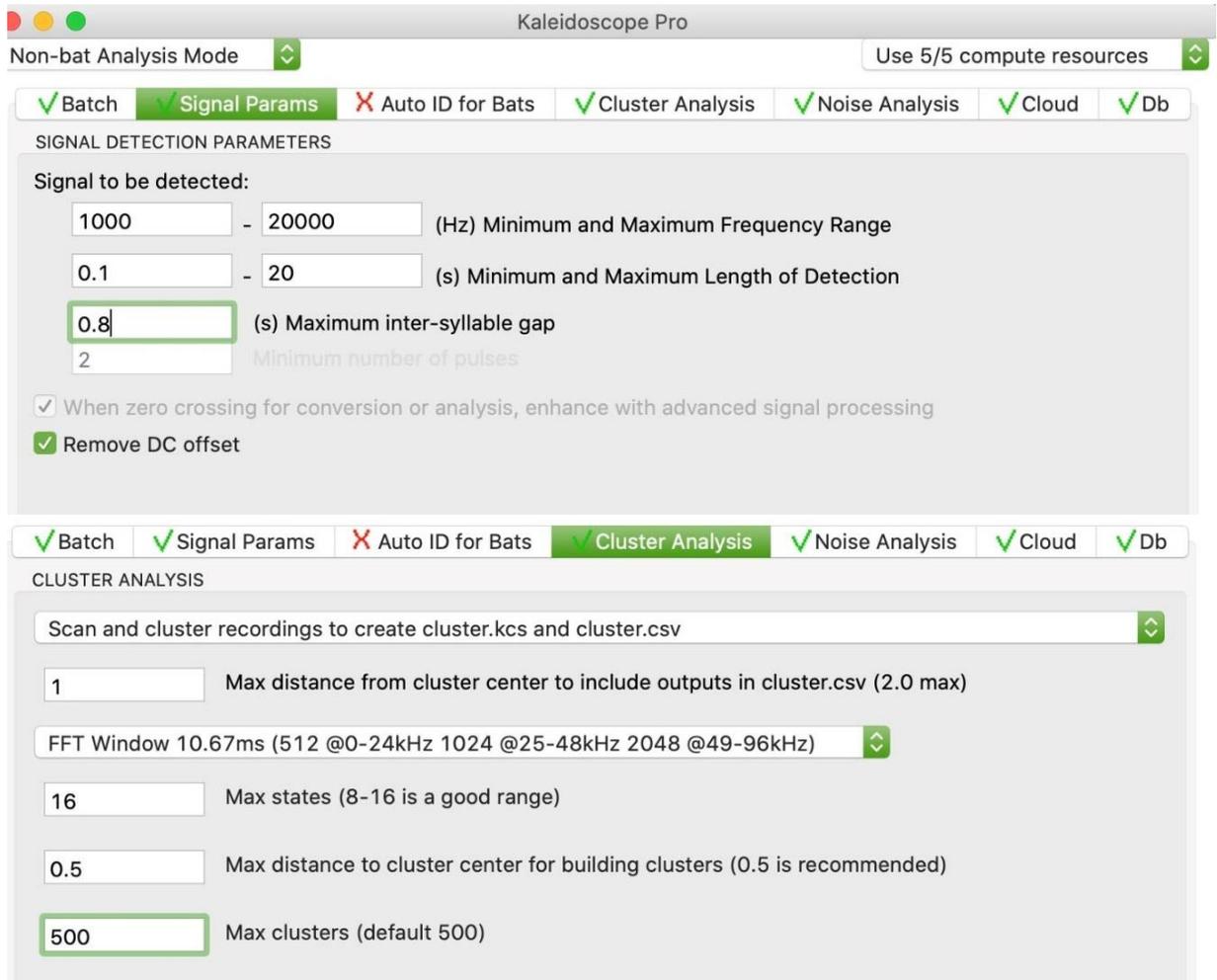


Figura 26. Parámetros seleccionados para detectar vocalizaciones de pardela chica mediante el software Kaleidoscope Pro 5.

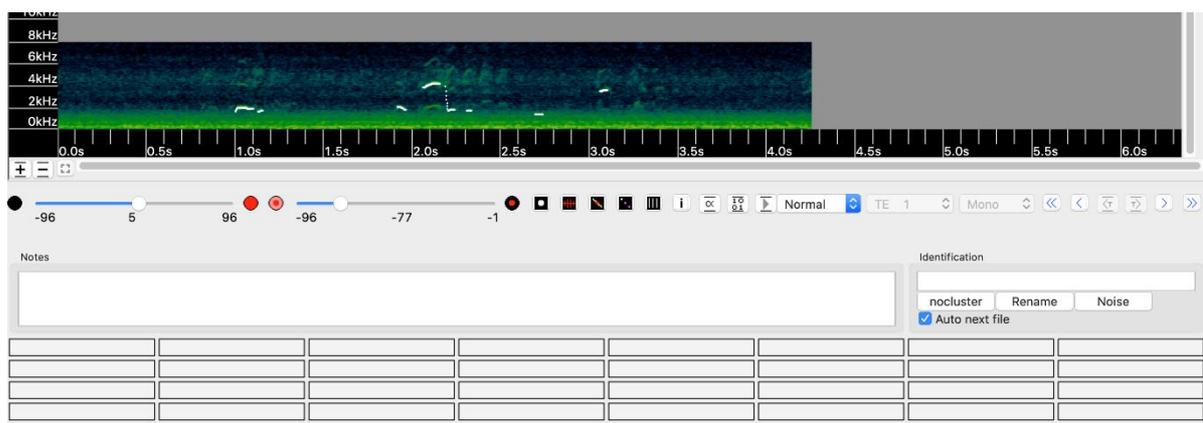


Figura 27. Interfaz del software Kaleidoscope 5 con una vocalización de pardela chica detectada automáticamente.

Este detector se ha utilizado para escanear las grabaciones registradas y obtener así los valores de *call rate* (número de vocalizaciones por unidad de tiempo (noche, hora o minuto)). Teniendo en cuenta el

comportamiento vocal de la pardela chica, la unidad vocal contabilizada fue la “frase”, consistente en una serie de entre 3 y 4 “palabras”, entendidas éstas como un conjunto de entre 3 y 5 picos de frecuencia consecutivos (“letras”) separados por una sílaba expirada (Figura 28).

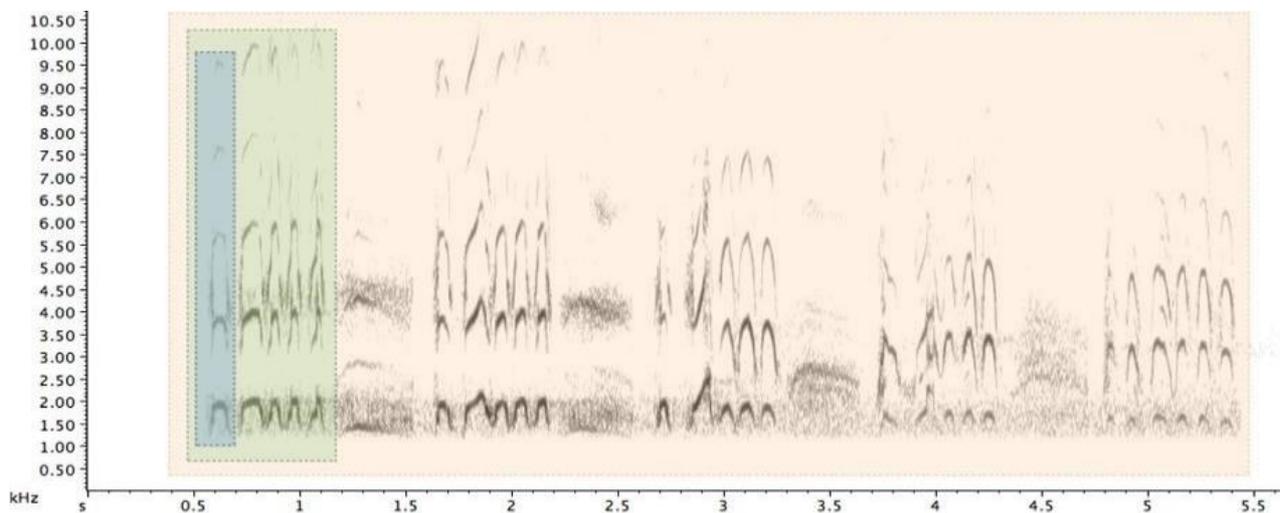


Figura 28. Sonograma de vocalización de un macho de pardela chica con un ejemplo de los conceptos letra (en azul), palabra (en verde) y frase (en naranja).

7.1.3.3.2. Triangulación de las grabaciones

Durante buena parte de los muestreos, se han instalado diversas grabadoras automatizadas con una distancia entre ellas conocida. A partir de esta grabación simultánea, es posible situar en el espacio a las aves en el momento de la vocalización, con una precisión bastante elevada, lo que podría facilitar su conteo e incluso el hallazgo de nidos. Para ello, idealmente debe utilizarse la diferencia en el tiempo de llegada de la señal a cada grabadora, para posteriormente convertir este tiempo en distancia multiplicando por la velocidad del sonido, que se puede asumir constante. Sin embargo, el reloj interno de las grabadoras empleadas no ha funcionado correctamente y se ha podido comprobar cómo, a pesar de que habían sido programadas para encenderse a la vez, a medida que avanzaba la noche, el reloj iba desincronizándose paulatinamente. Esto provoca pequeñas diferencias de tiempo que no tienen relación con la distancia de las aves y que resultan imposibles de corregir a posteriori. Para tratar de solucionar este problema, también se ha medido la ratio Signal-to-noise (SNR a partir de ahora), que consiste en la diferencia de decibelios entre la señal, en este caso el canto de la pardela chica, y el ruido de fondo de la misma vocalización registrada en cada una de las distintas grabadoras instaladas de forma simultánea. Esto es, asumir que la intensidad con la que una señal se registra en una determinada grabadora es proporcional a la distancia respecto al ave.

Este análisis se ha llevado a cabo mediante los softwares Kaleidoscope Pro 5.4.3 y Raven Pro 1.6.5, siguiendo los pasos que se comentan a continuación:

1. **Selección de la muestra:** El uso de grabadoras automatizadas genera un elevado número de archivos que en muchos casos contienen poca o ninguna información, en tanto que las especies tienden a concentrar la actividad vocal en periodos concretos. Además, el análisis de toda esta

información es lento, debido a los requisitos de computación para el análisis automatizado de sonido. Por ello, resulta necesario filtrar todos los archivos obtenidos y quedarnos con aquellas horas con buena actividad vocal, que permiten extraer una buena muestra de vocalizaciones registradas de forma simultánea en las distintas grabadoras instaladas. Este filtrado se realizó mediante el software Kaleidoscope. En concreto, se ha llevado a cabo una clusterización de los sonidos registrados mediante Modelos Ocultos de Markov (HMM), a partir de las características de la señal objetivo introducidas en la interfaz del software tal y como se muestra en la Figura 26. Una vez agrupadas en clústeres según el patrón de energía, se supervisa visual o auditivamente la asignación de cada detección a cada clúster, de tal forma que las detecciones quedan agrupadas por especie, obteniéndose un registro completo de la actividad vocal de todas las especies registradas a lo largo de todo el periodo y horario de muestreo. Así, este análisis preliminar ha permitido localizar qué horas de qué noches presentaron una mayor actividad vocal y seleccionar estos archivos para su análisis con Raven. En este caso, el periodo seleccionado fue la noche del 8 de marzo de 2022 entre las 5AM y las 6AM. A pesar de que en principio las mejores noches se registran entre diciembre y febrero, puntualmente y de forma irregular se han obtenido momentos de actividad intensa durante la primera mitad de marzo, como fue el caso en 2022. Estos datos con los que contábamos en Cory's han resultado de gran utilidad para el desarrollo de este análisis.

2. **Selección de las señales para el análisis:** Ya en Raven, se han cargado los 4 archivos (de 1 hora de duración), obtenidos de cada una de las 4 grabadoras durante ese periodo, y se ha escaneado visualmente los sonogramas para localizar vocalizaciones de pardela chica. Posteriormente, se ha seleccionado la misma región del sonograma de cada grabadora de tal forma que incluyera la misma región de la vocalización. Para ello, en todos los casos se ha empezado por seleccionar una región de la vocalización con un patrón de energía muy distintivo, que permitiera precisar muy bien los bordes de la selección. A partir de aquí, se ha copiado y pegado los mismos bordes en las mismas regiones del sonograma de las otras grabadoras mediante la herramienta que para ello dispone el programa. De esta forma, se garantiza que las selecciones (vocalizaciones) a comparar tienen la misma duración y también las mismas frecuencias mínima y máxima.
3. **Estudio del ruido:** Paralelamente, las mismas selecciones definidas a partir de la vocalización de la pardela chica se han pegado también en regiones cercanas a la vocalización, pero que contienen solo ruido. De esta forma, se obtiene un valor de base, correspondiente a los decibelios de ruido registrados por cada grabadora justo en el momento previo a cada vocalización de pardela. Dicho valor será necesario para el cálculo de la SNR.
4. **Selección de las medidas:** Raven permite llevar a cabo multitud de mediciones de cada selección, que se almacenan automáticamente en una tabla generada por el programa y visible en la parte inferior de la interfaz (Figura 29). En este caso, se ha incorporado a las tablas las variables Time (segundos), Inband Power (dB/FS), SNR NIST Quick (dB). En el caso de Inband Power, el valor obtenido es proporcional a la cantidad de energía contenida por la selección, pero requiere de una linealización para obtener un valor total de decibelios. Por su parte, SNR NIST Quick sí devuelve un valor final de decibelios, pero viene determinado de lo que el propio software identifica como ruido, por lo que podría no ser del todo preciso. Así, se ha decidido llevar a cabo

el análisis a partir de ambas mediciones, con el objetivo de testar si el SNR NIST Quick tiene suficiente precisión o se requiere medir el Inband Power y realizar los cálculos posteriores, un procedimiento más preciso, pero también más lento.

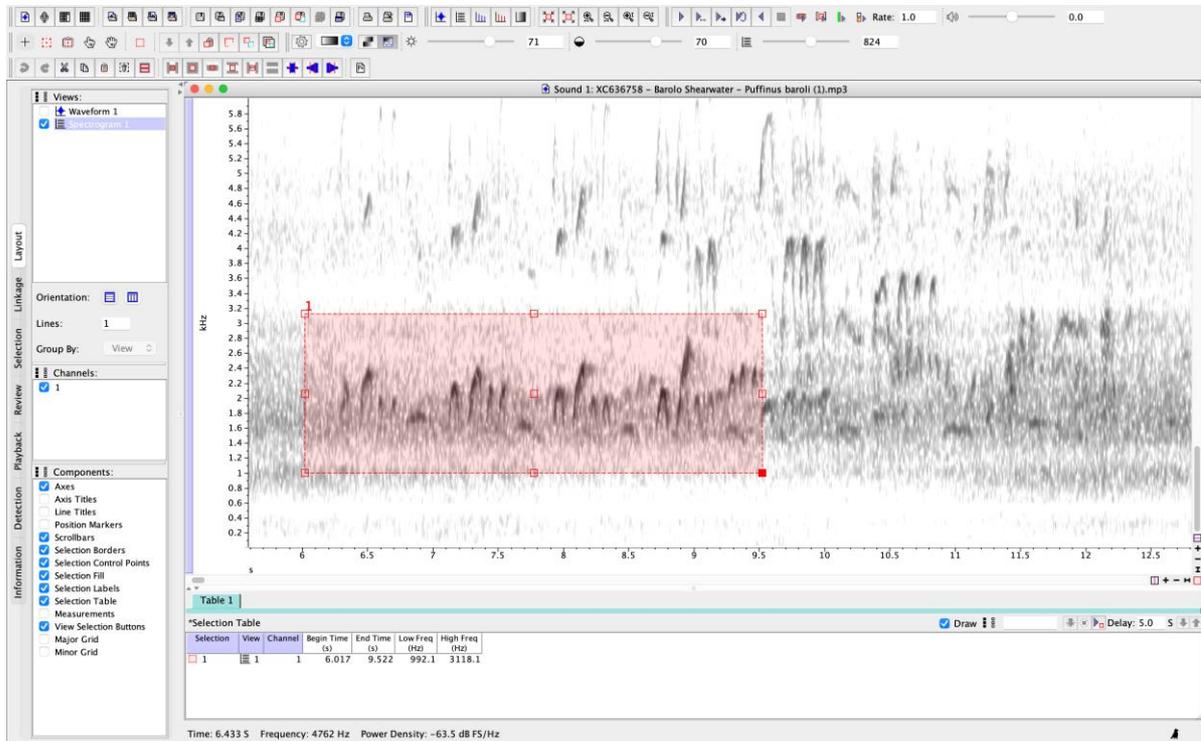


Figura 29. Interfaz de Raven. En la pantalla principal, se muestra el sonograma a analizar. En rojo, se indica la selección activa. Abajo, se muestra la tabla donde se almacenan las medidas seleccionadas.

- Cálculo de la SNR:** Resta el valor de la intensidad del ruido al valor de la intensidad de la señal para obtener la SNR. La fórmula para calcular la SNR sería: $SNR = \text{Intensidad de la señal} - \text{Intensidad del ruido}$.
- Interpretación de los resultados:** A pesar de que se han detectado diferencias significativas en cuanto a la intensidad de las señales recogidas en cada grabadora (Figura 30) y que éstas diferencias sin duda están relacionadas con las zonas, dentro de la colonia, con una mayor actividad, el valor de SNR tiene la limitación de ser dependiente, en primer lugar, de las condiciones meteorológicas y, en segundo lugar, de la orientación del ave en el momento de la vocalización. Por ejemplo, un ave puede situarse muy cerca de una determinada grabadora, pero emitir su vocalización orientada hacia otra grabadora más lejana, siendo esta última la que registrará la señal con una mayor intensidad. Por ello, no es posible calcular la distancia al ave de forma precisa, pero si se dispone de un tamaño muestral muy elevado sí es posible establecer qué zonas de la colonia presentan una mayor actividad, lo que permite acotar la zona de muestreo y facilitar la observación con otros dispositivos, como por ejemplo la cámara termográfica.

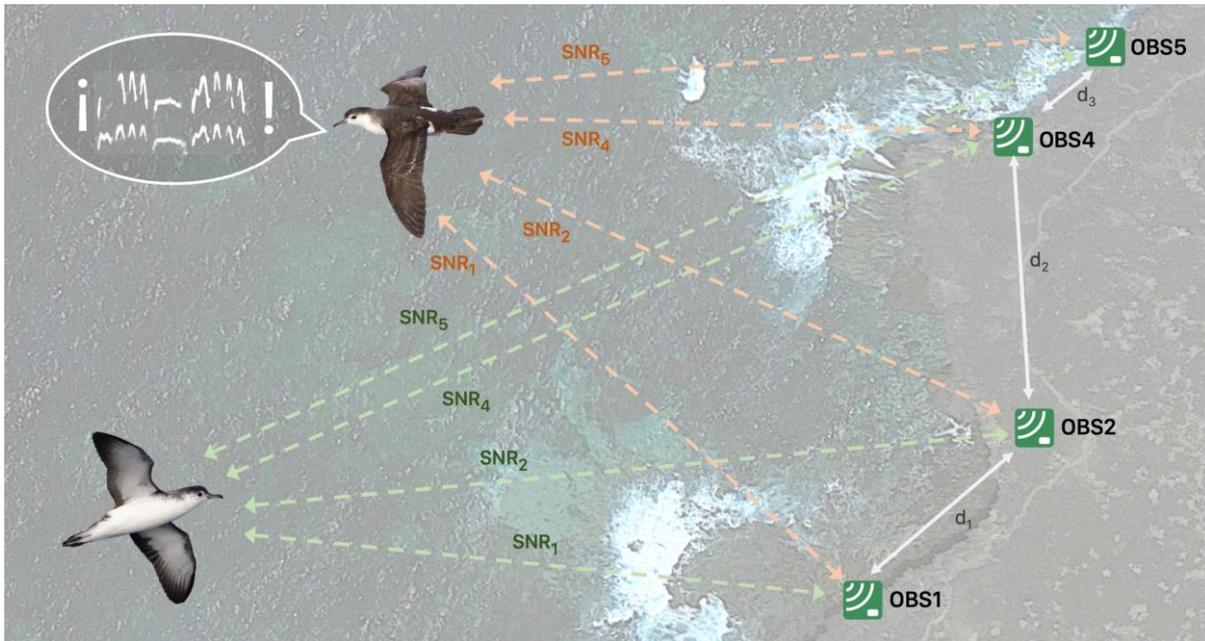


Figura 30. Esquema del funcionamiento de las grabadoras en el cálculo del SNR.

7.1.3.3.3. Estimaciones a partir de la ratio de vocalización

Para las estimaciones del tamaño de las colonias de pardela chica, finalmente se ha optado por calcular el máximo número de vocalizaciones por minuto que puede emitir un mismo macho. En este sentido, en el caso de la pardela cenicienta, se sabe que el número de vocalizaciones no aumenta de forma lineal al aumentar el número de ejemplares, en tanto que, cuando hay más ejemplares presentes, las pardelas aumentan su ratio de vocalización (Oppel, et al. 2014). Por ello, asumiendo que esto puede ocurrir también con la pardela chica, para el presente estudio se ha calculado el número máximo de vocalizaciones por minuto en presencia de 2 y 3 machos y, a partir de la regresión resultante (número de ejemplares versus vocalizaciones por minuto), se ha obtenido una función que convierte la intensidad de la actividad vocal registrada en número de ejemplares presentes. Este procedimiento no está exento de dificultades, debido a que es necesario contabilizar el número de ejemplares solamente a partir de sus vocalizaciones y garantizar que se trata de ejemplares distintos, sin disponer de información visual obtenida con cámara térmica u otros sistemas de visión nocturna. Para ello, se han utilizado grabaciones de buena calidad, obtenidas durante la temporada de cría 2019-2020 en Fuerteventura, y que presentan unas características que permiten establecer el número de ejemplares presentes durante periodos prolongados. En concreto, para estimar la ratio de vocalización en presencia de dos ejemplares, se han utilizado momentos en que se registraron dos cantos solapados en el tiempo, lo que imposibilita que provengan del mismo ejemplar. A continuación, para el cálculo de la ratio en presencia de tres ejemplares, se han contabilizado las vocalizaciones por minuto en momentos en que se producía dicho solapamiento, pero, además, podía escucharse un tercer ejemplar inmediatamente antes o después, a una distancia que permitía asegurar que no se trataba de ninguno de los otros dos ejemplares presentes. Para reforzar este método, se han evaluado las diferencias cualitativas existentes entre vocalizaciones atribuidas a ejemplares distintos (número de picos de frecuencia, composición de las sílabas, duración de la vocalización, etc.). Este último punto se basa en

la premisa de que existe señalización individual en las vocalizaciones de cada ejemplar, es decir, que cada macho de pardela vocaliza de forma única, a priori con el objetivo de ser identificado de noche por su pareja, algo que se ha demostrado en pardela mediterránea *Puffinus yelkouan* (Cure, et al. 2011). Finalmente, se ha calculado el número máximo de vocalizaciones por minuto registradas en cada núcleo reproductor de la ZEPA y, a partir de la función obtenida en la regresión, se ha estimado en número de ejemplares presentes (Figura 31).

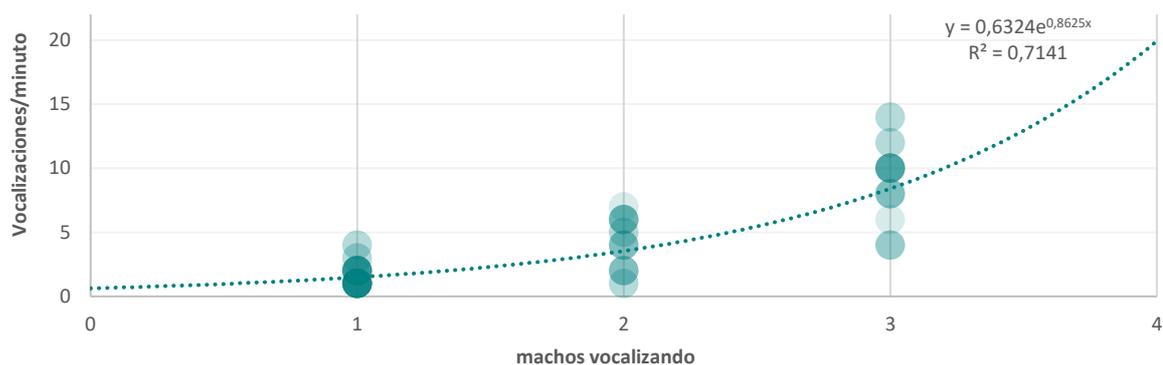


Figura 31. Regresión entre el número de machos cantores presentes en un determinado minuto y núcleo y el número de vocalizaciones registradas en ese mismo instante. Se muestra la función utilizada posteriormente para estimar el tamaño de cada núcleo a partir de la actividad vocal registrada.

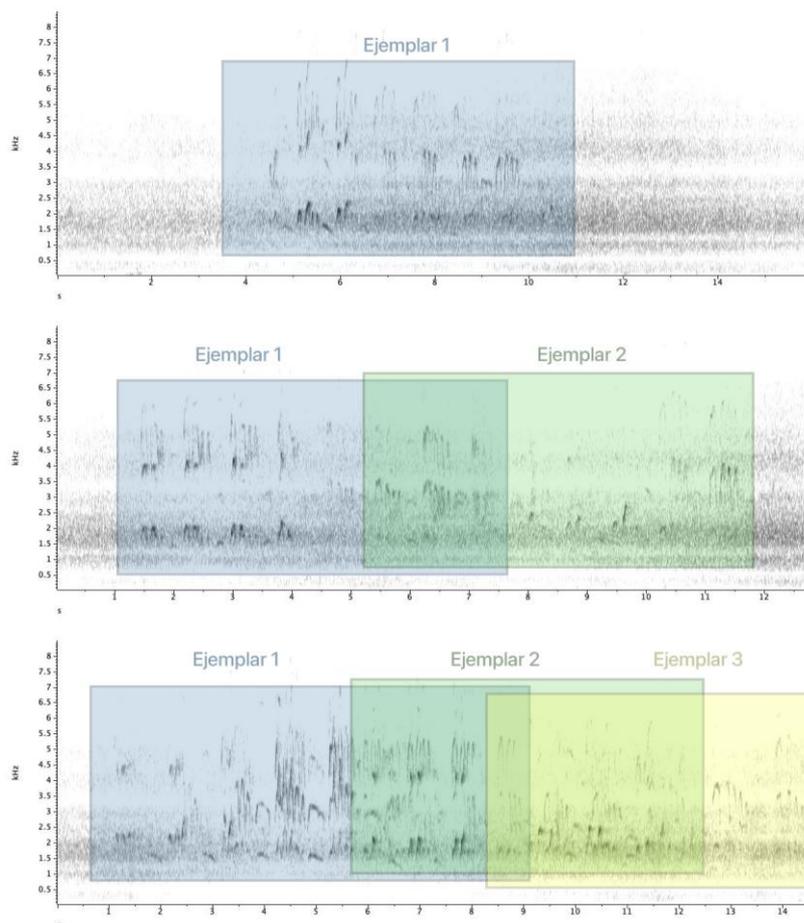


Figura 32. Ejemplos de sonogramas de un solo ejemplar (arriba); dos ejemplares solapados aproximadamente a la misma distancia (centro); y tres ejemplares solapados, dos aproximadamente a la misma distancia y un tercero más lejano (abajo). Grabaciones obtenidas en la colonia de Paso Chico (Fuerteventura), durante la temporada de cría

Esta metodología presenta algunas limitaciones. En primer lugar, debido a que la función ha sido obtenida solamente a partir de datos acústicos, el número de ejemplares presentes asociado a una determinada ratio de vocalización debe ser entendido como un mínimo, en tanto que en el momento en que se ha medido la ratio podría haber más pardelas presentes, pero silenciosas. En este sentido, nuestras observaciones con cámara térmica en diferentes colonias de Canarias apuntan a que, en general, los machos presentes vocalizan de forma muy frecuente, por lo que se considera que la presencia de machos silenciosos no sería muy significativa.

En segundo lugar, como se ha comentado, para la estima del tamaño de cada núcleo reproductor, se ha utilizado el máximo de vocalizaciones por minuto obtenido a lo largo de todo un periodo de actividad vocal (normalmente asociado a las fases de cortejo o de puestas). Este valor corresponde solamente con un minuto y noche concretos, por lo que la estima se refiere al tamaño del núcleo en ese momento. A pesar de que con toda probabilidad se trata del minuto de máxima afluencia de machos dentro de todo un periodo reproductor, sabemos que los ejemplares no visitan la colonia de forma diaria, por lo que la actividad vocal registrada durante los días inmediatamente previos o posteriores podría corresponder a otros ejemplares, que no se están contabilizando. Para corregir este error, resulta necesario obtener más información proveniente de ejemplares marcados con dispositivos de seguimiento remoto, que permita establecer la frecuencia con la que cada ejemplar visita la colonia

y cómo ésta varía en función de la fase de la reproducción. Hasta que se disponga de esta información, las estimas obtenidas mediante esta metodología deben ser entendidas nuevamente como un mínimo.

Por último, es necesario comentar que idealmente la regresión debe calcularse a partir del número de nidos presentes en un determinado núcleo, no a partir del número de machos cantores, en tanto que un porcentaje desconocido de éstos pueden ser ejemplares prospectores que no se reproducen en la zona y que, por tanto, podrían llevar a sobreestimar el tamaño de cada núcleo. Las características de las colonias de Canarias, mayoritariamente restringidas a zonas de muy difícil acceso y prospección, han dificultado mucho el hallazgo de huras activas, por lo que finalmente se ha optado por utilizar el número de machos presentes, pero la observación de las paredes donde se reproduce la especie con un modelo de cámara térmica adecuado a lo largo de todo un periodo de actividad (entre 5 y 10 días de la fase de puestas) debería permitir contabilizar las cavidades utilizadas por la pardela chica y, posteriormente, correlacionar las cifras obtenidas con la actividad vocal registrada.

7.1.3.4. Cámaras de foto-trampeo

Con el objetivo de conocer mejor los turnos de incubación y de actividad en la colonia y en el nido, se colocaron 3 cámaras de foto-trampeo en el acantilado de El Golfo, donde hay un nido conocido de la especie descubierto en 2019. El objetivo de esta acción era poder relacionar la actividad vocal detectada con las grabadoras, con la presencia de la especie en la colonia, conocida a través del número de visitas que registra la cámara en las entradas de la especie al nido, ya que se asume que si está en la colonia entrará en la hura en algún momento.



Figura 33. Colocación de cámaras de foto-trampeo frente al nido de pardela chica de El Golfo. 22 de octubre de 2022. Izquierda, escalador colocando las cámaras, centro cámara situada a 40 cm de la entrada de la hura (con lente de aproximación para enfocar a esa distancia), y a la derecha cámara situada a 2 metros del nido.

7.1.4. Trabajos realizados por localidad

7.1.4.1. Montaña Clara (Lanzarote)

En la campaña de búsqueda de nidos en Montaña Clara (Lanzarote), se centró el esfuerzo en la búsqueda activa de indicios de nidificación con linternas, en ocasiones ayudada de reclamo, prospectando los acantilados costeros con presencia de hábitat favorable para la especie. En concreto, se dedicó el siguiente esfuerzo: 2 noches en la mitad meridional del islote de Montaña Clara, particularmente en el sector desde el refugio (Goro), El Veril y Cuevas Coloradas hasta las calas situadas al suroeste del islote; 1 noche en la parte superior de Caletón Oscuro y la vertiente exterior de la cara sur de la Caldera; y 3 noches únicamente en La Caldera. Los trabajos se extendieron durante 6 noches, del 3 al 8 de marzo 2022, momento cercano a las eclosiones (periodo de eclosiones entre mediados de marzo y principios de abril) (Figura 3). Además de la búsqueda mediante la escucha y utilización del reclamo de la especie, también se inspeccionaron todas las cavidades aparentemente adecuadas de las áreas seleccionadas.

La Tabla 5 recoge la distancia recorrida en cada una de las zonas, a partir de los tracks de las personas observadoras.

Tabla 5. Esfuerzo de muestreo en distancia (metros lineales recorridos) en las áreas prospectadas de nidos de pardela chica en Montaña Clara (LZ).

Sectores en Montaña Clara	Distancia recorrida (m)
Sector meridional	2.050
Sector al sur de la Caldera	2.020
Zona central de la Caldera	9.130
Total general	13.200

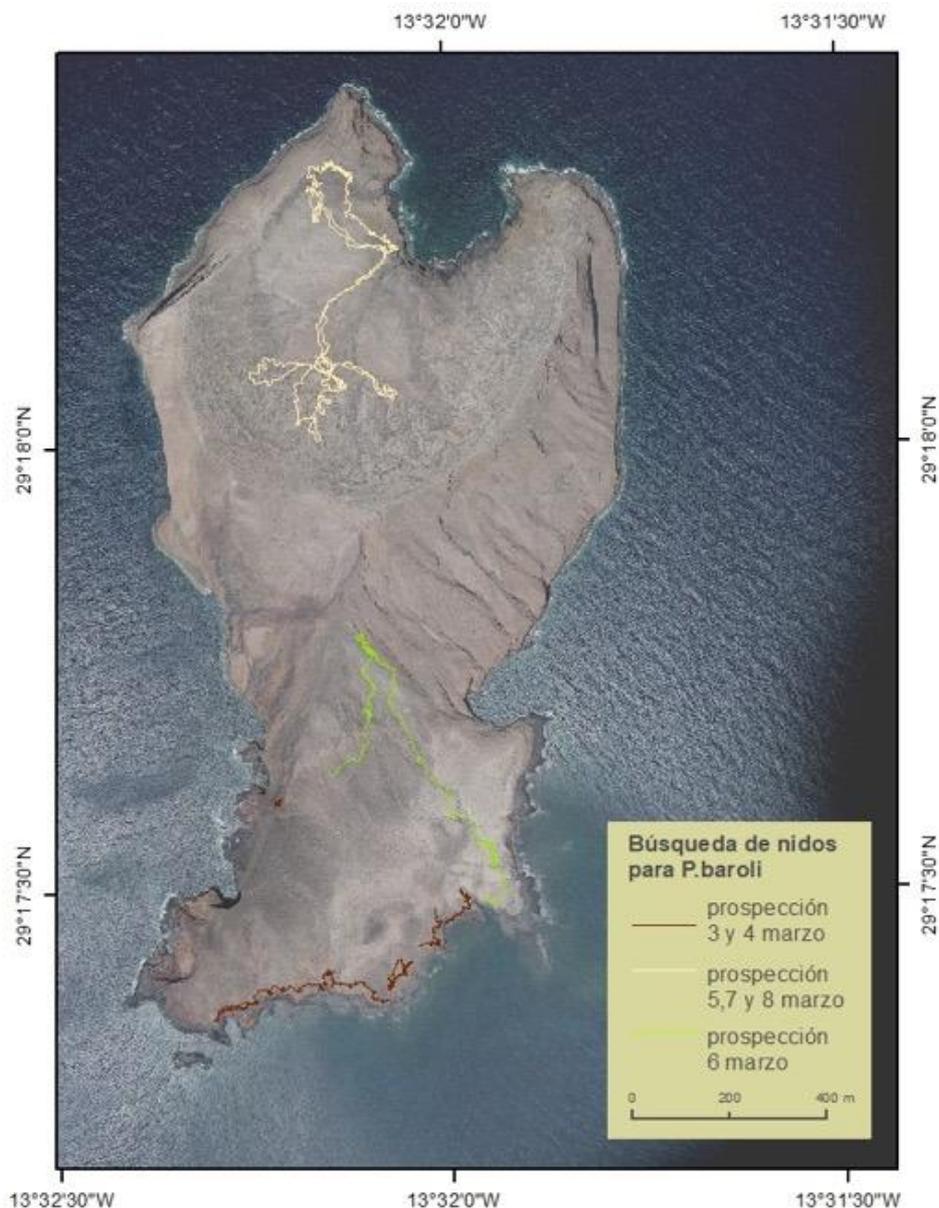


Figura 34. Esfuerzo realizado para la prospección de nidos de Pardela chica en Montaña Clara (LZ), a través de la búsqueda directa de indicios de nidificación o uso de cámara termográfica y de infrarrojos. Campaña marzo 2022.

7.1.4.2. El Golfo (Lanzarote)

La campaña de prospección y búsqueda de nidos en El Golfo (LZ) se realizó las noches del 2, 9 y 10 de marzo 2022. Como se comentaba anteriormente, teniendo en cuenta que la densidad de nidos es baja y que las cavidades podrían ser profundas e indetectables, los trabajos se centraron en realizar periodos de observación con la cámara térmica y con el visor nocturno y focos de luz no visible de las zonas con un mayor potencial para acoger nidos. Los transectos y observaciones con sistemas de visión nocturna fueron realizados en un tramo de costa de 900 m, desde el acantilado con los nidos de pardela chica hasta la playa del Paso (Figura 35). Durante las observaciones se establecieron varios

puntos de observación, desde donde se registraron las vocalizaciones y observaciones de la especie, en los momentos de mayor actividad vocal (primeras y últimas horas de la noche), desde la caída del sol (19:30 aprox.) hasta las 00h, y desde las 4:30 hasta antes de la salida del mismo (6:15 aprox.).

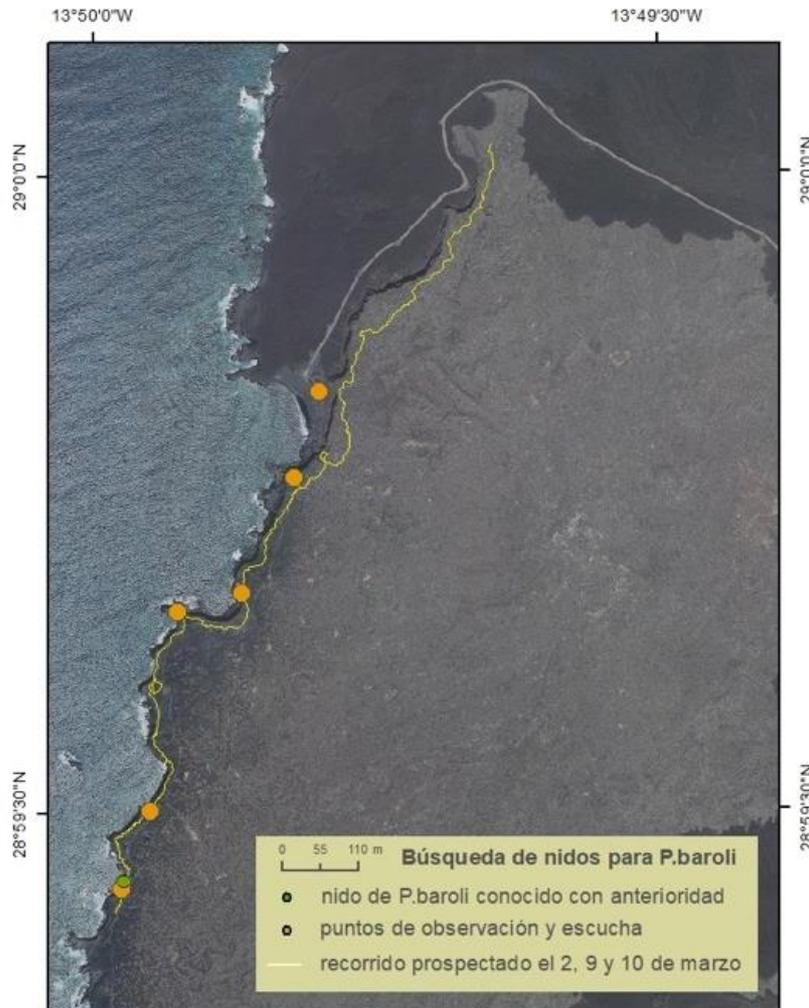


Figura 35. Esfuerzo realizado a pie en los acantilados de El Golfo (LZ), y localización de los puntos de observación con sistemas de visión nocturna, para la prospección de nidos de pardela chica durante el muestreo de marzo 2022.

Previamente al comienzo de los muestreos se instalaron 5 grabadoras automatizadas programadas para funcionar de 19:30 a 7:30 de la mañana, durante 11 días, registrando la actividad sonora a distintas distancias de los nidos conocidos existentes de la especie, como se muestra en la Figura 36. La grabadora más cercana se encuentra ubicada a 10 m en la zona inmediatamente superior de los nidos, mientras que la situada más lejos en dirección sur se encuentra a 30 m y la más alejada en dirección norte a unos 80 m en línea recta.

Ya, por último, se colocaron 3 cámaras de foto-trampeo en dos temporadas de cría. La primera ronda de colocación se realizó en diciembre de 2021 y la segunda a finales de octubre de 2022, retirándose en ambos casos al final de la época de cría (mayo) del año siguiente.

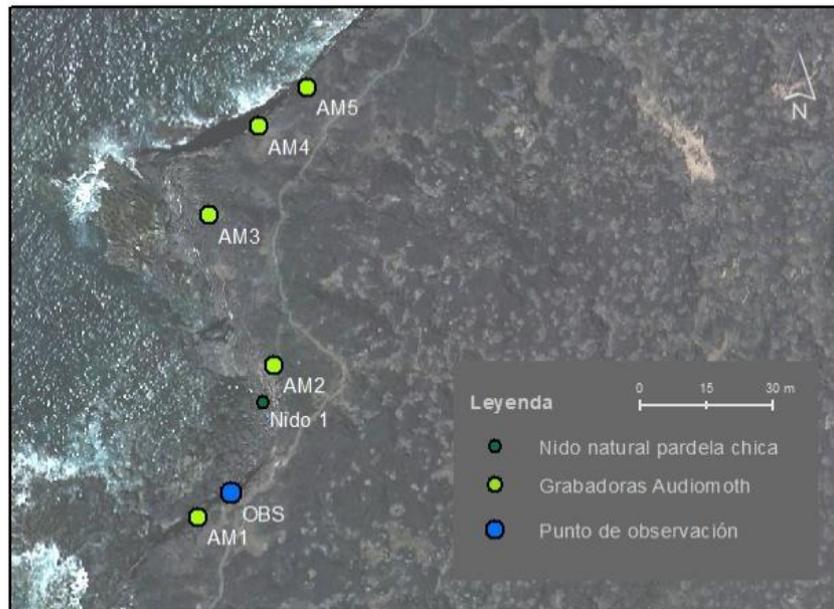


Figura 36. Localización de las grabadoras automatizadas y punto de observación en el acantilado del Golfo (LZ), durante el muestreo de marzo 2022 para pardela chica.

7.1.4.3. Roques de Anaga (Tenerife)

En la campaña de búsqueda nidos en el Roque de Tierra de Anaga (Tenerife), se realizó una búsqueda en profundidad de nidos con linternas en el sector con presencia de hábitat favorable, inspeccionando todas las cavidades aparentemente adecuadas de las áreas seleccionadas. Simultáneamente se realizaron periodos de observación con cámara térmica y con visor nocturno/focos de luz no visible.



Figura 37. Localidad muestreada para pardela chica *Puffinus baroli*: Roque de Tierra de Anaga (Tenerife).

Los trabajos se han realizado durante 2 noches, los días 6 y 7 de abril 2022, coincidiendo con el periodo de eclosiones o principio de desarrollo de los pollos de pardela chica (abandono de nido de los pollos

entre mediados de mayo y mediados de junio), en horario nocturno, y centrándonos en las horas de la noche donde la luz visible de la luna era menor (Figura 38).

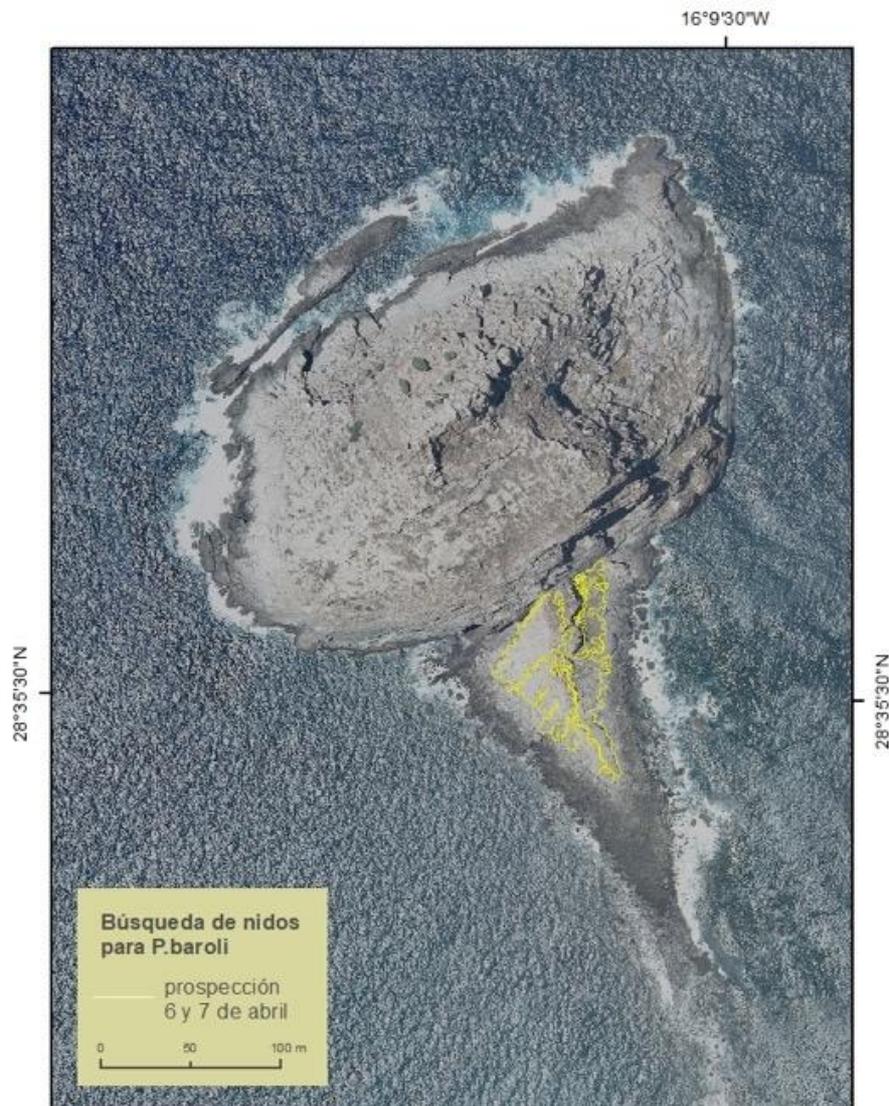


Figura 38. Esfuerzo de prospección realizado en el roque de Tierra de Anaga para Pardela chica el 6 y 7 de abril de 2022.

7.1.4.4. Sur de la Gomera (La Gomera)

El sur de la Gomera se visita por primera vez a comienzos de abril de 2022, coincidiendo con el periodo de eclosiones y comienzo de desarrollo del pollo. Se muestrea una noche en los derrubios de la Dama (9 de abril de 2022) y una noche en las Cañitas, Acantilados de Alajeró (8 de abril). Destacar la actividad vocal detectada previamente en esta última localidad (ver informe E1.1), superando con creces la de cualquier colonia prospectada en Canarias hasta la fecha, con un máximo de hasta 686 vocalizaciones por noche. Por la calidad de las grabaciones obtenidas, en Las Cañitas los nidos debían hallarse en la parte media-baja del mismo acantilado donde se colocó la grabadora (es decir, a poca distancia de la parte accesible).

El muestreo en Las Cañitas se realizó accediendo con embarcación, realizando un acercamiento al acantilado de hasta unos 100-130m. Se comenzó el muestreo tras la puesta de luna (creciente al 38% visible, puesta a las 3:20 am), para evitar el exceso de luz, centrándonos así en la última parte de la noche y hasta el amanecer (7:00 am). Una grabadora Audiomoth es instalada y puesta en funcionamiento en el barco simultáneamente al uso de la cámara termográfica e infrarroja, y a la escucha y anotación de las vocalizaciones escuchadas durante la noche, su dirección y la hora correspondiente, realizadas desde embarcación desde los puntos Obs 1 y Obs 2 (Figura 39).

El muestreo en La Dama se realiza a pie, comenzando de nuevo tras la puesta de luna (creciente al 50% visible, puesta a las 4:10 am) y accediendo primero al sector este de la playa de La Rajita, para posteriormente dirigirnos hacia el andén del sector oeste de la misma playa, donde recorreremos el acantilado hasta el límite de lo accesible, marcado en este caso por la altura de la marea, que impide proseguir. Los puntos Obs 4 y Obs 5 (Figura 39) son los puntos de observación desde los que se realizan las observaciones con cámara térmica e infrarroja, simultáneamente a la instalación de una grabadora automatizada Audiomoth y a la escucha y anotación de las posibles vocalizaciones de pardela chica escuchadas durante la noche (Figura 6).

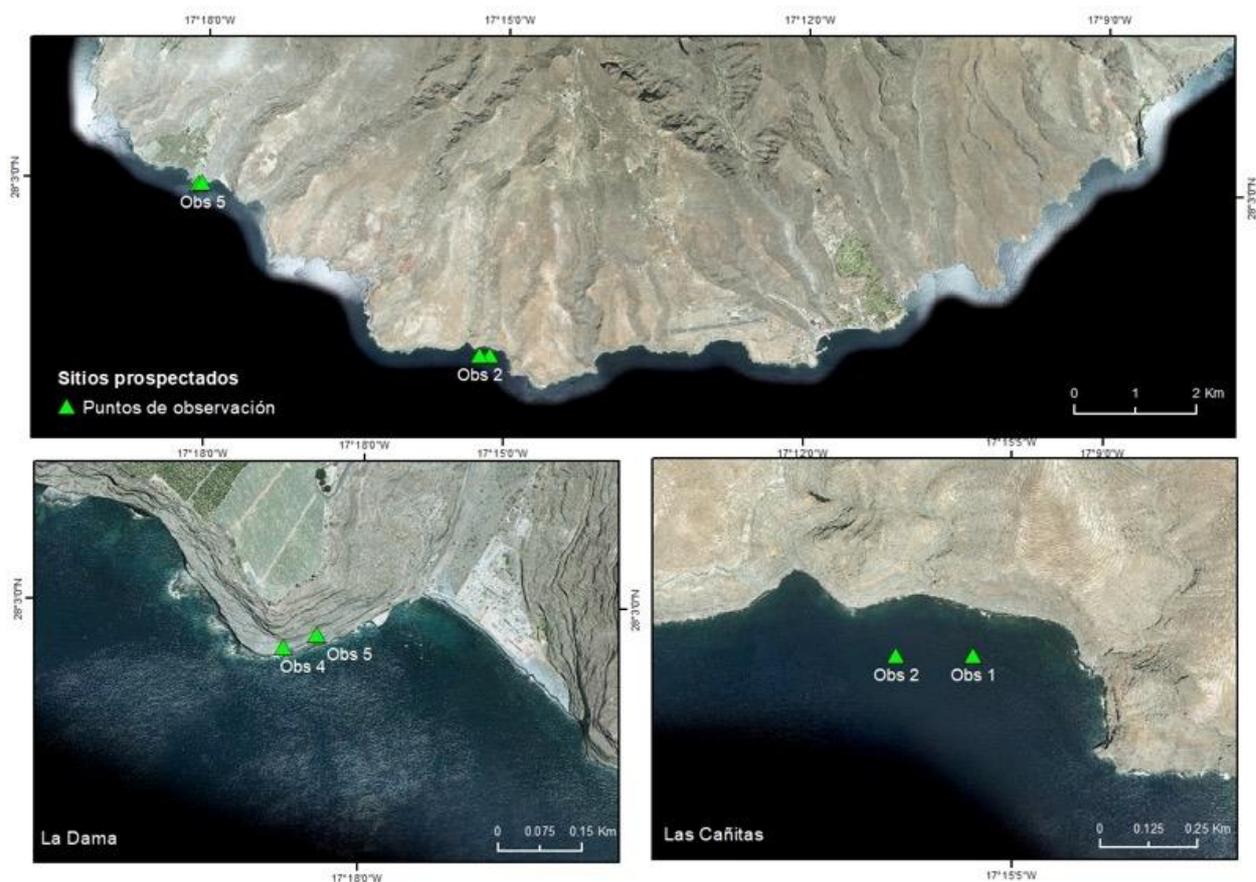


Figura 39. Localización de los puntos de observaciones de pardela chica en los sitios prospectados de la Gomera.

Posteriormente, se llevaron a cabo nuevos muestreos, esta vez ya con la nueva cámara térmica, en Las Cañitas, La Gomera (del 28 de marzo de 2023 al 30 de abril de 2023) y en Montaña Clara (del 31 de

marzo al 3 de abril de 2023). Sin embargo, la actividad de pardela chica detectada fue anecdótica, por lo que apenas se obtuvieron datos. La presencia de pardela cenicienta, ya muy masiva durante este periodo del año, dificultó notablemente los muestreos, por lo que, de cara al futuro, se recomienda llevar a cabo el trabajo de campo con anterioridad a la llegada de esta especie a sus zonas de cría, es decir, en febrero como muy tarde.

7.2. Pardela cenicienta *Calonectris borealis*

7.2.1. Zonas de estudio

Los últimos muestreos de la especie realizados a nivel de todo el archipiélago datan del periodo 1997-2003, cuando se llevó a cabo el Atlas de las aves nidificantes en el archipiélago canario (Lorenzo, et al. 2007). En dicho estudio, la especie fue hallada en todas las islas principales, además de en la mayoría de roques e islotes.

Para el presente estudio, las zonas de muestreo seleccionadas corresponden mayormente con las colonias de cría donde ya existe un trabajo previo con la especie (ver informe E1.1) y por tanto se conoce de la existencia de un número significativo de nidos. Así, con algunas modificaciones que se exponen a continuación, las colonias de trabajo seleccionadas han sido finalmente las siguientes, que también se muestran en la Figura 40:

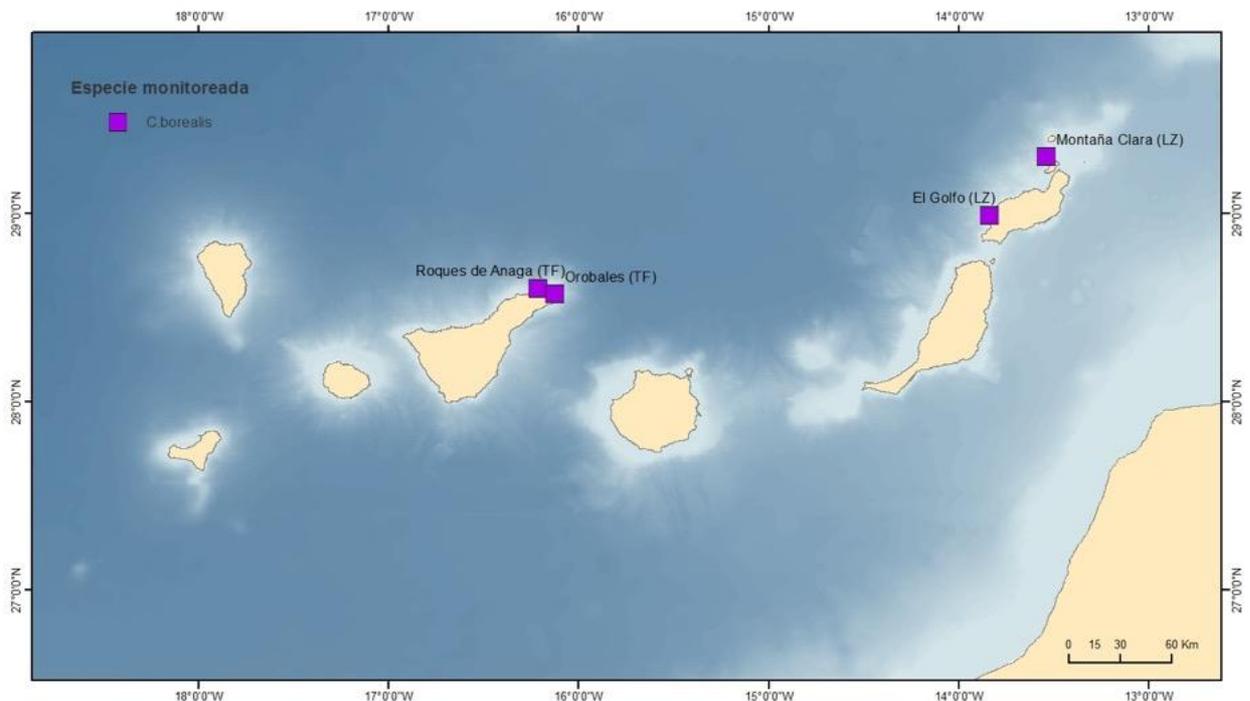


Figura 40. Las cuatro colonias de cría seleccionadas para el monitoreo e instalación de doce parcelas de seguimiento de Pardela cenicienta *Calonectris borealis* en Canarias.

- Montaña Clara (Lanzarote): se trata de una colonia con distintos hábitats de nidificación y libre de depredadores introducidos, de gran tamaño y alta densidad de nidos en casi toda la isla,

aunque con densidades más altas en la costa meridional y el interior de La Caldera, con una estima entre 1.000 y 1.500 parejas.

- El Golfo (Lanzarote): El Mojón (siendo el P.N. Timanfaya la principal colonia para la especie en Lanzarote, con una estima de 650-700 parejas). Colonia de tamaño medio, situada el sector costero del Parque Nacional, con un hábitat de nidificación mayoritario (coladas con tubos volcánicos y roca suelta) y con presencia de depredadores introducidos (ratas, ratones y gatos).
- Roques de Anaga (Tenerife): Colonia de pequeño tamaño y con un número de parejas relativamente pequeño para los estándares de la especie en el archipiélago. Libre de depredadores introducidos.
- Los Orobales (Tenerife): Aunque en el pliego inicial se indicaba el Barranco del Infierno como la cuarta colonia de estudio, durante el presente año, se visitó dicha colonia y varias zonas de Tenerife (San Andrés, Radazul, Punta del Hidalgo, Taganana y Benijo), hallándose dificultades en todas ellas para la realización del monitoreo. En algunos casos, se trataba de colonias muy laxas, consistentes prácticamente en parejas aisladas, mientras que en otros casos las dificultades estaban relacionadas con el acceso. Después de explorar múltiples opciones, finalmente se optó por la colonia de los Orobales para completar los 4 sitios necesarios. Se trata de una colonia situada en isla principal, accesible a pie. Es una zona rural pero bastante humanizada, con presencia humana regular, ganado caprino, escombreras, especies vegetales invasoras y depredadores introducidos en densidades probablemente altas.

7.2.2. Fechas y esfuerzo realizado

Los trabajos de prospección para la búsqueda de nidos se han realizado durante la incubación de la especie, entre finales de junio y mediados de julio de 2022. En paralelo, también llevamos a cabo los testeos de nuevas tecnologías, aprovechando que se iba a contabilizar nidos y densidades. Se considera más eficiente simultanear ambos trabajos por un lado porque para una parte del censado clásico se sigue la misma metodología que para la búsqueda de nidos y, por otro lado, porque es necesario priorizar y aprovechar el esfuerzo de censado clásico de nidos durante una temporada para compararlo con censos con otros sistemas de censado durante la misma temporada de cría. Los días de dedicación por colonia variaron en función de las parcelas a muestrear, y fueron 6 noches en Montaña Clara, 2 noches en Timanfaya, 2 noches en los Orobales y 2 noches en el Roque de Anaga (ver detalles más adelante para cada localidad).

7.2.3. Metodologías utilizadas y análisis de datos

7.2.3.1. Análisis de datos de censado con metodologías clásicas en combinación con acústica

En el caso de la pardela cenicienta, encontrar nidos no es un problema, por lo que lo que resulta más importante es definir unas áreas que coincidan plenamente con el alcance espacial de los sistemas de censo que se utilizarán en las campañas de testado de nuevas tecnologías. Es decir, es importante conocer el número de parejas total en el radio de alcance de las grabadoras y de los sistemas térmicos o de visión nocturna que se utilizaron. Con este fin, una serie de experimentos fueron realizados en abril 2022 en los Roques de Anaga y en La Gomera, y otra serie a finales de junio en Montaña Clara, para definir esta distancia de alcance, tanto con los sistemas de visión nocturna, como con los de

grabación de audio (aunque particularmente con estos últimos), testando asimismo distintas configuraciones de sensibilidad de cámaras y grabadoras.

En junio de 2022 se iniciaron las campañas de búsqueda de nidos y, una vez definidas las parcelas o áreas de muestreo por colonia, se instaló una grabadora del modelo AudioMoth en cada una de las parcelas seleccionadas y se contabilizaron el total de cavidades reproductivas en un radio de 50 m alrededor de cada grabadora; siguiendo la metodología desarrollada por Oppel, et al. (2014) en la isla de Corvo, en Azores, basada en el estudio de la correlación entre la densidad de nidos y la actividad vocal en una determinada colonia.

Dichas grabadoras se programaron para funcionar uno de cada cinco minutos del horario (de 10PM a 1AM), con el objetivo de alargar la batería por encontrarse en zonas de difícil acceso y facilitar el posterior análisis, evitando su sustitución y sin que los resultados dejaran de ser significativos (Oppel, et al. 2014). Las grabadoras fueron recogidas a comienzos de septiembre de 2022. Las parcelas se seleccionaron de tal manera que representaban las posibles combinaciones de variables de hábitat (sustrato, tipo de roca, cobertura vegetal, inclinación, etc.) de cada área de muestreo. Para la búsqueda en sí de nidos, se utilizó la metodología habitual para el conteo de nidos en esta especie (Gil-Velasco, 2019; Bécares et al 2020, 2021), recorriendo a pie la totalidad de la superficie a muestrear, inspeccionando todas las cavidades aparentemente idóneas mediante linterna y en caso de ser necesario con el uso de una cámara endoscópica. Los nidos fueron clasificados según su distancia a la localización de la grabadora: de 0 a 5 m, de 5 a 10m, de 10 a 20 m, de 20 a 30m, de 30 a 40m y de 40 a 50m. Estos trabajos se realizaron en horario nocturno para facilitar la detección de las aves. Se consideró que una hura está activa cuando se comprobó la presencia de un adulto incubando un huevo o se observó o escuchó un adulto en su interior.

Tabla 6. Ubicación de las parcelas de seguimiento para pardela cenicienta.

Colonia	Isla	Parcela	Latitud	Longitud	Días operativos	Fecha instalación	Fecha fin
Montaña Clara	M. Clara	Cuevas coloradas P1	29.2904°	13.5360°	68	29/06/2022	06/09/2022
Montaña Clara	M. Clara	Cuevas coloradas P2	29.2898°	13.5352°	67	29/06/2022	05/09/2022
Montaña Clara	M. Clara	El Goro P3	29.2912°	13.5328°	65	29/06/2022	04/09/2022
Montaña Clara	M. Clara	La Caldera P4	29.3037°	13.5372°	39	30/06/2022	08/08/2022
Montaña Clara	M. Clara	Playa Bermeja P5	29.2906°	13.5388°	1	30/06/2022	30/06/2022
El Golfo (PN)	Lanzarote	El Golfo (PN) P6	28.9956°	13.8300°	64	02/07/2022	04/09/2022
El Golfo (PN)	Lanzarote	El Golfo (PN) P7	28.9947°	13.8307°	65	02/07/2022	05/09/2022
El Golfo (PN)	Lanzarote	El Golfo (PN) P8	28.9914°	13.8328°	65	02/07/2022	05/09/2022
Roques de Anaga	R. de Anaga	Roque de Tierra P9	28.5914°	16.1591°	57	07/07/2022	02/09/2022
Roques de Anaga	R. de Anaga	Roque de Tierra P10	28.5917°	16.1589°	59	07/07/2022	04/09/2022
Los Orobales	Tenerife	Los Orobales P1	28.5842°	16.1546°	49	17/07/2022	04/09/2022
Los Orobales	Tenerife	Los Orobales P2	28.5846°	16.1548°	49	17/07/2022	04/09/2022

El análisis posterior de las grabaciones se realizó mediante el software Kaleidoscope 5.4.3, a partir de un detector automático desarrollado por Cory's específicamente para tal fin. Dicho detector lleva a cabo una clasificación de los sonidos registrados en base a modelos de Markov entrenados a partir de las características de las señales objetivo. En el caso concreto de la pardela cenicienta, las señales tienen una frecuencia de entre 1000Hz y los 4500Hz. Los parámetros de número máximo de vocalizaciones

por noche, nº máximo de vocalizaciones por hora y nº máximo de vocalizaciones por minuto se extraen para cada parcela muestreada. Finalmente 12 fueron las grabadoras instaladas y parcelas contabilizadas, como se muestra en la Tabla 6.

7.2.4. Trabajos realizados por localidad

A continuación, se detalla el esfuerzo realizado para cada localidad:

7.2.4.1. Montaña Clara (Lanzarote)

Los trabajos de prospección para la búsqueda de nidos e instalación de las grabadoras Audiomoth se realizaron en Montaña Clara durante la segunda quincena de junio, siendo finalmente 6 las noches dedicadas a ello. Los diferentes hábitats quedan reflejados en las parcelas instaladas, siendo 5 en total: 4 repartidas por el sector meridional del islote: 2 en Cuevas Coloradas (zonas de cuevas y paredes de arenisca), 1 en el sector de aglomeraciones de rocas cerca de El Goro, 1 en Playa Bermeja (derrubio formado por grandes bloques); y 1 en el interior de la Caldera (Figura 41).

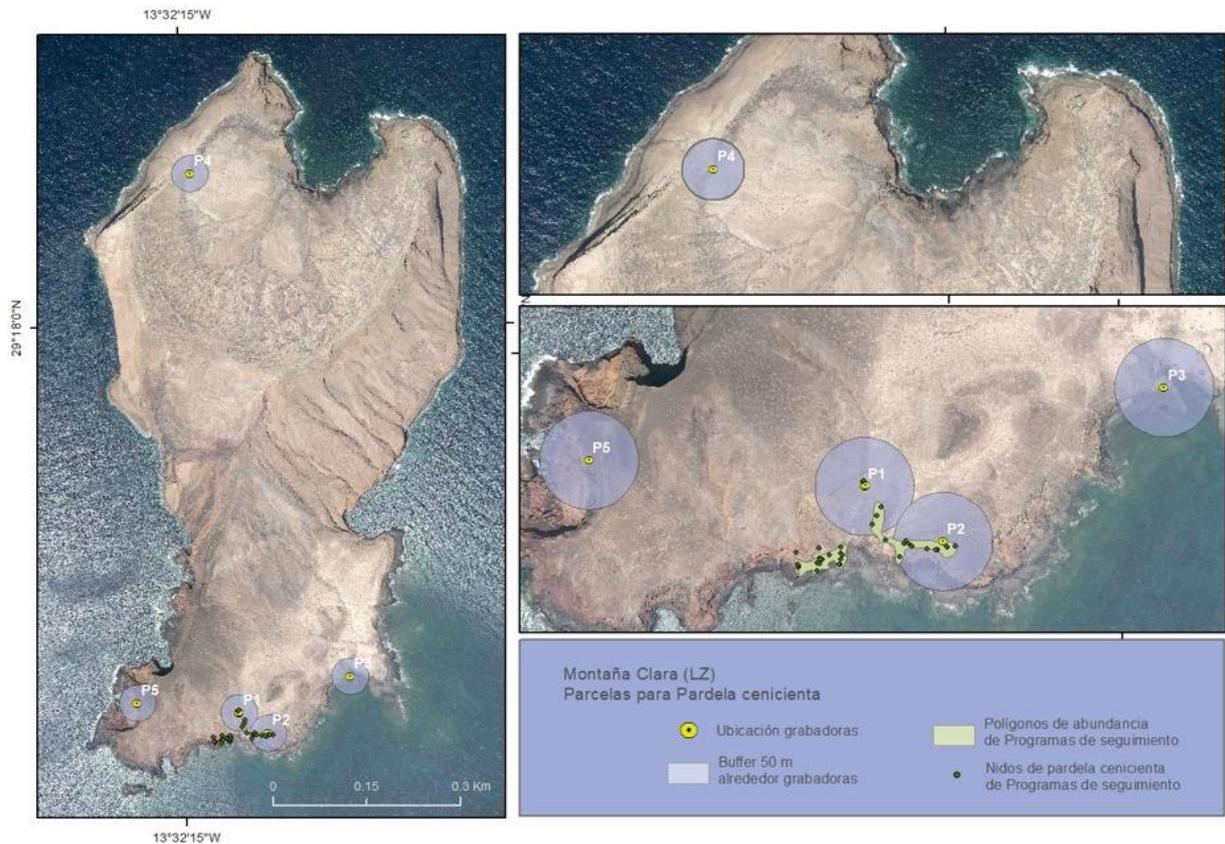


Figura 41. Distribución de grabadoras en las parcelas ubicadas en Montaña Clara, Lanzarote.



Figura 42. Ejemplo de hábitat de nidificación de pardela cenicienta donde las grabadoras han sido instaladas. La Caldera (Montaña Clara).

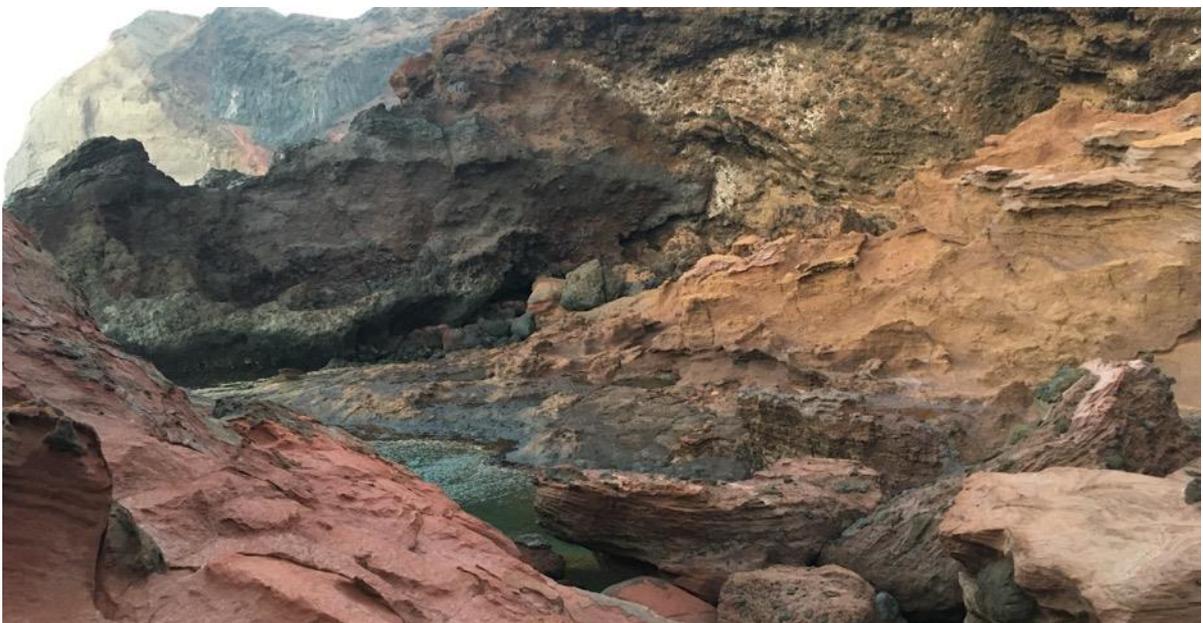


Figura 43. Ejemplo de hábitat de nidificación de pardela cenicienta donde las grabadoras han sido instaladas. Playa Bermeja (Montaña Clara).

7.2.4.2. El Golfo (Lanzarote)

Los trabajos se realizaron durante la primera quincena de julio, dedicándose 2 noches a Timanfaya. La zona de estudio se encuentra en el límite suroeste del Parque Nacional (PN) de Timanfaya, quedando

unos polígonos dentro del PN y otros fuera. Esta zona reúne las condiciones ideales para el seguimiento de la especie, con un elevado número de nidos en cavidades accesibles y en poco espacio. Se instalaron finalmente 3 grabadoras (3 parcelas) en el área descrita (Figura 44 y Figura 45).



Figura 44. Localidad muestreada para pardela cenicienta canaria *Calonectris borealis*: El Golfo (Timanfaya, Lanzarote).

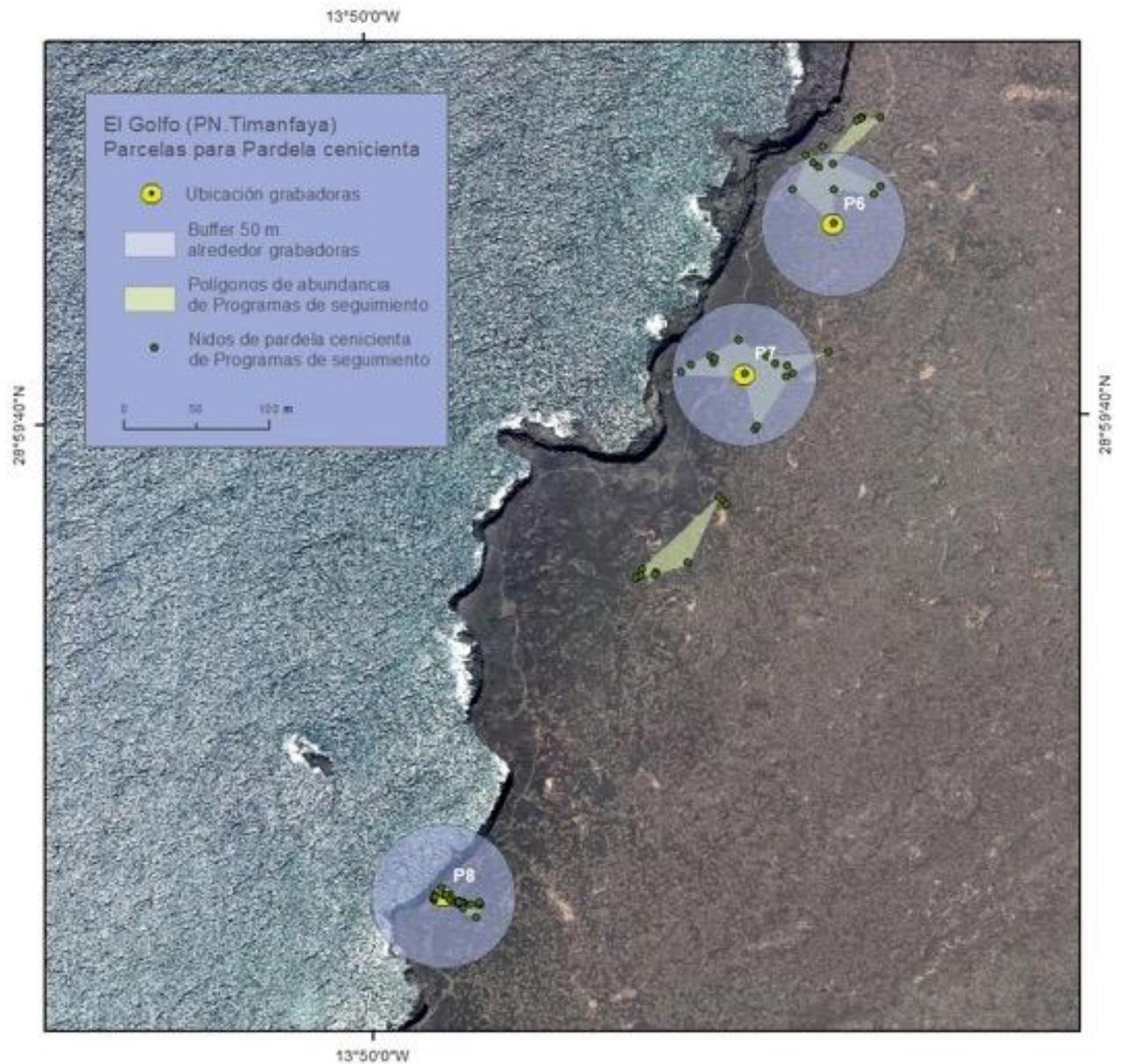


Figura 45. Distribución de grabadoras en las parcelas ubicadas en el Golfo, Parque Nacional de Timanfaya.

7.2.4.3. Roques de Anaga (Tenerife)

Los trabajos se extendieron durante la primera quincena de julio, dedicándose 2 noches al Roque de Tierra de Anaga. Se instalaron dos grabadoras del modelo Audiomoth y se contabilizaron los nidos en 2 parcelas, una a cada vertiente del islote (este y oeste) (Figura 46 y Figura 47).

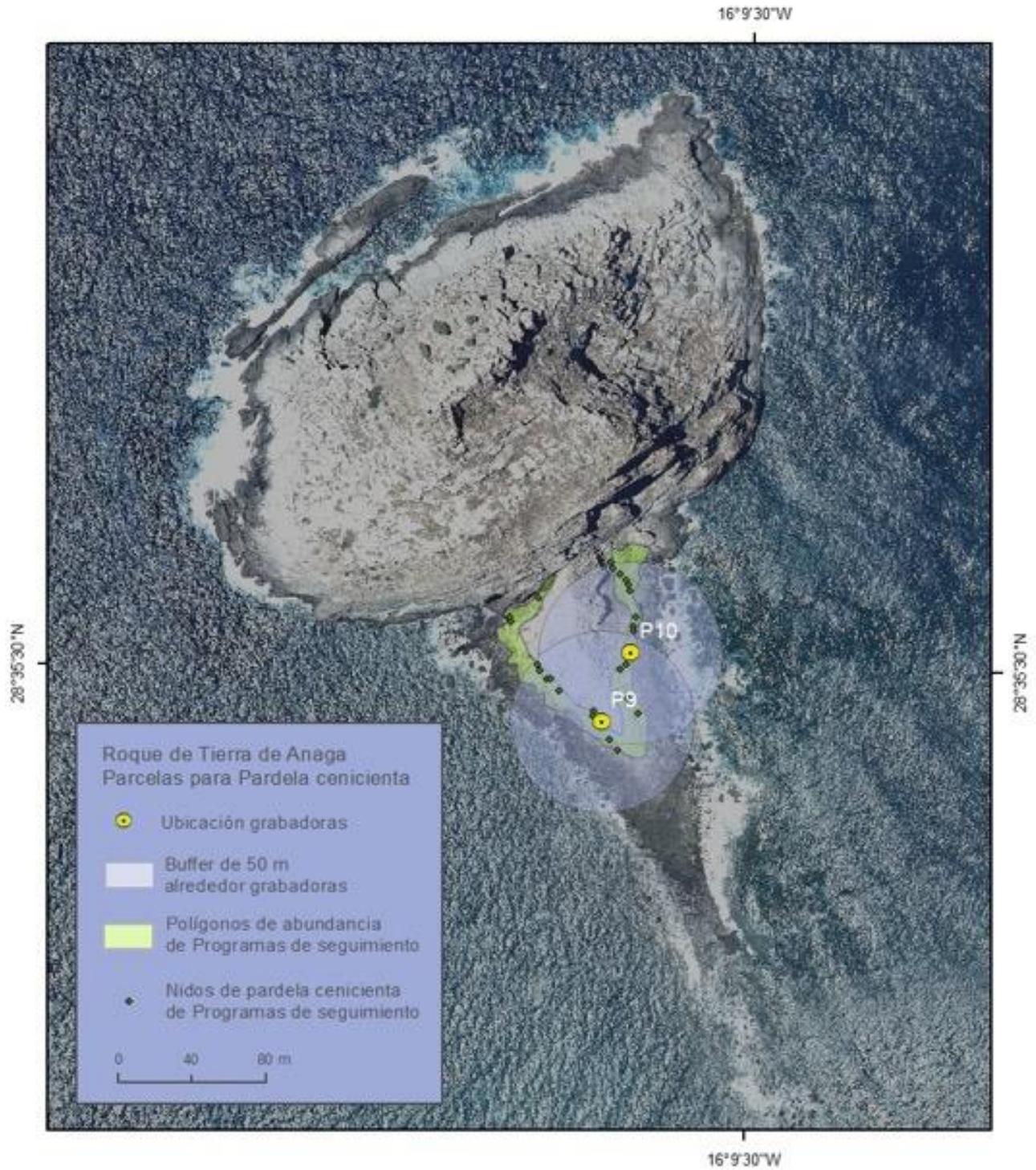


Figura 46. Distribución de grabadoras en las parcelas ubicadas en el Roque de Tierra de Anaga.



*Figura 47. Localidad muestreada para pardela cenicienta canaria *Calonectris borealis*: Roques de Anaga (Tenerife).*

7.2.4.4. Los Orobales (Tenerife)

El muestreo se realizó durante la segunda quincena de julio, dedicándose 2 noches a la colonia de Los Orobales. Finalmente se establecieron dos parcelas y se instalaron dos grabadoras Audiomoth (Figura 48 y Figura 49).



*Figura 48. Localidad muestreada para pardela cenicienta atlántica *Calonectris borealis*: Los Orobales (Tenerife).*

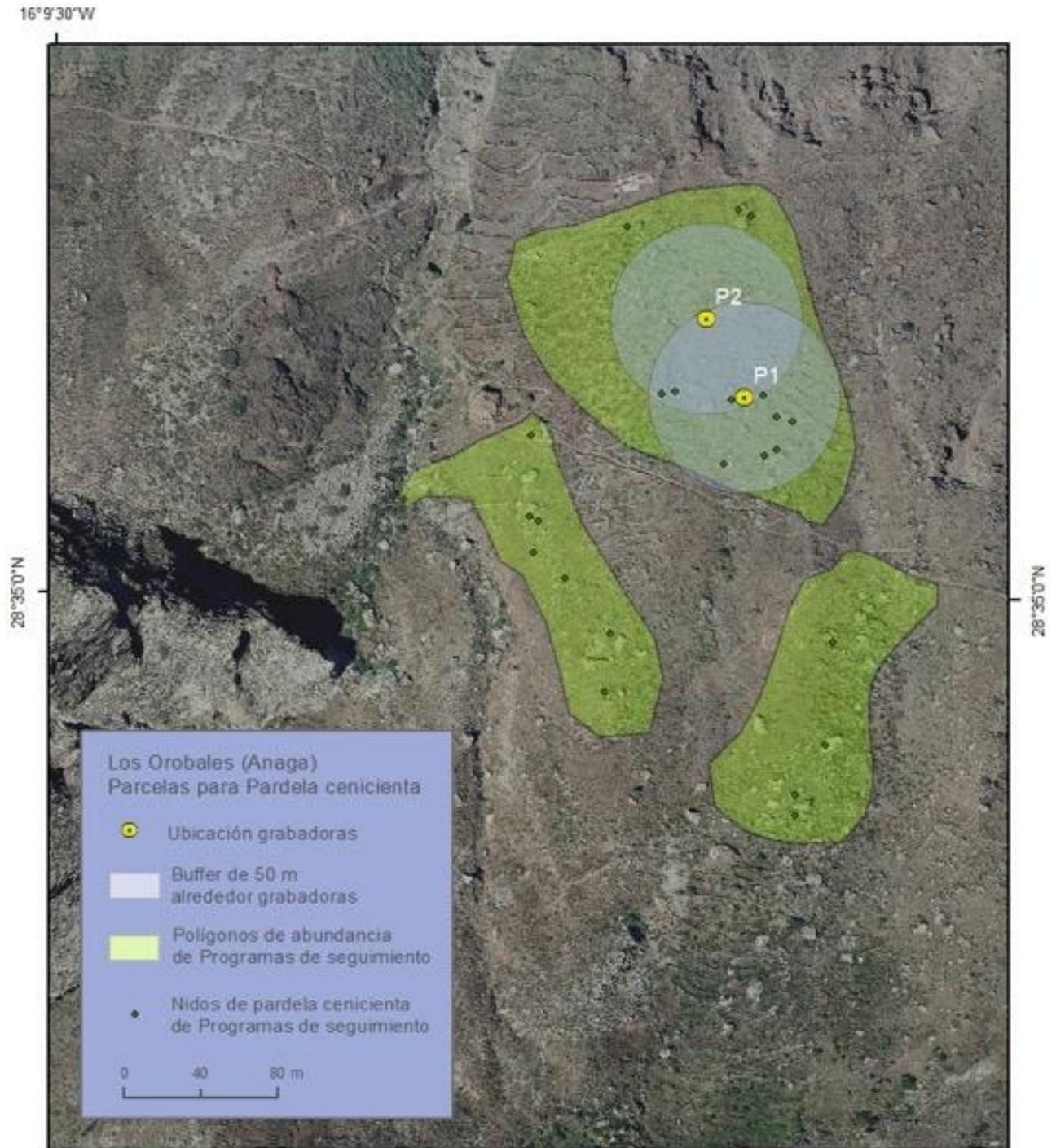


Figura 49. Distribución de grabadoras en las parcelas ubicadas en Los Orobales (Anaga, Tenerife).

7.3. Paíño de Madeira *Hydrobates castro*

7.3.1. Zonas de estudio

Tan solo existen 8 colonias conocidas de esta especie en Canarias, y al igual que pasa con la pardela chica, existen diversas tipologías de colonia tanto por su hábitat de nidificación, como por ejemplo el tamaño potencial de la colonia, algo fundamental a la hora de planificar los muestreos. Es por eso que se han escogido también cuatro colonias con distintas características (Figura 50).

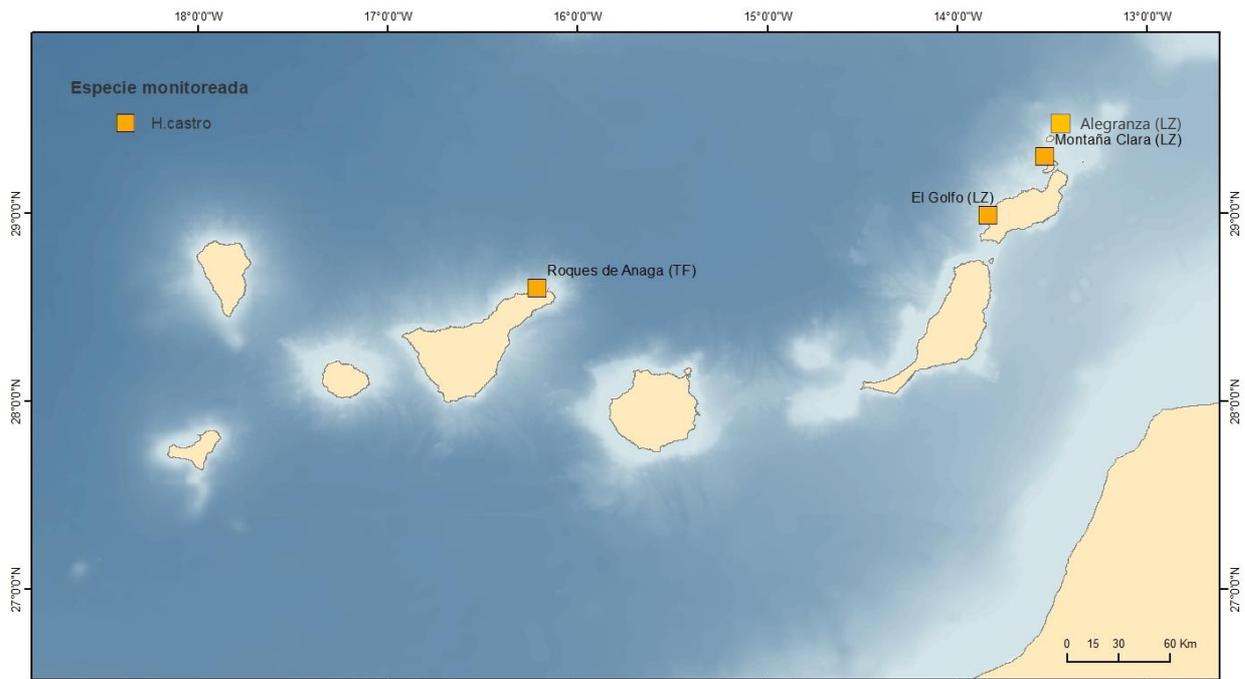


Figura 50. Sitios seleccionados para el monitoreo de paíño de Madeira *Hydrobates castro* en Canarias.

A continuación, se explica el porqué de cada una de ellas:

- Montaña Clara: Al ser la única isla o islote de Canarias sin presencia de depredadores introducidos, la distribución potencial de la especie en esta zona es extensa e incluye tanto zonas costeras del extremo sur, constituidas por aglomeraciones de grandes rocas y abundancia de cavidades, como sectores concretos de La Caldera, también con afloramientos rocosos de entidad. La gran extensión de la zona potencial dificulta el hallazgo de nidos, pero en este contexto los muestreos acústicos resultan de gran ayuda.
- Alegranza: isla de gran tamaño que posiblemente en número albergue la mayor población de la especie en Canarias. Tiene hábitats muy distintos, algunos de ellos a priori óptimos para la reproducción, al sur de la isla principalmente.
- El Golfo: Esta colonia presentaba muy buena actividad vocal de la especie hasta hace poco, pero durante los últimos años ésta se ha ido reduciendo. Actualmente, se considera que la mayor parte de las parejas deben situarse en la zona de acantilado costero, mientras que en el pasado es posible que el área de distribución de la especie en la zona incluyera también el extenso malpaís de todo el litoral de Timanfaya, donde existen multitud de cavidades. Sin embargo, todo este sector está actualmente infestado de depredadores introducidos, tales

como ratas y gatos, que indudablemente han tenido un impacto en el paño de Madeira y otras especies de pequeños procelariformes.

- Roques de Anaga: Se trata de la colonia más grande de Canarias, de entre las que se conocen actualmente. La especie se concentra en el derrubio situado al sur del roque, que además es la parte de más fácil acceso y muestreo de toda la zona. En este sentido, se han hallado nidos bajo grandes rocas semi-enterradas, especialmente en la vertiente este del derrubio, con suelos parcialmente arenosos.

7.3.2. Fechas y esfuerzo realizado

El estudio de la especie se ha centrado en el otoño, en concreto entre los meses de octubre y diciembre, que es cuando la especie es más vocal e inicia su reproducción. Los experimentos de abundancia en que se combinaba acústica con visión nocturna se compaginaron con la búsqueda de nidos siguiendo metodologías clásicas (linterneo y cámara endoscópica). Estos trabajos se realizaron básicamente entre la segunda mitad de octubre y finales de noviembre. Las grabadoras automatizadas estuvieron colocadas en estos mismos meses y en algunos casos también hasta principios de diciembre.

7.3.3. Metodologías utilizadas y análisis de datos

7.3.3.1. Análisis de datos de censo con metodologías clásicas en combinación con acústica y visión nocturna

Se focalizó el esfuerzo tanto en la búsqueda de nidos linterneando como en el uso de cámara térmica FLIR y la colocación de grabadoras. Las prospecciones fueron efectuadas tanto en sectores con hábitat idóneo, como en los identificados como sectores de amplia actividad vocal y altos números de registros para la especie (Gil Velasco et al., 2021). La configuración de las grabadoras y su análisis fue similar al descrito en el apartado referente a la pardela chica (página 54), pero los horarios de programación para las grabadoras autónomas fueron a primera hora de la noche, en concreto entre el anochecer y la media noche (aproximadamente entre las 20h y las 00h), priorizando los meses de octubre y noviembre, momento de mayor actividad vocal del paño de Madeira.

De manera similar a lo descrito para pardela chica (ver apartado 7.1.3.3.3. *Estimas a partir de la ratio de vocalización*), pero a partir la observación directa mediante cámara térmica, se ha podido establecer la ratio máxima de vocalizaciones por minuto de un solo ejemplar. En este caso, el muestreo consistió en la instalación de diversas grabadoras a lo largo de la zona de nidificación potencial en El Golfo (Timanfaya) y, paralelamente, se situó una persona observando con cámara térmica desde una posición tal que se pudieran contabilizar todos los ejemplares presentes en cada momento. Esta misma persona fue anotando el número de ejemplares presentes y las vocalizaciones que escuchaba, junto con la hora exacta, de modo que al final se pudo obtener una correlación similar a la obtenida con *P. baroli*.

A tenor de los resultados, parece que la intensidad en las vocalizaciones del paño de Madeira se sitúa alrededor de las 3.38 vocalizaciones por minuto, con un mínimo de 0 y un máximo de 8. Sin embargo, al igual que pasa en el caso de la pardela chica, a medida que aumenta el número de ejemplares, también aumenta la ratio de vocalización, por lo que para convertir la actividad vocal registrada en número de ejemplares es necesario emplear la función que se muestra en la Figura 51.

Por otro lado, estos trabajos permitieron comprobar que el rango de muestreo de las grabadoras empleadas (AudioMoth) es mucho menor que el rango de muestreo del oído humano. Gracias a que se instalaron diversas grabadoras en la zona, la actividad vocal registrada en conjunto (la suma de la actividad registrada por cada grabadora) sí se aproxima mucho a lo registrado por el observador (Figura 51), lo que hace pensar que el rango de los dispositivos es aproximadamente la mitad que el del observador. Teniendo en cuenta que las grabadoras estaban separadas por una distancia aproximada de 40m y asumiendo que el observador detectaba la totalidad de las aves presentes, el radio de detección se situaría entorno a los 40m.

En cualquier caso, hasta que se describa con precisión el rango de detección de una grabadora, es necesario estandarizar lo registrado por una grabadora con lo registrado por el observador, que se considera más cercano a la realidad. Para ello, una de las grabadoras del estudio (la AM39) fue instalada en la misma posición que el observador, por lo que es necesario dividir una función por otra y calcular el número de ejemplares a partir de la función resultante.

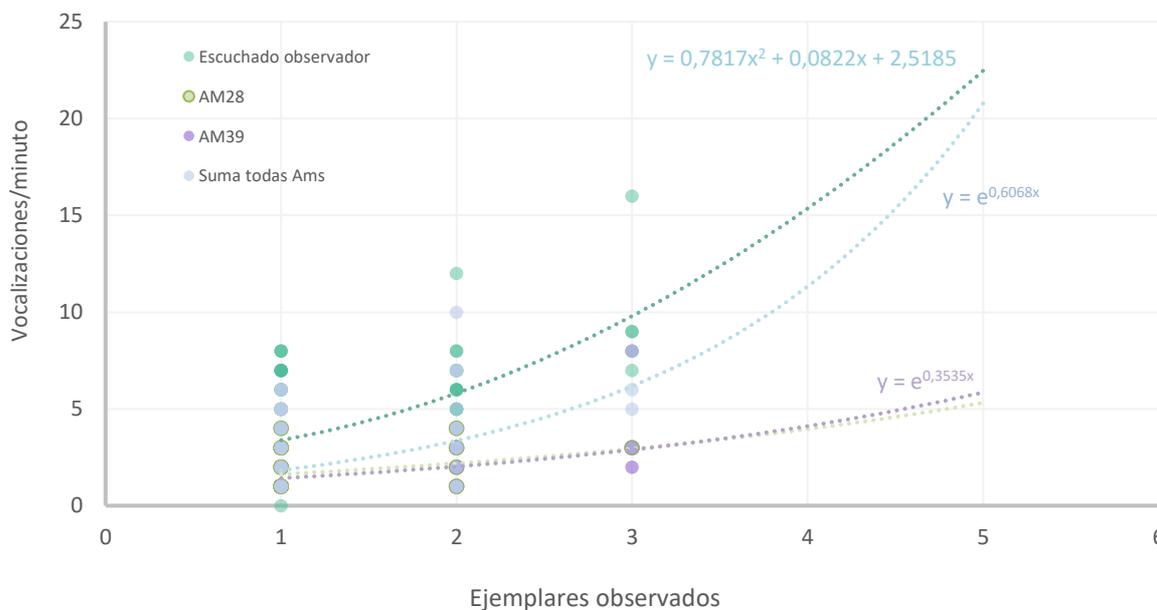


Figura 51. Correlación entre los ejemplares observados de paño de Madeira con cámara térmica y la actividad vocal detectada por minuto con sistemas de grabación automatizada AudioMoth.

A continuación, se detallan las particularidades y metodologías empleadas en cada una de las colonias de cría.

7.3.4. Trabajos realizados por localidad

7.3.4.1. El Golfo (Lanzarote)

En El Golfo, durante la noche 23 de noviembre, se lleva a cabo observación continua con cámara térmica en combinación con las grabadoras automatizadas, lo que, unido a una buena actividad vocal de la especie, permite establecer una ratio de vocalizaciones por minuto y de un solo ejemplar, lo que

a la postre nos ha permitido llevar a cabo estimas de población gracias a las grabadoras autónomas colocadas a lo largo del periodo reproductor.

7.3.4.2. Montaña Clara (Lanzarote)

Para la búsqueda de nidos activa con linternas, se prospectaron tanto los acantilados costeros con presencia de hábitat favorable descrito para la especie, como sectores arenosos elevados próximos (cimas), hasta un máximo 130m hacia el interior desde la costa. Simultáneamente se realizan escuchas nocturnas y observaciones mediante el uso de cámara térmica FLIR en las zonas donde se detectan mayores vocalizaciones de la especie, en un intento de seguir los individuos en vuelo con el objetivo de localizar los nidos en el caso de adultos reproductores. Dichas prospecciones se realizan en la mitad meridional del islote de Montaña Clara; particularmente en el sector sur desde el refugio (Goro), El Veril y Cuevas Coloradas hasta las calas situadas al suroeste del islote. También se prospecta la zona norte de la Caldera.

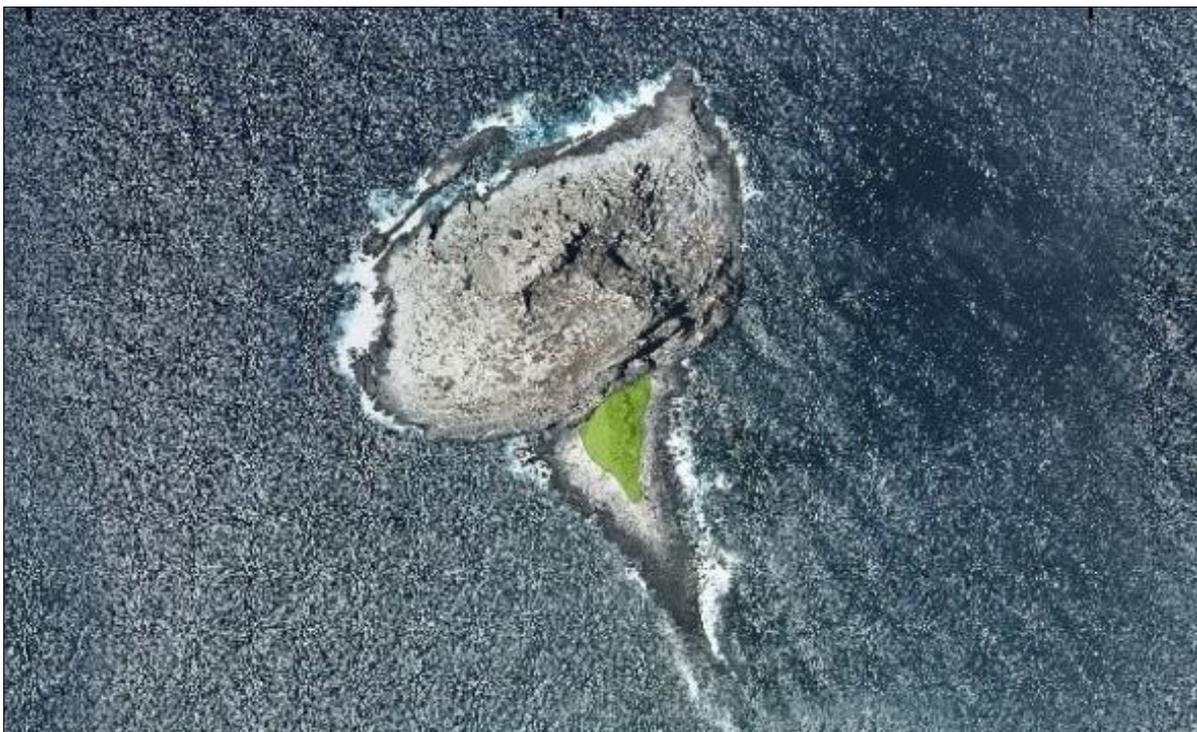


*Figura 52. Sectores prospectados en el islote de Montaña Clara (Archipiélago Chinijo) para la localización de huras de paño de Madeira *Hydrobates castro*.*

Más avanzada la reproducción en Montaña Clara se prospectan de nuevo los sectores de hábitat óptimos en la mitad meridional de la isla, desde las calas al oeste de cuevas coloradas y Veril hasta el Goro, con la ayuda de linternas, cámara térmica y la ayuda de reclamo en numerosas ocasiones, además de la realización de escuchas nocturnas. A partir de la búsqueda activa de nidos o lintorneo, se localiza paño en un sector no prospectado anteriormente. En total se realizan 4 noches en octubre y 7 noches en noviembre.

7.3.4.3. Roques de Anaga (Tenerife)

En los Roques de Anaga se invirtieron un total de 9 noches entre el 9 de diciembre y el 19-23 de noviembre, alternando cada noche la búsqueda activa de nidos con linternas, con el uso de cámara térmica FLIR y las escuchas para la localización de los individuos y nidos. Los muestreos se centraron particularmente en el extremo sur, donde se extiende una cola formada por una cresta arenosa, aglomeraciones de rocas en sus pendientes y multitud de derrubios en la base, aunque la mayor parte del roque está rodeado de acantilados totalmente verticales e inaccesibles.



*Figura 53. Sectores prospectados en el islote de Roque de tierra de Anaga (Tenerife), para la localización de huras de paño de Madeira *Hydrobates castro*.*

7.3.4.4. Alegranza (Lanzarote)

La isla de Alegranza se excluye finalmente de las prospecciones debido a no haber podido llegar a un acuerdo con los propietarios para el acceso al interior del islote, no obteniendo los permisos de acceso a las zonas de nidificación, e imposibilitando la prospección de la misma. Sin embargo, se utilizan algunas de las grabaciones obtenidas previamente para el análisis inicial desarrollado en este proyecto, permitiendo realizar nuevas estimas. En total se utilizaron datos de 7 localidades situadas en el litoral costero de Alegranza durante el periodo reproductor.

8. Resultados

8.1. Pardela chica *Puffinus baroli*

8.1.1. Montaña Clara

8.1.1.1. Estimas de abundancia calculadas con metodologías de censado clásicas

A pesar de que la zona fue linterneada de nuevo, en concreto las zonas con actividad vocal de la especie y aquellas donde se habían hallado nidos activos a principios de siglo, una vez más no encontramos ningún nido. Actualmente, la actividad vocal parece concentrarse en la parte más alta de La Caldera, en concreto en la vertiente oeste, una zona de difícil acceso, muy vegetada y con una pendiente muy pronunciada, por lo que es probable que se requiera de más muestreos para hallar nidos activos o, por el contrario, asegurar que no los hay. La zona de La Caldera donde en el pasado se capturaron ejemplares aparentemente reproductores (el Morro de Las Pardelas) ha sido muestreada intensamente sin que se hallen indicios de reproducción de la especie. Lo mismo ha ocurrido en las zonas bajas de la isla (Cuevas Coloradas, El Goro, Caletón Oscuro), donde se han llevado a cabo escuchas y prospección de cavidades idóneas sin que estos muestreos arrojaran resultados positivos.

8.1.1.2. Estimas de abundancia calculadas con nuevas tecnologías

8.1.1.2.1. *Cámara térmica*

Las dos noches dedicadas a la prospección del sector meridional de Montaña Clara coincidieron con fuertes rachas de viento y llovizna, lo que pudo propiciar que no se produjese ninguna observación con cámara térmica ni escucha de vocalizaciones de la especie. La misma situación se repitió en el sector alto de Caletón Oscuro durante la tercera noche de muestreo. La noche de prospección en las laderas exteriores que circundan la zona sureste de la Caldera (Figura 54), dio como resultado la escucha de varias vocalizaciones de pardela chica, tanto en el primer tramo de la noche como antes del amanecer (aunque no fue posible observar con cámara térmica a los individuos debido posiblemente a la rapidez de los vuelos y la brevedad de los contactos), por lo que se procedió a la prospección de las áreas circundantes en busca de posibles indicios de nidificación. Se confirmó la inexistencia de cavidades óptimas disponibles en gran parte de dichas pendientes prospectadas, formadas sobre todo de arenisca, sin cavidades profundas. Dicha área podría ser una zona de canto para la especie.



Figura 54. Vertiente externa al sureste de la Caldera, Montaña Clara (Lanzarote).

La prospección de la Caldera arrojó resultados variados según el sector de la misma muestreado. De las observaciones con cámara térmica en los sectores noroeste y central no se obtuvieron resultados excesivamente positivos; solamente se registraron algunas vocalizaciones de la especie. Por el contrario, la prospección del sector suroeste arrojó resultados mucho mejores: desde la puesta de luna hasta las cercanías del amanecer se estuvieron contabilizando numerosas vocalizaciones de la especie (vocalizaciones constantes y seguidas durante minutos), especialmente evidente en los grandes barrancos ubicados al suroeste de la cara interior de La Caldera (Figura 56).

La presencia de la especie en dichos barrancos fue registrada principalmente a través de escuchas de vocalizaciones y cantos regulares y constantes de los individuos. El uso de la cámara térmica resultó de poca utilidad para la localización de los individuos en ambientes tan abiertos y con distancias tan largas, sumados a la rapidez e imprevisibilidad de los vuelos de la especie. Esta limitación se ha ido haciendo patente a lo largo de las noches dedicadas a Montaña Clara y también en otros enclaves de nidificación, al menos en aquellos casos en que se utilizó el modelo de cámara térmica FLIR.

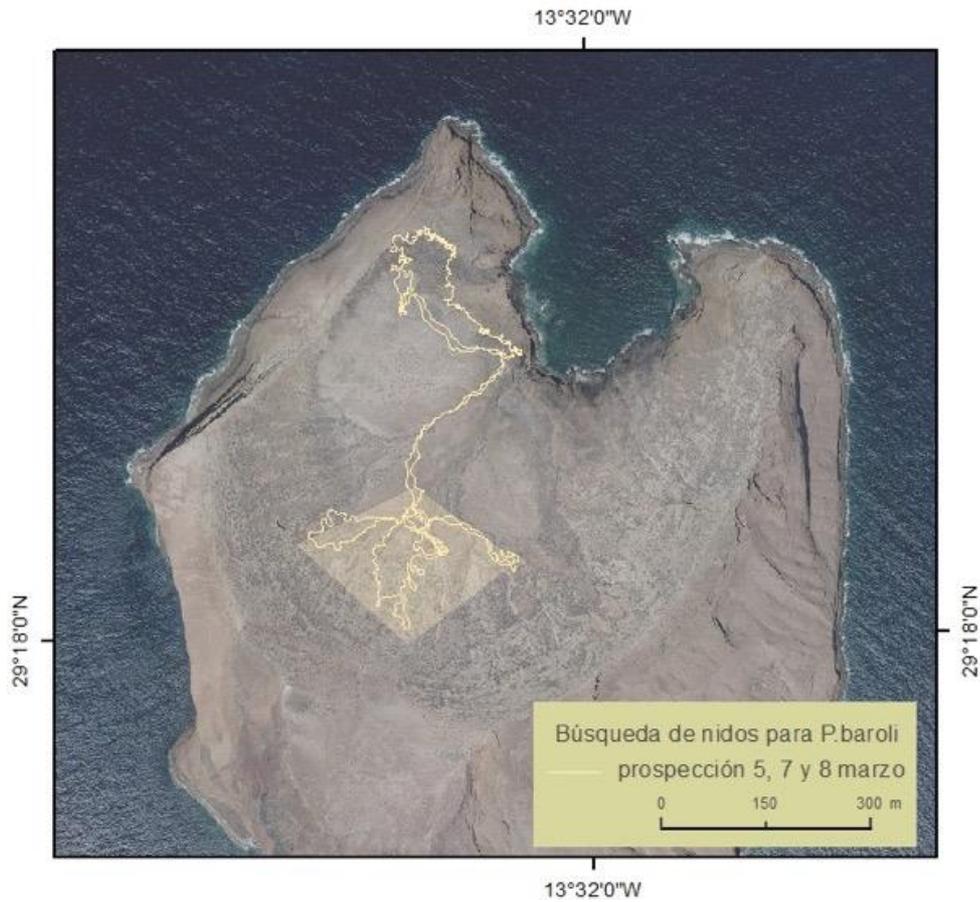


Figura 55. Caldera de Montaña Clara. El sector SO, de mayor actividad vocal y número de individuos observados se indica a través del polígono. Prospecciones de marzo 2022



Figura 56. La Caldera de Montaña Clara. Cuadrante indicando el sector de barrancos (SO) de alta actividad de la especie.

En las zonas circundantes a los barrancos con mucha actividad vocal en la Caldera, y donde la cámara térmica no alcanzaba, se realizó una intensa búsqueda activa de nidos, sin encontrar cavidades ocupadas por la especie y ni siquiera hábitat óptimo aparente para la instalación de nidos (Figura 56). La zona está ampliamente frecuentada por pardelas cenicientas, con una alta densidad de nidos de éstas, lo que podría generar una competencia por el espacio, que iría en detrimento de la pardela chica, de menor tamaño.

Durante estas prospecciones, se utilizó intermitente el reclamo de pardela chica a través de un altavoz inalámbrico, produciendo el acercamiento de los individuos presentes en la zona a pocos metros del altavoz, contabilizándose hasta 4 individuos presentes simultáneamente.

8.1.1.2.2. Cámara de infrarrojos

Durante estas prospecciones, el alcance y resolución de los focos de luz en espectro no visible y cámaras adaptadas a IR se mostró definitivamente insuficiente para la localización de los individuos, posados o en vuelo, debido principalmente a la poca sensibilidad y alcance de la cámara de video utilizada (de unos pocos metros). Lamentablemente no se pudo prospectar con el mismo foco de gran potencia pero con la nueva cámara térmica, ya que esta dispone de sensor IR mucho más sensible a la luz que el de la cámara de video, lo que sin duda hubiera incrementado notablemente la detectabilidad. Sin embargo, no parece el mejor sistema de detección, ya que la nueva cámara térmica tiene un alcance mucho mayor, ya que es el propio animal que hace de foco con su propio calor y no es necesario iluminarlo como en el caso de la visión con IR.

8.1.1.2.3. Grabaciones automatizadas

Finalmente, se calculó el número máximo de vocalizaciones por minuto que puede realizar un solo ejemplar (a partir de los datos procedentes de colonias de Fuerteventura) y, a partir de esta información, junto con la recogida por las grabadoras situadas en Montaña Clara, se ha podido realizar una estima más precisa de la población en la isla, que se sitúa entre los 10 y los 15 machos cantores (equiparable en este caso a parejas). Aparte de las limitaciones metodológicas descritas con anterioridad, es necesario comentar que algunas zonas, en particular la isla de Alegranza, no han podido ser muestreadas en su totalidad, por lo que esta estima debe ser entendida como de mínimos.

A pesar de ello, resulta llamativo que estos resultados son muy inferiores a la última estima llevada a cabo en 2016, basada en el número de aves vocalizando a la vez, situó la población de Montaña Clara entorno a las 15-30 parejas (Gil-Velasco, et al. 2016). La impresión general actual es que este número se ha reducido notablemente, hecho que también encaja con la actividad vocal registrada en las grabadoras. Se trata de una isla sin depredadores introducidos, donde sin embargo sí ha aumentado la gaviota patiamarilla, que ocupa ahora buena parte de La Caldera y en concreto los afloramientos rocosos utilizados en el pasado por las pardelas. Estas gaviotas se alimentan en centros de tratamiento de residuos de Lanzarote y prueba de ello es la abundancia de restos óseos de pollo y cerdo, que actualmente deben constituir una fracción muy significativa de la dieta de las gaviotas. En este sentido, los estudios llevados a cabo en el vecino archipiélago de las Selvagens señalan a la gaviota patiamarilla como una especie depredadora de la pardela chica (además de otras especies de pequeños procelarifórmes) (Matías y Catry, 2010), por lo que no se descarta que la expansión de ésta pueda afectar a la población de pardela chica reproductora en la isla.

8.1.2. El Golfo

8.1.2.1. Estimas de abundancia calculadas con metodología de censada clásica.

Al encontrarse la colonia en el acantilado no es posible el acceso a pie, por lo que no se pueden aplicar metodologías de búsqueda de nidos. Si se pueden realizar escuchas, pero estas se comentan en paralelo al uso de nuevas tecnologías.

8.1.2.2. Estimas de abundancia calculadas con nuevas tecnologías

Los trabajos realizados en esta zona son los que permitieron describir la relación entre la cantidad de ejemplares presentes y la actividad vocal registrada (máximo de vocalizaciones por minuto). Los detalles metodológicos de estos muestreos se describen en el apartado 7.3.3.1, en tanto que se han utilizado para las estimas de todas las colonias y, por tanto, se considera que forman parte de la metodología general.

8.1.2.2.1. *Cámara térmica*

Las noches dedicadas a El Golfo coincidieron con condiciones meteorológicas medianamente adversas, con fuertes vientos constantes y mar agitada, lo que puede influir en la calidad y cantidad de escuchas efectuadas.

Los esfuerzos tanto en la primera (2 de marzo) como en la segunda noche (9 de marzo) se concentraron en el sector donde se ubica el nido natural conocido de pardela chica. Así, el 2 de marzo se registró un total de aproximadamente 30 vocalizaciones de la especie en 8 ocasiones distintas, pudiendo observarse con la cámara térmica al individuo emitiendo la vocalización simultáneamente en 4 ocasiones. El 9 de marzo se registraron unas 50 vocalizaciones en 23 ocasiones distintas, pero únicamente en 2 de ocasiones se pudo observar con cámara térmica al individuo emitiendo la vocalización.

La mayoría de las vocalizaciones registradas se concentraron en la franja horaria de 4 a 6 AM. No se observa más de 1 solo individuo vocalizando a la vez y no se logra observar ningún individuo posándose en repisas o entrando/saliendo de huras.

Los esfuerzos de la noche del 10 de marzo (concentrados en realizar observaciones al norte del sector del nido natural conocido, hasta la playa del Paso) (Figura 57) tuvieron resultados más positivos. Tras la escucha de numerosas vocalizaciones de pardela chica desde las 4:40 a las 5:30am, pudo observarse a través de la cámara térmica a un ejemplar realizando vuelos alrededor de una repisa de un gran acantilado ubicado al sur de la Playa del Paso (Figura 58), que finalmente acabó con la entrada del ejemplar a la supuesta hura, para posteriormente vocalizar en 3 ocasiones desde la misma.

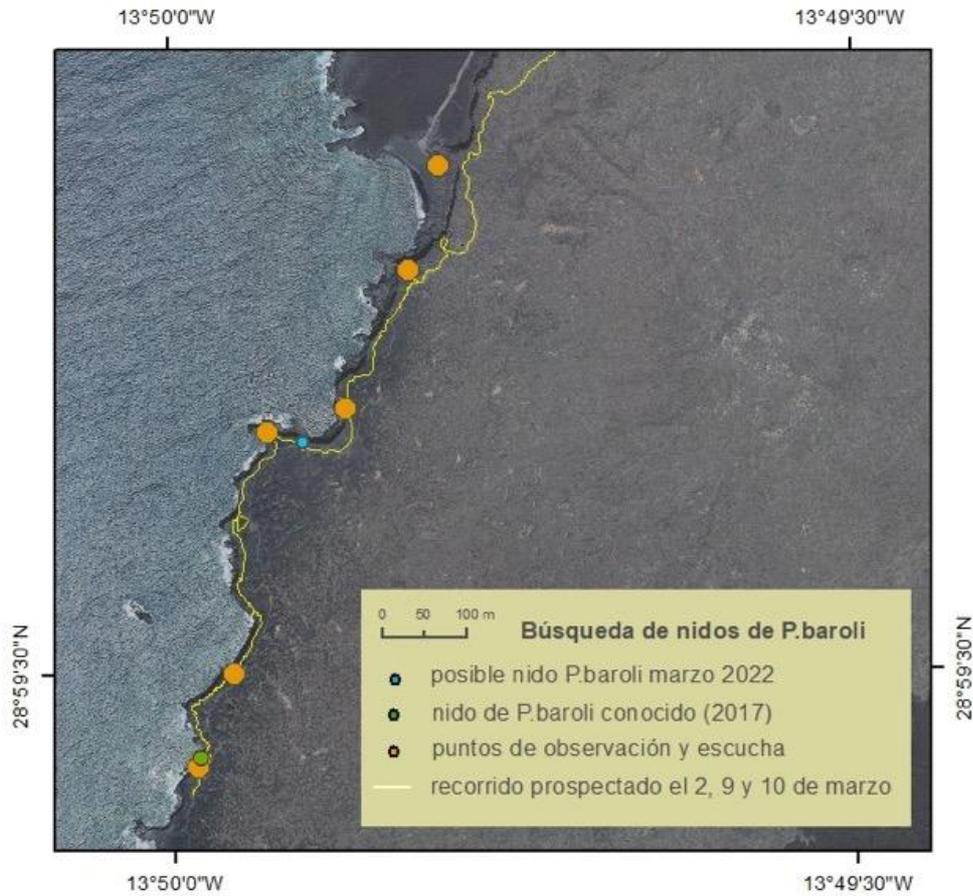


Figura 57. Prospección de El Golfo y ubicación del posible nido de pardela chica localizado el 10 de marzo 2022.

Dicha pared fue georreferenciada y visitada posteriormente el 24 de marzo. La prospección e inspección de varias cavidades en las repisas no dieron como resultado el hallazgo de indicios de nidificación, pero las zonas accesibles a pie son solo una parte de la pared vertical, por lo que no se puede descartar que no existan huras activas.



Figura 58 Acantilado donde se observó a una pardela chica posarse y adentrarse en una hura. Sur de la playa del Paso. El Golfo. Marzo 2022.

8.1.2.2.2. Cámara de infrarrojos

Al igual que en Montaña Clara, el alcance y resolución de los focos de luz en espectro no visible y cámaras adaptadas a IR se mostró insuficiente para la localización de los individuos, posados o en vuelo, debido principalmente al poco alcance de la cámara de video utilizada (de unos pocos metros). Lamentablemente no se pudo prospectar con el mismo foco de gran potencia pero con la nueva cámara térmica, ya que esta dispone de sensor IR mucho más sensible a la luz que el de la cámara de video, lo que sin duda hubiera incrementado notablemente la detectabilidad. Sin embargo, no parece el mejor sistema de detección, ya que ambas cámaras térmicas tienen un alcance mucho mayor.

8.1.2.2.3. Grabaciones automatizadas

Finalmente, y gracias a haber descrito la correlación entre la actividad vocal (número máximo de vocalizaciones de machos por minuto) y el número de machos presentes, se ha podido llevar a cabo una estima para El Golfo, que sitúa la población de este enclave como mínimo entre 3 y 4 machos (resultado de la función 3.31). Como se ha comentado, se trata del máximo de ejemplares presentes a la vez en el momento de máxima afluencia, sin tener en cuenta que los días anteriores o posteriores los ejemplares podrían ser otros.

Por otro lado, el análisis del SNR parece resultar útil para evaluar las zonas de más actividad dentro de colonias amplias, de cara al posterior muestreo con cámara térmica. En este sentido, las grabadoras con un nivel acústico mayor fueron la 2 y la 5, seguidas de la 1 y por último la 4. Este hecho encaja con la localización del nido conocido, que se halla en las proximidades de la grabadora 2. La grabadora 1 también está enfocada hacia esta zona, aunque a mayor distancia, mientras que la grabadora 4 queda obstaculizada por el saliente. La actividad detectada en la grabadora 5, una zona donde no se conocen nidos, indica que sería recomendable muestrear esta pared con cámara térmica.

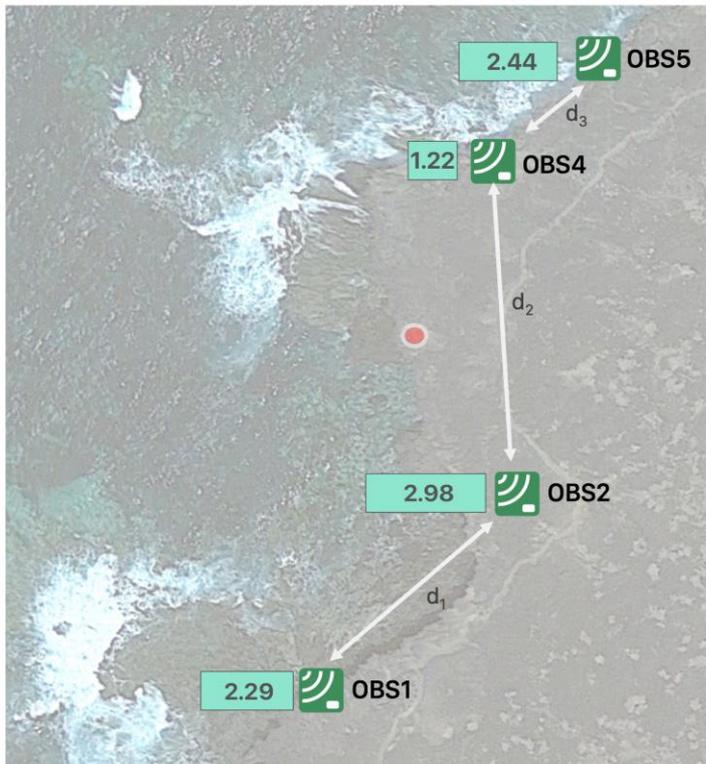


Figura 59. Signal-to-noise ratio (SNR) medio medido en cada una de las grabadoras Audiomoth instaladas. En rojo, localización del nido de pardela chica.

8.1.2.2.4. Cámara de foto-trampeo en nido

Por diversos factores la información recopilada por las cámaras de foto-trampeo no fue suficiente para conseguir el objetivo deseado. Por un lado y como era de esperar, la cámara 3 no grabó ninguna pardela chica ya que se encontraba a escasos metros del nido, pero enfocando una serie de cajas nido. Por otro lado, las otras dos cámaras enfocaban al nido desde distintos ángulos y distancias (Figura 60).



Figura 60. Cámara 1 registrada desde la cámara 2 con el nido de pardela chica en el centro.

En la temporada de cría 2021-2022 la cámara más cercana al nido (Cámara 1) solo obtuvo cinco videos entre el 26 de diciembre y el 4 de enero de 2022 (todos de pardela chica), y la situada a dos metros (cámara 2), obtuvo tres videos entre el 3 de enero y el 5 de febrero de pardela chica; en el resto no se aprecia nada porque la cámara se encuentra demasiado empañada por salitre marino. Por algún motivo solo una de las 7 entradas registradas a la hura es grabada simultáneamente por ambas cámaras (Figura 61), lo que demuestra claramente problemas en la detección del ave entrando por parte de estos dispositivos, pero especialmente saliendo, porque tan solo hay un video registrado, en el que el ave se quedó descansando en la entrada antes de salir al mar (Figura 62).

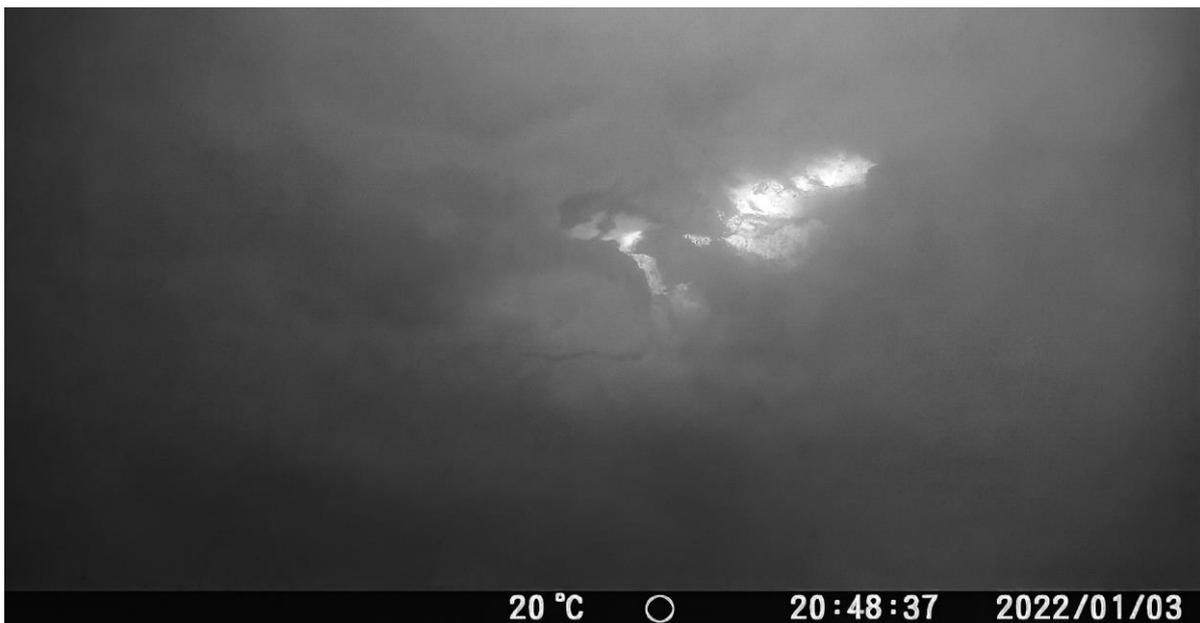


Figura 61. Pardela chica entrando en el nido detectado desde la cámara 2. Se observa también la luz IR de la cámara 1 situada a la derecha de la pardela. La poca claridad de la imagen se debe al espray marino que empaña la lente de la óptica de la cámara.

La causa más probable de esta poca detección es el uso de un modelo de cámara con una velocidad de reacción demasiado lenta para la especie, que entra muy directa al nido y cuya salida es aún más rápida. La explicación de por qué se utilizó este modelo es que es el único que permitía incorporar en su interior una lente, en este caso de 2 dioptrías, consiguiendo enfocar correctamente la entrada del nido y obteniendo así videos de mayor calidad. Sin embargo, finalmente resultó contraproducente el uso de este modelo ya que no se pudo analizar el comportamiento y la frecuencia de visitas a la colonia, que al fin y al cabo era el objetivo final. Otra posible causa de la poca cantidad de videos es que el sensor estuviera demasiado sucio por culpa del espray marino y el salitre, impidiendo que se activara el disparador de una u otra cámara.

Afortunadamente, en el caso de la cámara 1, situada más cerca del nido (a escasos 40cm), durante las primeras visitas se obtuvieron algunos videos de calidad, pero solo en aquellos casos en que la pardela se paraba en la entrada del nido, algo poco habitual según lo registrado con otro modelo de cámara más rápida colocada en 2020 y que registró muchas entradas a gran velocidad, pero en todos los casos desenfocadas (Bécares y Gil-Velasco, 2021).



Figura 62. Pardela chica saliendo del nido en el acantilado del Golfo a última hora de la noche. 31 de diciembre de 2021. El enfoque se consigue gracias a la colocación de una lente de aproximación de 2 dioptrías en el interior de la cámara.

En la temporada de cría siguiente, la cámara situada a dos metros solo se activó en dos ocasiones sin que se viera nada más que niebla y la situada frente al nido no funcionó, por lo que no se puede asegurar que la especie llegará a criar o que fueran problemas en las cámaras.

8.1.3. Roques de Anaga

8.1.3.1. Estimas de abundancia calculadas con metodologías de censado clásicas

Las escuchas realizadas en el Roque de Tierra de Anaga apenas dieron resultado y tan solo se escucharon ejemplares aislados, en algunos casos fuera de la época típica de reproducción de la especie en Canarias. Tanto los transectos como la inspección de cavidades con linterna tampoco permitieron hallar ninguna hura activa ni indicios de actividad de ningún tipo, por lo que se considera que actualmente la especie no está presente como reproductora en este Roque, o lo está de forma extremadamente escasa. Cabe añadir que la zona accesible del Roque es pequeña y no resulta posible muestrear mediante esta metodología los grandes acantilados de la vertiente norte del Roque.

8.1.3.2. Estimas de abundancia calculadas con nuevas tecnologías

8.1.3.2.1. *Cámara térmica y de IR*

Durante las noches dedicadas a la prospección de pardela chica en el Roque de Tierra de Anaga desafortunadamente no se obtienen muchas observaciones de la especie, ni a través de la cámara térmica e infrarroja, ni a través de la escucha de las propias vocalizaciones emitidas por los adultos. La primera noche la actividad es nula y la segunda noche se obtienen solamente 2 escuchas de la especie, ambas en la última hora de oscuridad antes del amanecer, una en la vertiente este, mismo sector donde

en campañas precedentes se han podido escuchar un mayor número de vocalizaciones, y otra en la punta sur del Roque. Ninguna de las aves escuchadas pudo observarse en la cámara térmica e infrarroja, debido de nuevo a la velocidad de vuelo de la especie y la brevedad de la observación, por lo que esta tecnología no resultó útil en esta ocasión. La puesta tardía (2:40AM) de la luna creciente (iluminada al 40%) pudo propiciar la ausencia de la especie en la primera parte de la noche, debido a la cantidad de luz presente (Figura 63).



Figura 63. Sector este del Roque de Tierra de Anaga, prospectado para pardela chica. Abril 2022.

8.1.3.2.2. Grabaciones automatizadas

A pesar de lo comentado anteriormente, se considera que se han obtenido grabaciones de un número muy significativo de noches potencialmente muy buenas para la actividad de la pardela chica, por lo que, de existir una colonia en el Roque (incluso en la vertiente norte), la actividad vocal registrada debería haber sido mayor. Cabe añadir que los únicos registros obtenidos recientemente en esta localidad hacen referencia a machos escuchados fuera de época de cría (en concreto durante el mes de julio), por lo que se considera improbable que la pardela chica se reproduzca en el Roque de Tierra de Anaga en la actualidad.

8.1.4. Sur de la Gomera

8.1.4.1. Estimas de abundancia calculadas con metodologías de censo clásico

Al igual que pasa con la colonia de El Golfo, al situarse la colonia en el acantilado no es posible el acceso a pie, por lo que no se pueden aplicar metodologías de búsqueda de nidos clásicas, salvo en el derrubio de acceso. Este fue prospectado sin éxito, pero en esta colonia los ejemplares crían en agujeros en la pared. En cuanto a las escuchas, permitieron establecer un mínimo de 4 machos distintos y 2 hembras vocalizando insistentemente en el acantilado conocido como Las Cañitas, de los que, sin embargo, no conocemos si se trata de ejemplares reproductores o prospectores. Alrededor del 80% de las vocalizaciones escuchadas correspondían con machos, una ratio que encaja con lo descrito en otras colonias de Canarias (Bécares, et al. 2016).

8.1.4.2. Estimas de abundancia calculadas con nuevas tecnologías

8.1.4.2.1. *Cámara térmica*

Durante el muestreo en el acantilado de Las Cañitas, la noche del 8 de abril de 2022, la fuerte presencia de pardela chica se traduce en la escucha casi ininterrumpida desde la embarcación de vocalizaciones de la especie (unas 87 vocalizaciones/noche escuchadas desde embarcación), provenientes del acantilado, desde el inició (tras la puesta de luna) hasta el amanecer (7:00am). Desafortunadamente, la gran distancia existente entre la embarcación y las paredes del acantilado (alrededor de 130 m) (Figura 64) no permiten realizar ninguna observación de pardela chica con la cámara térmica o infrarroja, imposibilitando establecer una correlación entre el número de ejemplares presentes (vistos con la cámara) y la actividad vocal (registrada con las grabadoras), no obteniendo así una ratio de vocalización.

El muestreo realizado en la Playa de la Rajita (La Dama), la noche del 9 abril no aportó resultados positivos, ni respecto a la visualización de los individuos con la cámara termográfica/infrarroja, ni en la localización de pardelas chicas a través de sus vocalizaciones, en tanto que se registra una única vocalización en toda la noche, a las 5:53AM

En marzo de 2023, y gracias al uso de la cámara termográfica nueva Hikmicro Gryphon GQ50L, pudieron observarse hasta 9 ejemplares distintos realizando vuelos de cortejo y posándose intermitentemente en el agua, formando balsas de unos pocos ejemplares a alrededor de 120m de la colonia. Además, el seguimiento individualizado con la cámara termográfica permitió el hallazgo de un nido activo, al que en un futuro se debería acceder para instalar grabadoras y cámaras de foto-trampeo que permitan obtener información sobre la duración de los turnos de incubación.



Figura 64. Parte del acantilado de las Cañitas (La Gomera) visto desde la embarcación, tras una noche de muestreo con cámara termográfica e Infrarroja.



8.1.4.2.2. Cámara IR

En este caso y debido al tamaño del foco IR y la dificultad de transporte debido al acceso complicado al derrubio, no se utiliza este sistema. En marzo de 2023 sí se puede utilizar el sistema de IR incorporado en la cámara térmica Hikmicro, pero el alcance es muy inferior al del térmico.

8.1.4.2.3. Grabaciones automatizadas

Con los resultados provenientes del análisis de las distintas colonias de la especie en el que se ha podido asignar unos intervalos de confianza al número de vocalizaciones por minuto que puede realizar un solo ejemplar, se ha podido realizar una estima de la población de las Cañitas. A partir de la función obtenida de la regresión (ver apartado 7.1.3.3.3 *Estimas a partir de la ratio de vocalización*), se estima que solo en esta zona en concreto podrían nidificar entre 4 y 5 parejas. Es necesario comentar que, en el caso de esta colonia, no se obtuvo un único pico de actividad, sino que las ratios de vocalización fueron elevadas durante un periodo de tiempo prolongado. Teniendo en cuenta que, como se ha comentado, las pardelas no visitan las colonias todos los días, este hecho apunta a que los ejemplares presentes en la colonia podrían ser distintos de una noche para otra, lo que convierte la estima obtenida en una cifra de mínimos. Además, se ha detectado actividad vocal en la práctica totalidad de la mitad sur de La Gomera, bastante intensa en algunos puntos, por lo que actualmente se considera esta zona como la más importante para la especie en Canarias. En este sentido, se considera prioritario profundizar en el conocimiento de la abundancia, biología, ecología y estado de conservación de la especie en la isla.

8.1.5. Estima de la población reproductora en la ZEPA ES0000040 y ES0000532

La Tabla 7 recoge las estimas generadas a partir de la metodología descrita en el apartado 7.1.3.3.3. Las cifras de Alegranza deben ser tomadas como un mínimo, debido a que muchas zonas no han podido ser muestreadas por la falta de autorización de los propietarios. Todos estos ejemplares utilizarían la ZEPA marina ES0000532 como zona de paso entre sus zonas de alimentación y la colonia de cría, pudiendo utilizarla de forma ocasional como zona de alimentación.

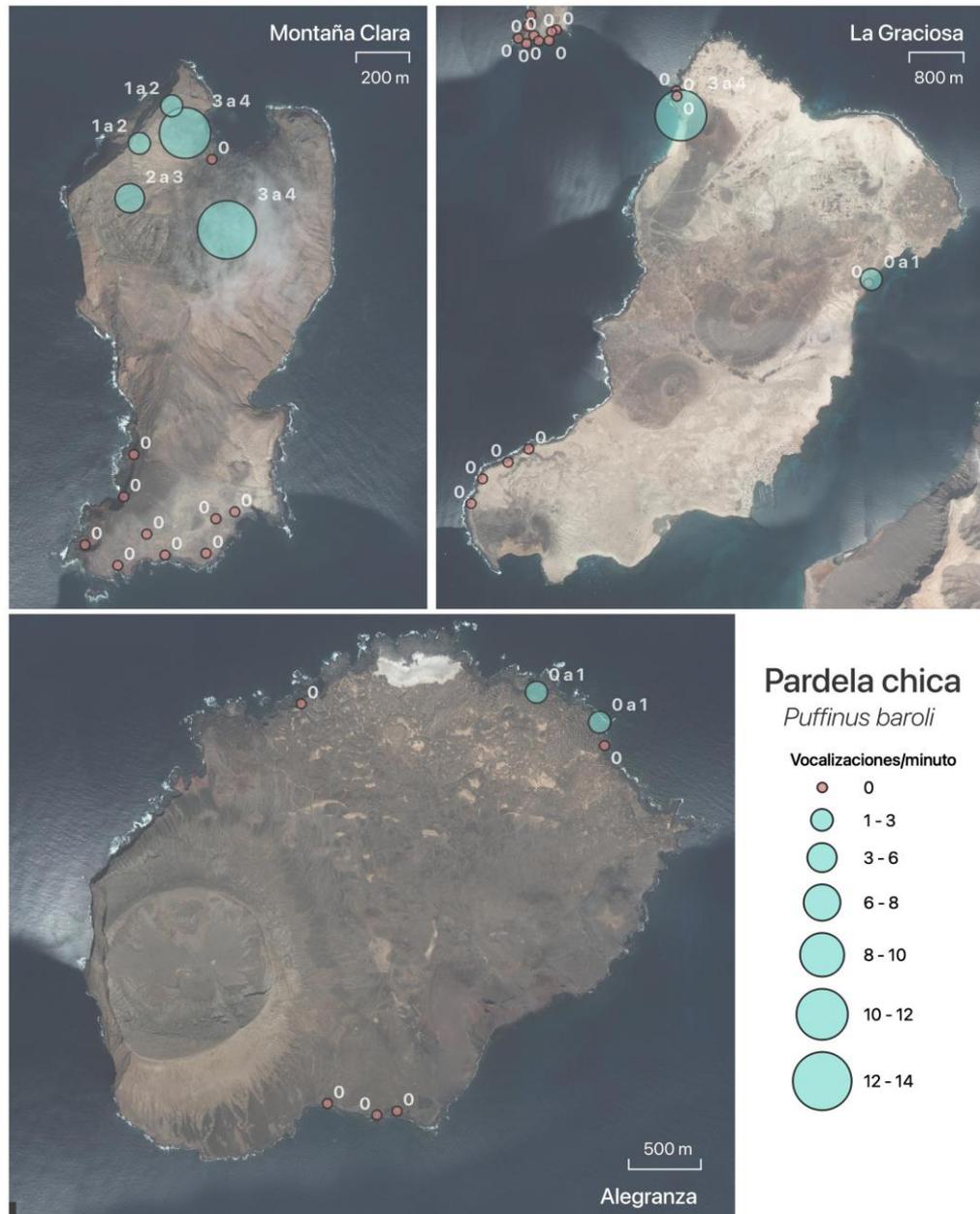


Figura 65. Estimaciones del número de machos de pardela chica *Puffinus baroli* en núcleos reproductores del Archipiélago Chinijo, a partir del máximo número de vocalizaciones por minuto registradas.

Tabla 7. Estimaciones de machos cantores de pardela chica en los diferentes núcleos de cría conocidos en la ZEPA ES0000040, realizadas a partir de la ratio de vocalización

Isla	Localidad	Zona	Latitud	Longitud	cantos/noche	cantos/minuto	Estima	Machos presentes
Alegranza	125	Norte de Alegranza	29.408539	-13.49437	0	0	0.00	0
	126	Norte de Alegranza	29.410015	-13.494702	1	1	0.53	0 - 1
	127	Norte de Alegranza	29.411959	-13.499173	1	1	0.53	0 - 1
	128	Norte de Alegranza	29.41142	-13.515983	0	0	0.00	0
	129	Sur de Alegranza	29.385645	-13.509522	0	0	0.00	0
	130	Sur de Alegranza	29.385414	-13.510962	0	0	0.00	0
	131	Sur de Alegranza	29.386181	-13.514484	0	0	0.00	0
	-	Resto de la Isla	-	-	?	?	?	?
Montaña Clara	132	Sur de Montaña Clara	29.291298	-13.533553	0	0	0.00	0
	136	Sur de Montaña Clara	29.291068	-13.534292	0	0	0.00	0
	138	Sur de Montaña Clara	29.28989	-13.534691	0	0	0.00	0
	137	Sur de Montaña Clara	29.29057	-13.536978	0	0	0.00	0
	133	Cala Herradura	29.289512	-13.538114	0	0	0.00	0
	140	SO La Caldera	29.302091	-13.537472	39	5	2.40	2 - 3
	141	NO La Caldera	29.303966	-13.537073	16	2	1.33	1 - 2
	143	NO La Caldera 3	29.304302	-13.535296	111	11	3.31	3 - 4
	144	Centro de La Caldera	29.303388	-13.534266	0	0	0.00	0
	146	Caletón Oscuro	29.291861	-13.53785	0	0	0.00	0
	147	Caletón Oscuro	29.293307	-13.53744	0	0	0.00	0
	139	Sur de Montaña Clara	29.289844	-13.536278	0	0	0.00	0
	145	Sur de Playa Bermeja	29.29023	-13.539375	0	0	0.00	0
	1	Morro de las Pardelas	29.300964	-13.533727	66	14	3.59	3 - 4
	Roque del Este	124	Roque del Este	29.276476	-13.336861	0	0	0.00
La Graciosa	166	La Talisca 1	29.233308	-13.541738	0	0	0.00	0
	169	Los Entraderos 2	29.282197	-13.515384	0	0	0.00	0
	167	La Talisca 2	29.235054	-13.538557	0	0	0.00	0
	165	La Seifidera Nueva	29.282889	-13.515443	0	0	0.00	0
	162	Caletón Blanco 1	29.22783	-13.547418	0	0	0.00	0
	163	Caletón Blanco 2	29.231121	-13.545648	0	0	0.00	0
	172	Morro Negro 2	29.256751	-13.486655	0	0	0.00	0
	168	Los Entraderos	29.279621	-13.514826	49	12	3.41	3 - 4
	170	Los Entraderos 3	29.282197	-13.515384	0	0	0.00	0
	171	Morro Negro 1	29.257248	-13.486239	5	1	0.53	0 - 1
								10 - 18



8.2. Pardela cenicienta *Calonectris borealis*

8.2.1. Correlación entre número de nidos y actividad vocal en las cuatro localidades

Los resultados obtenidos para la pardela cenicienta se muestran conjuntamente para todas las localidades en las que se ha trabajado, mostrándose el número de vocalizaciones obtenidas para cada localidad en la Figura 66. En la Tabla 8 se muestra el número total de nidos registrado en cada localidad, clasificado según su distancia a la grabadora automatizada Audiomoth (hasta un máximo de un radio de 50 m).

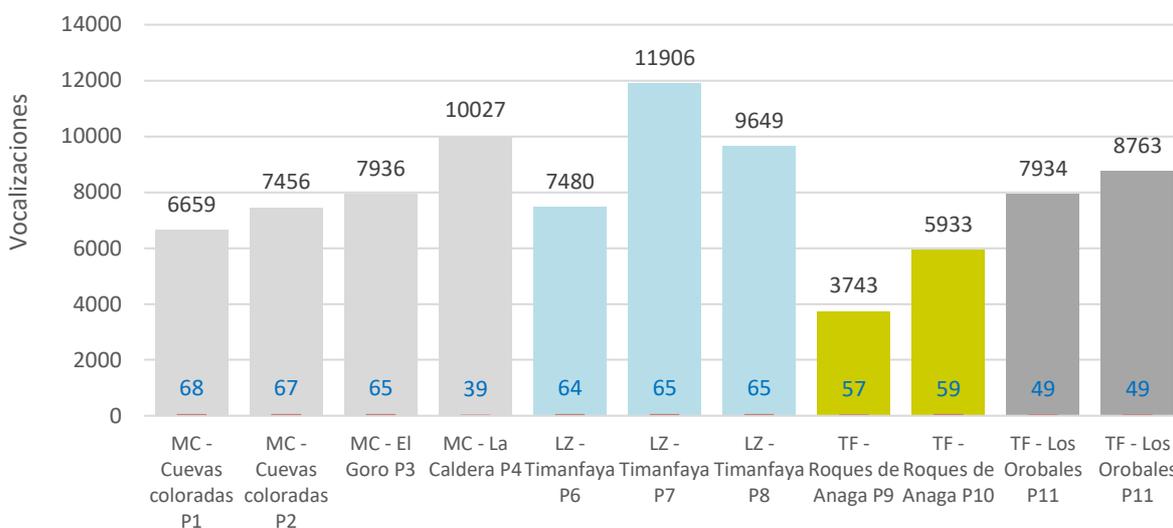


Figura 66. Número de vocalizaciones totales registradas (eje y, en negro) y días totales de registro (azul) en cada parcela muestreada para pardela cenicienta. MC: Montaña Clara en gris, LZ: Lanzarote en azul; TF: Tenerife (Anaga en amarillo y Los Orobales en gris oscuro).

Tabla 8. Número de nidos registrados en cada parcela muestreada para pardela cenicienta.

Colonia	Parcela	Nº nidos por intervalo de distancia en metros						
		1-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	Total huras
Montaña Clara	Cuevas coloradas P1	7	1	1	2	1	1	13
Montaña Clara	Cuevas coloradas P2	0	4	4	6	3	1	18
Montaña Clara	El Goro P3	1	13	9	4	3	0	30
Montaña Clara	La Caldera P4	0	7	12	5	5	7	36
Montaña Clara	Playa Bermeja P5	1	3	7	5	2	2	20
El Golfo (PN)	El Golfo (PN) P6	4	0	4	2	3	5	18
El Golfo (PN)	El Golfo (PN) P7	1	2	8	11	9	3	34
El Golfo (PN)	El Golfo (PN) P8	9	3	10	0	0	0	22
Roques de Anaga	Roque de Tierra P9	0	1	3	1	2	3	10
Roques de Anaga	Roque de Tierra P10	0	1	7	5	1	8	22

Los Orobales	Los Orobales P1	1	1	1	1	4	1	9
Los Orobales	Los Orobales P2	0	0	0	0	0	3	3

A partir de todos estos datos se ha podido establecer la correlación entre la densidad de nidos y la actividad vocal en cada localidad, que se muestran a través de tres parámetros diferentes derivados del número total de vocalizaciones (Tabla 4):

- MáxVoc/noche: El número máximo de vocalizaciones de pardela cenicienta por noche en cada parcela.
- MáxVoc/hora: El número máximo de vocalizaciones de pardela cenicienta por hora en cada parcela.
- MáxVoc/min: El número máximo de vocalizaciones de pardela cenicienta por minuto en cada parcela.

Tabla 9. Parámetros obtenidos a partir del análisis de las vocalizaciones de cada grabadora AM para pardela cenicienta.

Colonia	Parcela	Nº nidos totales (radio 50 m)	MáxVoc/ noche	MáxVoc/ hora	MáxVoc/ min
Montaña Clara	Cuevas coloradas P1	13	274	108	16
Montaña Clara	Cuevas coloradas P2	18	339	127	20
Montaña Clara	El Goro P3	30	473	182	21
Montaña Clara	La Caldera P4	36	830	308	13
El Golfo (PN)	El Golfo (PN) P6	18	312	117	15
El Golfo (PN)	El Golfo (PN) P7	34	409	150	19
El Golfo (PN)	El Golfo (PN) P8	22	312	131	23
Roques de Anaga	Roque de Tierra P9	10	296	119	17
Roques de Anaga	Roque de Tierra P10	22	294	118	17
Los Orobales	Los Orobales P1	9	367	138	17
Los Orobales	Los Orobales P2	3	360	140	16

La correlación cuantifica cómo de relacionadas están la actividad vocal con el número de nidos. En caso de existir dicha relación podremos predecir el tamaño de las colonias a partir del monitoreo de la actividad vocal.

Como se observa en la Figura 67 (*MáxVoc/noche*) y en la Figura 68 (*MáxVoc/Hora*) se puede apreciar una correlación positiva entre el número máximo de vocalizaciones por noche o por hora con el número total de nidos existentes en un radio de 50 m, hecho que permite en nuestro caso designar dichos parámetros como adecuados para la realización de inferencias en el número de nidos para la especie en concreto. Sin embargo, el número máximo de vocalizaciones por minuto (*MáxVoc/min*) (Figura 69) no parece mostrar correlación con el número total de nidos, no siendo pues una variable útil para dicho propósito.

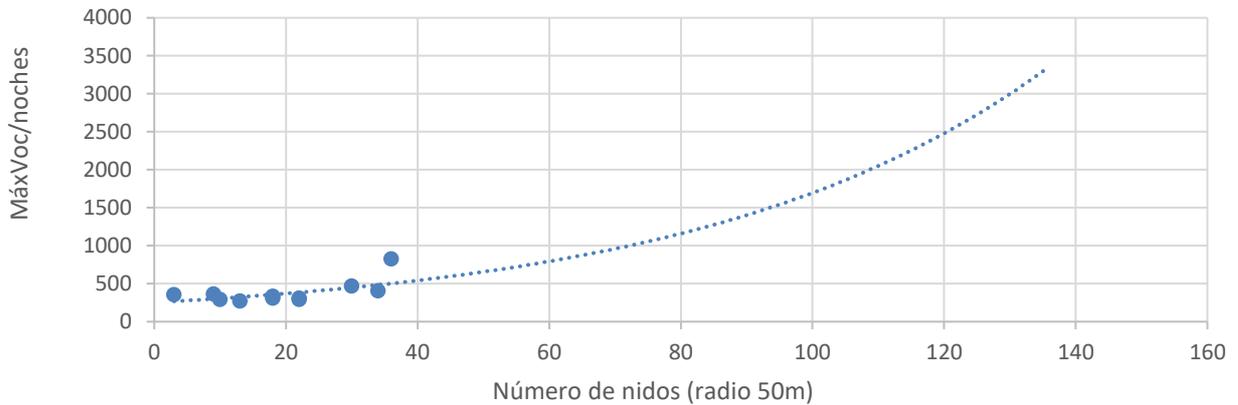


Figura 67. MáxVoc/noche. Parámetro 'máximo de vocalizaciones por minuto', correlacionando número de vocalizaciones con número de nidos en cada parcela para pardela cenicienta.

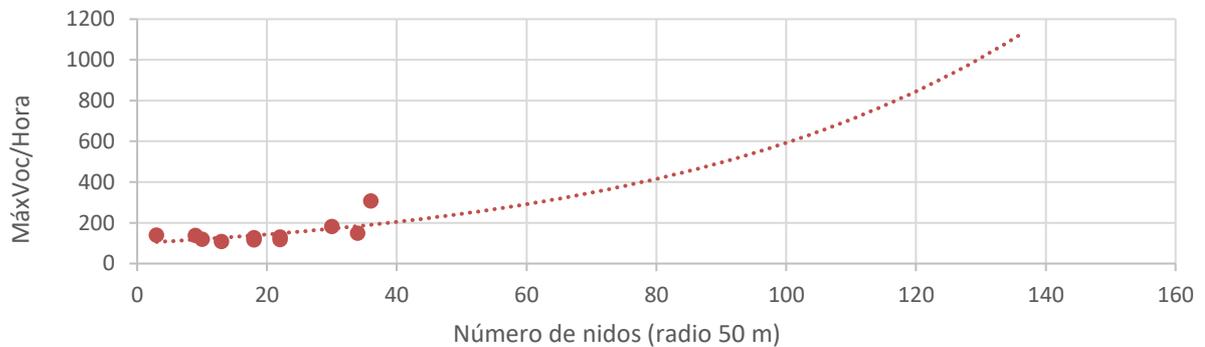


Figura 68. MáxVoc/Hora. Parámetro 'máximo de vocalizaciones por hora', correlacionando número de vocalizaciones con número de nidos en cada parcela para pardela cenicienta.

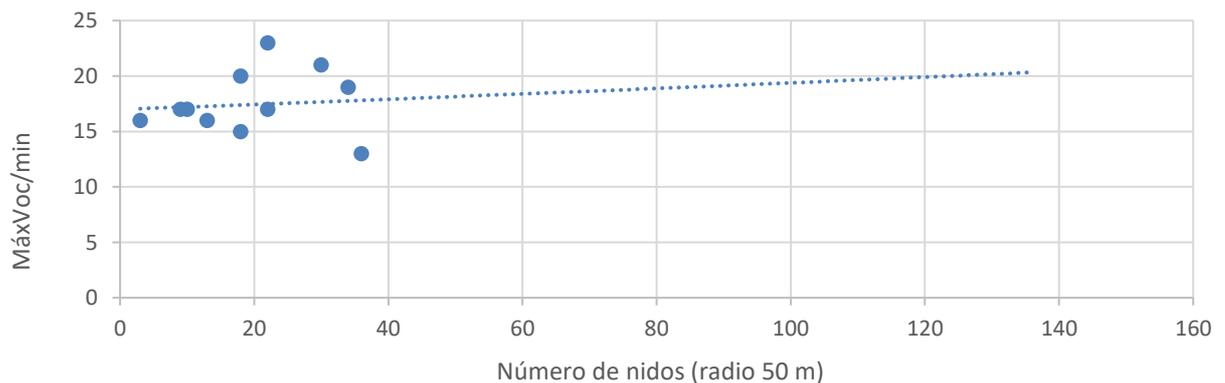


Figura 69. MáxVoc/min. Parámetro 'máximo de vocalizaciones por minuto', correlacionando número de vocalizaciones con número de nidos en cada parcela para pardela cenicienta.

Dicha correlación positiva entre el máximo de vocalizaciones por noche y el número total de nidos contabilizados en un radio de 50m, se muestra igualmente con el número de nidos contabilizados en un radio de 40 y de 30 m (Figura 70).

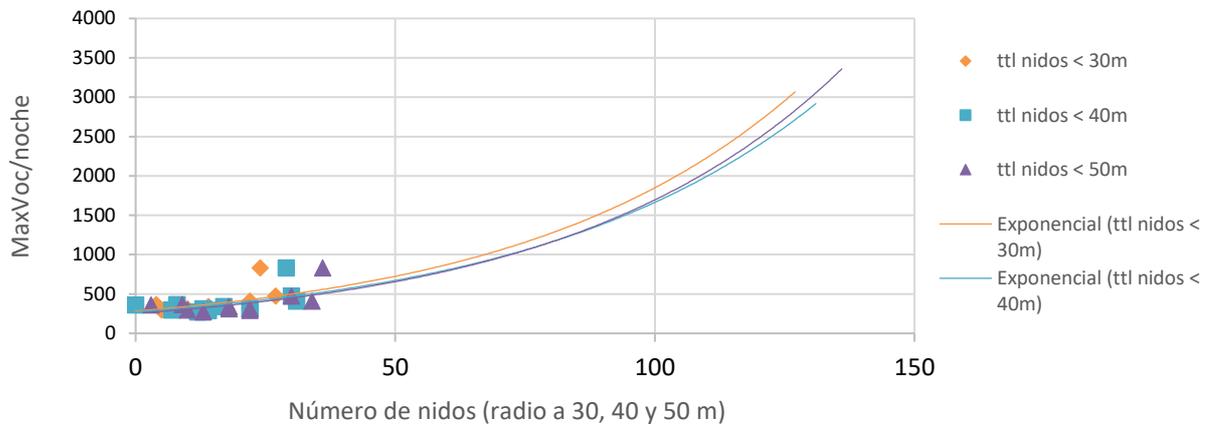


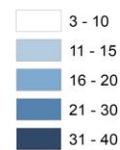
Figura 70. MáxVoc/noche. Parámetro 'máximo de vocalizaciones por noche', correlacionando con el número de nidos en cada parcela para pardela cenicienta, en un radio de 30, 40 y 50m de la grabadora.

8.2.2. Estima de la población reproductora en la ZEPA ES0000040 y ES0000532.

Dada la abundancia de la especie en las distintas colonias presentes en los islotes de la ZEPA, no se ha podido realizar una estima reproductora por el momento, ya que las densidades son muy variables según el hábitat presente. Si bien las parcelas de muestreo realizadas son representativas de algunos de los hábitats más abundantes presentes en Montaña Clara, algunos hábitats no han sido muestreados (Figura 71). En dicha figura se muestran los hábitats cartografiados por el equipo de trabajo en función de variables como el tipo de sustrato (arenoso, coladas volcánicas con o sin cavidades, presencia de bloques de rocas, etc.), presencia y densidad de la vegetación, la pendiente del terreno, etc., que condicionan la presencia de cavidades donde las pardelas pueden criar.



Número de nidos de pardela cenicienta contabilizados en un radio de 50m alrededor de las grabadoras



• Grabadoras colocadas en 2022

Hábitats de cría pardela cenicienta



Figura 71. Número de nidos de pardela cenicienta contabilizados en un radio de 50m alrededor de las grabadoras en montaña Clara en función de los hábitats disponibles definidos.

Basándonos en los datos obtenidos en los experimentos realizados, se podrían extrapolar algunos de los hábitats definidos, como son la zona costera sur, con coladas con cavidades y bloques de roca suelta, los hábitats de la zona de Playa Bermeja y Caletón Oscuro, donde hay presencia de bloques más grandes, y el cinturón rocoso de la caldera, que combina rocas de pequeño tamaño en zonas arenosas. Aunque estos hábitats representen un porcentaje pequeño de la superficie de la isla (18,02%), son algunos de los hábitats con mayores densidades de la especie, y solo en ellos se estimaría en base a los muestreos realizados un total de 922 parejas. Aun así, esta cifra parcial no permite poder dar un número de parejas para toda la isla, sobre todo teniendo en cuenta que algunos de los hábitats no muestreados tienen también densidades altas o muy altas, como es el caso de la zona arenosa del interior de la caldera.

Sin embargo, y gracias a las correlaciones obtenidas entre actividad vocal y número de nidos presentes, la simple utilización de un muestreo acústico estratificado por hábitat de nidificación en la isla debería servir para realizar estimas bastante precisas (ver apartado 10.2; pág. 131).

En el caso de Alegranza, donde se encontraría la mayor colonia de la especie en Canarias, sería necesario realizar también un muestreo estratificado por tipo de hábitat de nidificación, atendiendo a las particularidades locales, con el objetivo de aplicar las correlaciones obtenidas en el presente proyecto para realizar las estimas. En el caso del Roque del Este y el del Oeste, sería necesario también colocar al menos una grabadora con el mismo objetivo. Ya, por último, en la Graciosa donde la presencia de gatos afecta muy negativamente al éxito reproductor de la especie y consecuentemente a su abundancia, las pardelas cenicientas han quedado relegadas a unos pocos enclaves. Estudios realizados en 2023 por el equipo de CORY'S, han estimado alrededor de las 150 parejas en la isla, extrapolando a partir de los distintos tipos de hábitat muestreado en busca de nidos (Gil-Velasco et al; 2023b).

8.3. Paíño de Madeira *Hydrobates castro*

8.3.1. El Golfo

8.3.1.1. Estimas de abundancia calculadas con metodologías de censado clásicas

Teniendo en cuenta que la zona de malpaís del litoral de Timanfaya supone un hábitat potencial muy extenso para la especie, pero a la vez sufre un fuerte impacto por parte de especies invasoras como gatos y ratas, las densidades de paíño de Madeira en este sector son realmente bajas y el hallazgo de nidos resulta altamente improbable mediante la realización de transectos, incluso si éstos se realizan en paralelo a la reproducción del reclamo de la especie. Así, actualmente el paíño está restringido al acantilado o al límite de este, un sector de la zona más inaccesible donde, de entre las metodologías de censado clásicas, tan solo pueden llevarse a cabo escuchas.

8.3.1.2. Estimas de abundancia calculadas con nuevas tecnologías

A partir de la ratio de vocalización descrita en esta misma colonia (ver apartado 7.3.3.1; pág. 81), mediante la función obtenida, se analizaron datos acústicos de las grabadoras colocadas con el objetivo de alcanzar estimas. El resultado final sitúa el número de ejemplares presentes en esta zona entre los 4 y los 5 (4.65).

8.3.2. Montaña Clara

8.3.2.1. Estimas de abundancia calculadas con metodologías de censado clásicas

En la campaña de noviembre, a partir de la búsqueda activa de nidos, mediante la inspección de cavidades, se localiza en un sector no prospectado anteriormente, de grandes bloques de roca sobre substrato arenoso, donde se halla 1 hura activa con un adulto en incubación, 3 horas con signos de ocupación (huellas recientes en la entrada) pero inaccesibles y 1 hura con un adulto prospectador, al cual se le instaló una cámara de foto trapeo con la que posteriormente pudimos comprobar que se trataba de un prospectador que visitó la colonia 4 noches en un corto espacio de tiempo, sin llegar a criar pues no se volvió a encontrar al adulto presente. El grupo de nidos citados se encontraban en un radio de 10 m. No se localizaron más zonas de horas para la especie en los sectores accesibles en toda la zona sur de Montaña Clara, que acoge la mayor actividad vocal, tanto en zonas cercanas a la costa como en zonas más alejadas de la costa de lo esperado (unos 100m), coincidiendo con cimas de pequeñas colinas existentes en el islote. Esto nos hace pensar que la especie podría tener "zonas de

canto" alejadas de las áreas de nidificación, coincidiendo con zonas de mayor altitud, buena sonoridad y espacio de vuelo (cimas), donde socializan y reclaman los individuos. Por otra parte, el sector norte de La Caldera pudo ser prospectado 1 noche (24 noviembre). Dicha búsqueda activa de nidos, en las zonas de hábitat más idóneo del sector de la Caldera, dio como resultado la localización de 1 hura ocupada por un adulto en incubación.

Por ello, el uso de la cámara térmica no permitió la localización de nidos ni la observación de individuos entrando en cavidades, aunque sí nos permitió detectar a los individuos en vuelo, en solitario, en pareja y hasta en grupos de 3 individuos; siendo patente la predilección por agruparse en vuelos conjuntos en zonas elevadas y sectores no favorables para la nidificación.

Se constata como en la zona de nidos las vocalizaciones de la especie son menores y, en cambio, las zonas seleccionadas para la reproducción son enclaves altamente expuestos (en los sectores más altos de acantilados predominantemente verticales), bajo grandes bloques de roca, en huras la mayoría profundas e inaccesibles. Igualmente se pudo comprobar cómo los adultos en nidos ocupados no respondían a los reclamos usados, algo importante a tener en cuenta para evaluar la detectabilidad durante la realización de transectos.

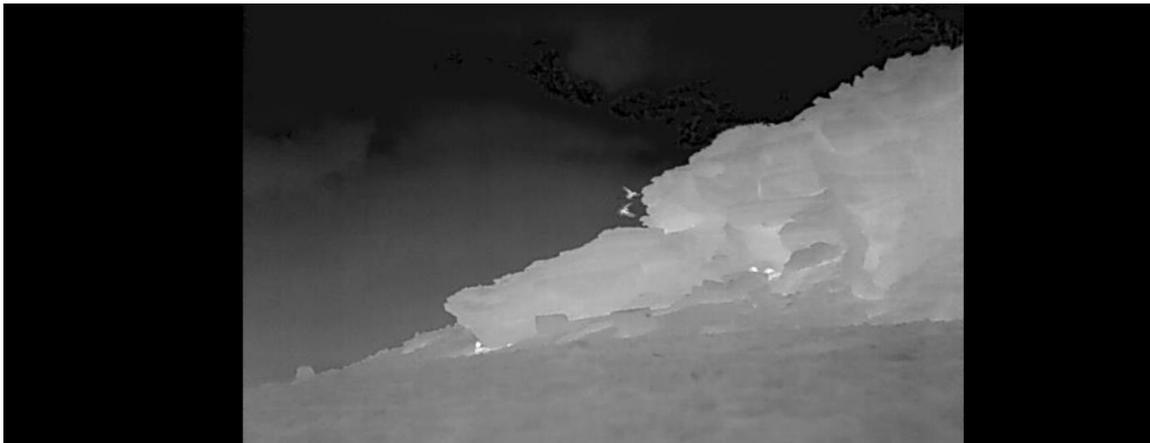


Figura 72. Pareja de paños de Madeira en vuelo en 'Cuevas coloradas', sur de Montaña Clara. Dicho sector de arenisca no presenta cavidades cercanas óptimas para la nidificación de la especie, aunque sí se estableció como sitio importante de canto y presencia para la especie. Cámara térmica FLIR.



Figura 73. Paíño de Madeira en vuelo en ladera costera en las inmediaciones del Goro, sur de Montaña Clara. Dicha área presenta piedras y rocas sueltas en laderas medianamente verticales, donde se localiza un adulto prospectador en hora no profunda. Cámara térmica FLIR.

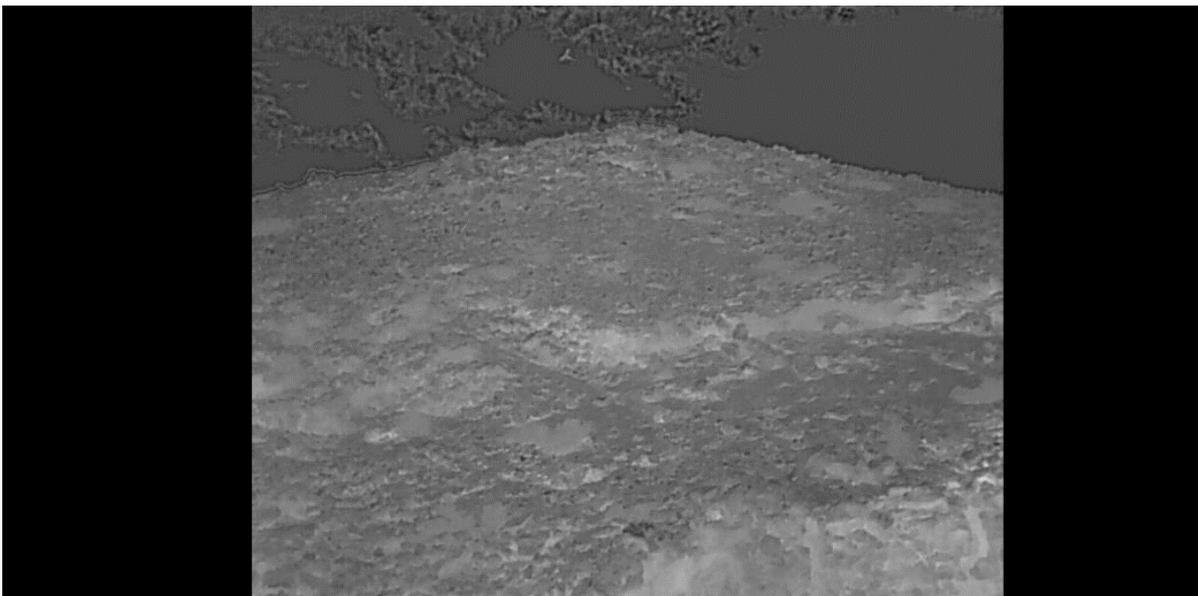


Figura 74. Paíño de Madeira en vuelo sobre cima a 140m de altitud en el interior de la costa sur de Montaña Clara. Dichas áreas no presentan cavidades óptimas para la nidificación de la especie, pero se presentan como zonas de amplia presencia de la especie vocalizando, favoreciendo a ello su mayor altitud y buena sonorización. Cámara térmica FLIR.

8.3.2.2. Estimas de abundancia calculadas con nuevas tecnologías

A partir de la ratio de vocalización obtenida en El Golfo (máximo de 3.38 vocalizaciones por minuto y ejemplar), se analizaron datos acústicos disponibles en nuestra base de con el objetivo de alcanzar estimas. En concreto, se han registrado un máximo de 21 vocalizaciones por minuto en el Morro de Las Pardelas (situado en la vertiente este de La Caldera) y 16 en Cuevas Coloradas (sur de la Isla), lo que equivale a entre 6 y 7 parejas en la vertiente oriental de La Caldera (donde todavía no se ha hallado ningún nido) y entre 4 y 5 parejas en Cuevas Coloradas, una cifra que sí coincide con el número de

huras halladas durante las prospecciones con metodologías clásicas, aunque posteriormente se comprobó que algunas de estas huras no se mantuvieron activas. Sin embargo, esta estima debe entenderse como de mínimos, en tanto que las grabadoras tienen un rango de detección limitado y, especialmente en el caso de La Caldera, no se pudo cubrir la totalidad de la superficie favorable. La estima de Cuevas Coloradas sí resulta creíble, pero es necesario repetir el muestreo en otras zonas del sector, y hacerlo de forma simultánea.

8.3.3. Roques de Anaga

8.3.3.1. Estimas de abundancia calculadas con metodologías de censado clásicas

En los Roques de Anaga, se localizaron en el transcurso de las prospecciones un total de 4 huras activas con adultos en incubación, 3 huras con adultos prospectores (ocupados de noche y vacíos de día) y 1 hora ocupada, pero de gran profundidad en la que no se pudo seguir comprobando el contenido. En dicho caso las huras se encuentran en zonas medianamente verticales, la mayoría en cavidades profundas en sustrato arenoso bajo grandes bloques de roca, a excepción de uno de ellos, poco profundo y bastante expuesto entre varias rocas de unos 50 cm de diámetro, con el adulto a unos 20 cm de la entrada de la hura.



*Figura 75. Hura de paño de Madeira *Hydrobates castro*, en el roque de tierra de Anaga.*



*Figura 76. Uno de los sectores prospectados para el paíño de Madeira *Hydrobates castro* en el Roque de tierra de Anaga*

8.3.3.2. Estimas de abundancia calculadas con nuevas tecnologías

El Roque de Tierra de Anaga es probablemente la mejor colonia de paíño de Madeira de Canarias y, por tanto, en la que se ha registrado una mayor intensidad en la actividad vocal. En concreto, se han registrado máximos de 48 vocalizaciones por minuto, que, a tenor del *call rate* descrito en El Golfo, significaría un total de aproximadamente 14 ejemplares, lo que parece encajar bastante bien con el total de 8 horas con actividad encontradas mediante las metodologías de censado clásicas. En este caso, la superficie favorable no es muy extensa, por lo que las grabadoras instaladas sí cubrían una parte muy significativa de la colonia.

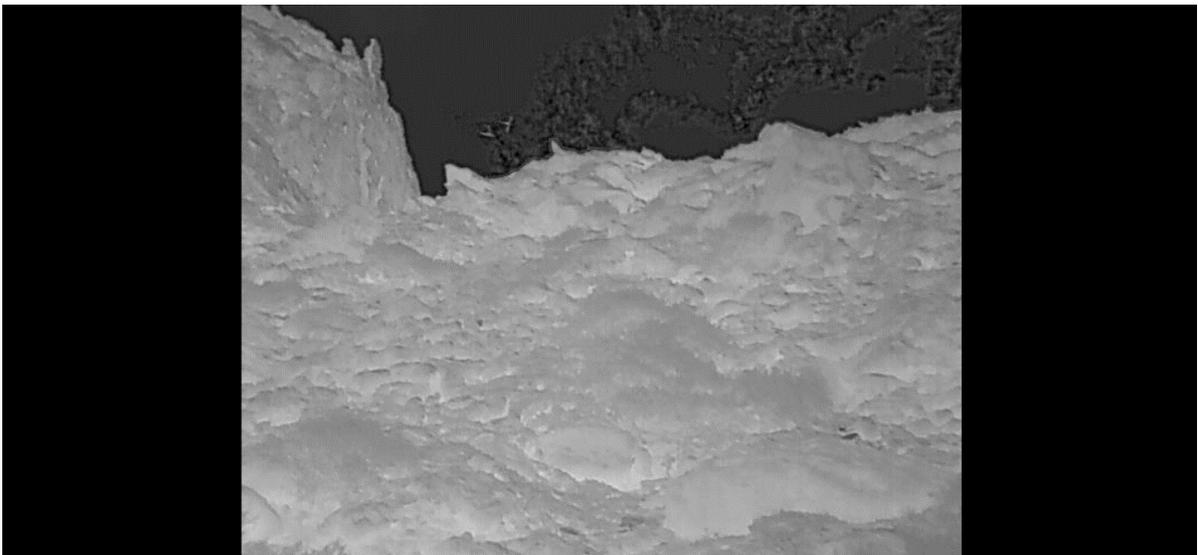


Figura 77. Pareja de paíños de Madeira en vuelo en la vertiente oeste del Roque de Tierra de Anaga. Dicho sector fue prospectado sin presentar cavidades óptimas para la nidificación de la especie, aunque sí se estableció como sitio importante de canto y presencia.

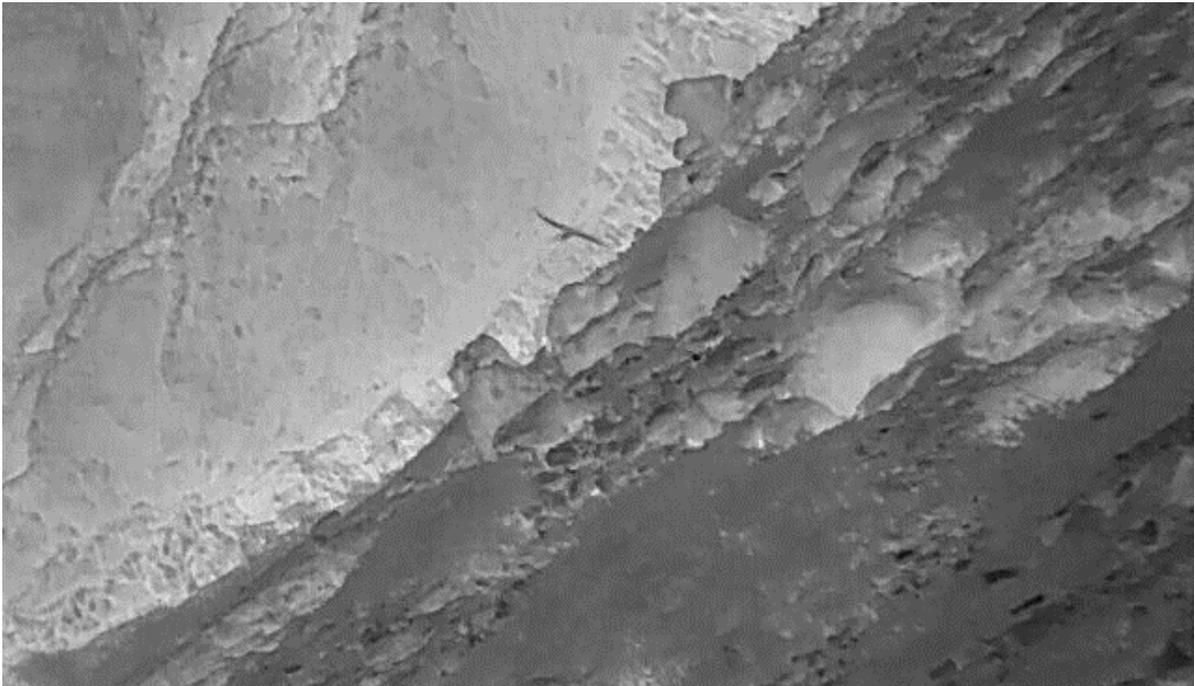


Figura 78. Paíño de Madeira en vuelo en la vertiente oeste del Roque de Adentro de Anaga. Nótese como un mayor contraste contra el fondo nos permite su localización (fondo de cielo, mar, roca lisa vertical); y como se dificulta el hallazgo de los individuos contra un fondo irregular de piedras y rocas. 10 de noviembre 2021. Cámara térmica FLIR.



Figura 79. Zona con presencia de nidos de paíño de Madeira. Vertiente este del Roque de Tierra de Anaga. Marzo 2022

8.3.4. Alegranza

8.3.4.1. Estimas de abundancia calculadas con metodologías de censado clásicas

Debido a los problemas de acceso y pernoción en la isla de Alegranza, como consecuencia de no haber podido llegar a un acuerdo con los propietarios para el acceso al interior del islote y zonas de nidificación, finalmente no se puede realizar la búsqueda de nidos.

8.3.4.2. Estimas de abundancia calculadas con nuevas tecnologías

Pese a no haber podido acceder a Alegranza, si se disponía de grabaciones de varios sectores de la isla de la temporada 2021-2022 (Gil-Velasco y Bécares, 2023), por lo que se ha podido realizar una estima para dichas zonas. En concreto, se han estimado entre 0 y 3 parejas máximo por localidad muestreada, siendo el total estimado para las zonas muestreadas de 6-13 parejas. Sin embargo, no es posible saber si la superficie favorable es o no muy extensa, por lo que las grabadoras instaladas posiblemente no cubrieran una parte muy significativa de los núcleos de las colonias.

8.3.5. Estima de la población reproductora en la ZEPA ES0000040 y ES0000532

La Tabla 10 recoge las estimas generadas a partir de la metodología descrita en el apartado 7.3.3.1 (pág. 81). Las cifras de Alegranza deben ser tomadas como un mínimo, debido a que muchas zonas no han podido ser muestreadas. Todos estos ejemplares utilizarían la ZEPA marina ES0000532 como zona de paso entre sus zonas de alimentación y la colonia de cría.

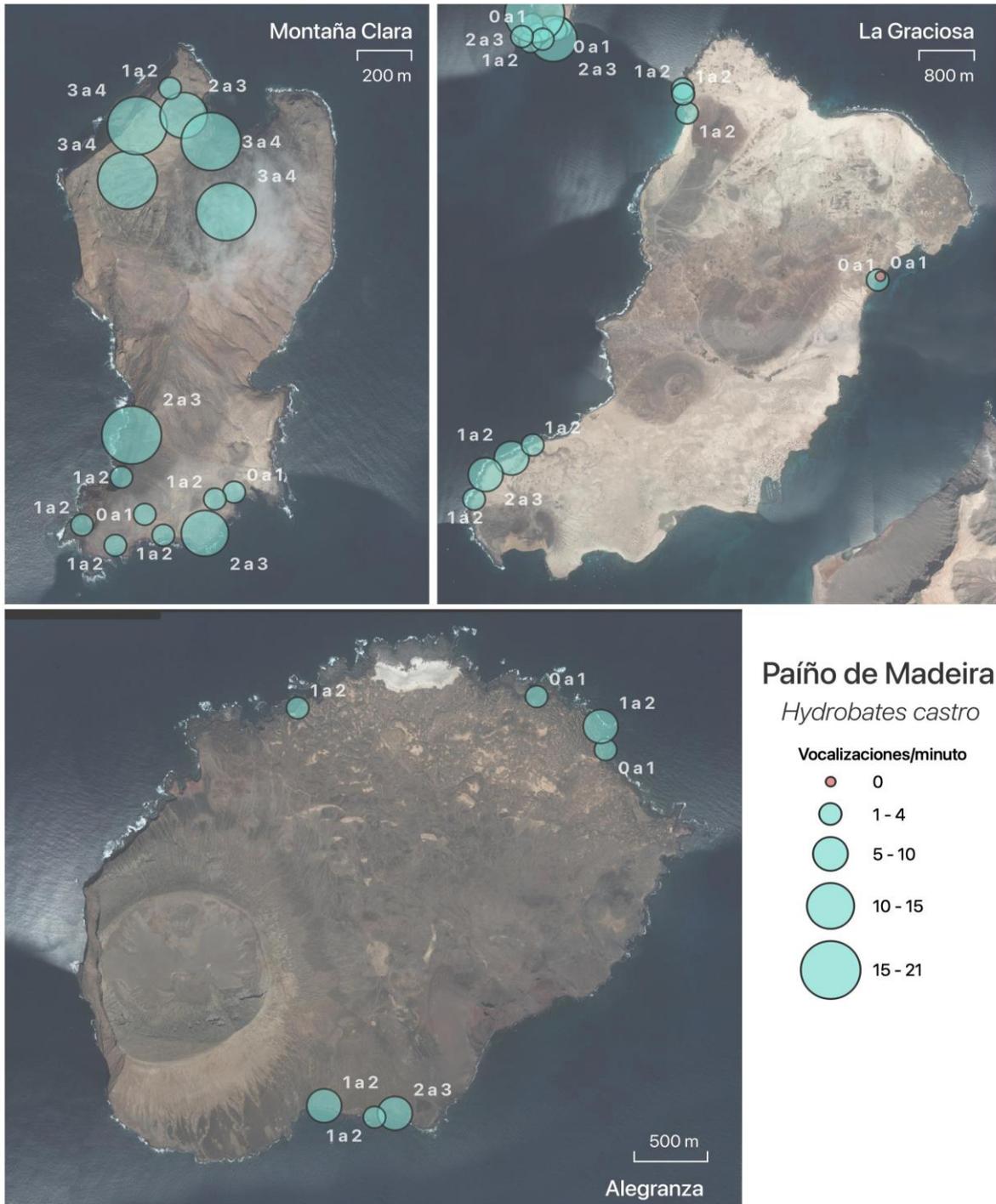


Figura 80. Estimaciones del número de ejemplares de paíño de Madeira *Hydrobates castro* en núcleos reproductores del Archipiélago Chinijo, a partir del máximo número de vocalizaciones por minuto registradas.

Tabla 10. Estimaciones de machos cantores de paño de Madeira en los diferentes núcleos de cría conocidos en la ZEPA ES0000040, realizadas a partir de la ratio de vocalización

Isla	Localidad	Zona	Latitud	Longitud	cantos/noche	cantos/minuto	Estima	Machos presentes
Alegranza	125	Norte de Alegranza	29.408539	-13.49437	14	1	0.92	0 - 1
	126	Norte de Alegranza	29.410015	-13.494702	445	7	1.67	1 - 2
	127	Norte de Alegranza	29.411959	-13.499173	4	1	0.92	0 - 1
	128	Norte de Alegranza	29.41142	-13.515983	178	5	1.42	1 - 2
	129	Sur de Alegranza	29.385645	-13.509522	405	10	2.05	2 - 3
	130	Sur de Alegranza	29.385414	-13.510962	499	4	1.30	1 - 2
	131	Sur de Alegranza	29.386181	-13.514484	1222	9	1.92	1 - 2
-	Resto de la Isla	-	-	?	?	?	?	
Montaña Clara	132	Sur de Montaña Clara	29.291298	-13.533553	1	1	0.92	0 - 1
	136	Sur de Montaña Clara	29.291068	-13.534292	5	2	1.05	1 - 2
	138	Sur de Montaña Clara	29.28989	-13.534691	960	14	2.55	2 - 3
	137	Sur de Montaña Clara	29.29057	-13.536978	2	1	0.92	0 - 1
	133	Cala Herradura	29.289512	-13.538114	22	3	1.17	1 - 2
	140	SO La Caldera	29.302091	-13.537472	2789	20	3.30	3 - 4
	141	NO La Caldera	29.303966	-13.537073	623	20	3.30	3 - 4
	143	NO La Caldera 3	29.304302	-13.535296	691	12	2.30	2 - 3
	144	Centro de La Caldera	29.303388	-13.534266	659	18	3.05	3 - 4
	146	Caletón Oscuro	29.291861	-13.53785	69	4	1.30	1 - 2
	147	Caletón Oscuro	29.293307	-13.53744	52	17	2.93	2 - 3
	139	Sur de Montaña Clara	29.289844	-13.536278	16	3	1.17	1 - 2
	145	Sur de Playa Bermeja	29.29023	-13.539375	808	4	1.30	1 - 2
1	Morro de las Pardelas	29.300964	-13.533727	542	21	3.43	3 - 4	
Roque del Este	124	Roque del Este	29.276476	-13.336861	40	11	2.17	2 - 3
La Graciosa	166	La Talisca 1	29.233308	-13.541738	35	8	1.80	1 - 2
	169	Los Entraderos 2	29.282197	-13.515384	2	2	1.05	1 - 2
	167	La Talisca 2	29.235054	-13.538557	16	4	1.30	1 - 2
	165	La Seifidera Nueva	29.282889	-13.515443	9	3	1.17	1 - 2
	162	Caletón Blanco 1	29.22783	-13.547418	16	3	1.17	1 - 2
	163	Caletón Blanco 2	29.231121	-13.545648	73	10	2.05	2 - 3
	172	Morro Negro 2	29.256751	-13.486655	1	1	0.92	0 - 1
	168	Los Entraderos	29.279621	-13.514826	4	2	1.05	1 - 2
	170	Los Entraderos 3	29.282197	-13.515384	11	4	1.30	1 - 2
	171	Morro Negro 1	29.257248	-13.486239	0	0	0.80	0 - 1

9. Discusión y análisis de los resultados obtenidos

9.1. Análisis de debilidades y fortalezas de los sistemas de censado clásico

La limitación principal de las metodologías de censado clásico es la inaccesibilidad actual de muchos núcleos de cría, relegados a zonas de acantilado totalmente vertical y a menudo azotados por el mar. Por ello, resulta imposible llevar a cabo transectos en este tipo de hábitat, actualmente el más importante como mínimo para la pardela chica. Los muestreos acústicos tradicionales sí aportan datos significativos, pero el esfuerzo necesario hace que esta metodología no sea aplicable a gran escala. Además, como se ha comentado, muchas colonias se sitúan en zonas de difícil acceso y muy expuestas al mar, lo que compromete la seguridad de los/las observadores/as si se tiene que pasar la noche en estos enclaves. Teniendo en cuenta que el uso de grabadoras aporta datos equivalentes o estandarizables, **actualmente se considera que los sistemas de censado clásico no son los adecuados.**

9.2. Análisis de debilidades y fortalezas del censado con nuevas tecnologías

9.2.1. Sistemas de visión nocturna

9.2.1.1. Cámara termográfica

Se considera que la cámara termográfica es imprescindible para la realización de censos de pardela chica y posiblemente también de paíño de Madeira, en tanto que permite la localización y el conteo directo de nidos mediante la mera observación continua durante una fracción significativa de los periodos de actividad, en el caso de la pardela chica, en particular durante el mes de diciembre (ver horarios de actividad en apartado 7.1.2, pág. 52). La cámara termográfica utilizada durante la segunda parte del proyecto, del modelo Hikmicro GRYPHON GQ50L, es muy práctica y portátil, tiene una resolución suficiente, un buen zoom para apreciar algunos detalles y, además, permite medir las distancias respecto al ave o cualquier punto de la zona. Si bien habitualmente existe una diferencia importante entre la temperatura de las aves y el medio, en el caso de Canarias, las rocas volcánicas alcanzan temperaturas elevadas durante el día, lo que hace que las aves no siempre se vean contrastadas. Pese a ello, el hecho de que tanto la pardela chica como el paíño de Madeira se reproduzcan en invierno y que, en el caso de la pardela chica, el periodo de actividad vocal se sitúe al final de la noche facilita el muestreo en este sentido.

Sin embargo, la efectividad de este método depende del tipo de hábitat de cría y de las particularidades concretas de cada colonia. Así, algunas colonias de pardela chica se sitúan en acantilados de pequeño tamaño en pequeñas bahías o entrantes visibles desde la cima del acantilado opuesto, lo que permite disponer de buenos puntos de observación desde donde muestrear la totalidad de la zona de cría sin mover la cámara termográfica. En segundo lugar, hay colonias situadas en acantilados de mayor tamaño, que requieren del escaneo activo, de modo que, cuando se observa una zona de la colonia, se está dejando de observar otras zonas. Estas colonias pueden ser asimismo estudiadas con cámara termográfica, pero requieren de un mayor esfuerzo de muestreo. Por otro lado, también existen colonias situadas en acantilados totalmente orientados al mar y visibles solo desde embarcación, lo que dificulta enormemente el muestreo mediante esta tecnología, en tanto que depende todavía más de las condiciones del mar y el movimiento del barco puede llegar a impedir por



completo el uso de la cámara. Teniendo en cuenta que, en algunas islas (como Tenerife, La Palma y, en menor medida, El Hierro), la mayoría de las colonias se sitúan en la vertiente norte, habitualmente azotada por el alisio y el mar de fondo, es probable que en todo un periodo de cría tan solo se disponga de un número muy limitado de noches adecuadas para esta metodología. Por este motivo, haber realizado muestreos acústicos previos, y el posterior análisis del SNR, permite ser muy eficientes a la hora de elegir las paredes a muestrear, en tanto que este análisis permite inferir en las zonas de vocalización principales dentro de zonas más amplias.

Por último, las colonias situadas en ambientes más abiertos (como puede ser La Caldera de Montaña Clara) también son realmente difíciles de muestrear con esta tecnología, debido a que las aves se mueven y vocalizan por zonas más amplias, pueden situar sus nidos en prácticamente cualquier lugar y el seguimiento de cada ejemplar necesario para hallar el nido (que puede prolongarse durante muchos minutos) no resulta sencillo y da lugar a muestreos muy parciales del total de la zona potencial.

En cuanto al paíño de Madeira, además de las mismas limitaciones comentadas en el párrafo anterior, también existen otras dificultades específicas. En concreto, éstas serían un menor rango de detección (debido al menor tamaño de la especie) y el hecho de que, a tenor de los resultados, parece que la especie vocaliza en lugares distintos a donde sitúa los nidos, de modo que el seguimiento prolongado de los ejemplares presentes en una zona no necesariamente lleva a la localización de sus nidos y, por tanto, no resulta posible diferenciar qué ejemplares son realmente reproductores y qué ejemplares son prospectores.

9.2.1.2. Cámara y foco infrarrojo

La principal ventaja de esta tecnología es que permite obtener imágenes nocturnas de una resolución mucho mayor que la cámara termográfica. Sin embargo, además de las dificultades relacionadas con la disponibilidad de puntos de observación desde donde escanear la totalidad de la colonia (ya explicadas en el apartado anterior), en este caso se suma que se requiere no solo de uno, sino de un mínimo de dos dispositivos: la cámara y el foco. La cámara puede ser ligera y de pequeño tamaño, pero **se requiere de un foco potente, pesado y de grandes dimensiones, lo que dificulta su uso en zonas de difícil acceso,** que además debe ir unido a una batería de grandes dimensiones y poca durabilidad. Por otro lado, además de la potencia, **también es necesario tener en cuenta el ángulo de iluminación del foco, que normalmente es bastante limitado, lo que impide observar una parte significativa de la colonia** a no ser que se empleen varios focos, haciendo de su uso en zonas remotas prácticamente una quimera. Por ello, **se considera que esta tecnología puede ser útil para el muestreo de zonas concretas accesibles donde se sabe que existen nidos de pardela chica o paíño de Madeira,** en tanto que se obtendría material de buena calidad que permitiría estudiar aspectos de la biología de ambas especies, **pero no se recomienda su uso para estimar el tamaño de una colonia de dimensiones medianas o grandes o del total de la población del archipiélago.**

9.2.1.3. Cámara de foto-trampeo

Este sistema, cuyo objetivo en este contexto de proyecto es conocer la frecuencia de visitas que realiza la especie al nido, debería aportar información de la duración de los viajes, y por tanto servir como medida para calibrar la actividad vocal recogida a diario con la frecuencia de visitas de los machos a la colonia. Sin embargo, **este sistema tiene diversos inconvenientes.** El primero de ellos es conseguir una

muestra representativa de nidos, que en las especies de interés como la pardela chica es por el momento mínima. Por otro lado, es importante que la cámara sea fácilmente ubicable frente al nido, que en el caso de un acantilado resulta complicado. Por otra parte, es importante que la cámara sea extremadamente rápida en su capacidad de reacción, para que no se pierda ninguna visita al nido, lo que podría alterar la interpretación de los datos. Ya, por último, el hecho de encontrarse en zonas próximas al mar hace que las cámaras se ensucien mucho y pierdan su eficacia, tanto a la hora de dispararse, como de que se observe algo en los videos.

9.2.2. Grabaciones automatizadas y grabaciones “in situ”

Esta tecnología permite obtener series muy largas de datos con muy poco esfuerzo humano gracias a que, una vez instaladas, las grabadoras funcionan de forma autónoma hasta que se agotan las pilas o se llena la tarjeta de memoria, lo cual no ocurre hasta transcurridas varias semanas desde su instalación. Además, el hecho de que funcionen de forma autónoma permite el muestreo de zonas muy remotas o accesibles solo desde embarcación: se accede cuando se dan las condiciones meteorológicas para ello y se recogen o reemplazan por otras grabadoras una vez se estima que se hayan agotado las baterías. **Gracias a esta metodología, se ha podido describir la distribución de la pardela chica en Canarias o descubrir la presencia de ésta y del paíño de Madeira en la isla de La Graciosa** (Gil-Velasco, et al. 2023).

Las **principales limitaciones son, en primer lugar, la calidad o significancia de los datos obtenidos**, en concreto las dificultades metodológicas asociadas a convertir los valores de actividad vocal obtenidos en número de parejas. Al no conocerse zonas con un número significativo de nidos cuantificados, resulta muy complicado establecer la correlación entre la intensidad de la actividad vocal (*call rate*) y el número de parejas presentes en una zona. Sí puede establecerse la correlación entre la actividad vocal y el número de ejemplares presentes (que no necesariamente reproductores) en una zona, mediante la combinación de grabadoras y observación con cámara térmica, pero esta metodología no ha podido ser testada con pardela chica de forma significativa debido a varios factores (ver apartado 8.1.2.2.1. Cámara térmica; pág. 89). Sí se ha podido testar con el paíño de Madeira, con resultados prometedores (sí parece existir una correlación entre actividad vocal y número de aves presentes), pero limitados por el rango de detección de esta especie y, de nuevo, por el hecho de que al parecer no vocalizan en el mismo lugar donde instalan los nidos.

En segundo lugar, la calidad y durabilidad de los dispositivos. Las grabadoras empleadas, del modelo AudioMoth, son realmente económicas, lo que permite colocar un gran número de ellas, pero sin embargo el micrófono es de baja calidad (con un rango de muestreo pequeño comparado con otros micrófonos) y todo el dispositivo es bastante sensible a la humedad y la sal, algo inevitable en colonias de aves marinas. Por este motivo, se considera necesario proteger los dispositivos con las fundas que se comercializan para ello.

9.2.3. Combinación de los sistemas de nuevas tecnologías y métodos clásicos para facilitar las estimas a gran escala

La **ventaja** de combinar estos sistemas es que, ante la falta de información previa, **la observación o escucha humana permite estandarizar la información obtenida por los distintos dispositivos, estimar**

su rango de muestreo con las distintas especies y, en definitiva, facilitar la transición de metodologías más artesanales a metodologías más automatizadas sin perder algunas series históricas.

La principal limitación que nos hemos encontrado a la hora de realizar este tipo de muestreos es la impredecibilidad de la actividad vocal, especialmente en pardela chica. A pesar de que se ha estado presente en colonias importantes en momentos donde supuestamente tenía que haber actividad, las condiciones meteorológicas que se dieron en aquellas noches o la elevada presencia de otras especies más abundantes (como la pardela cenicienta) ha impedido que la estandarización escucha humana/registro en grabadora no se pudiera llevar a cabo durante un número significativo de noches. En este sentido, hay que tener en cuenta que, a pesar de que el proyecto sí ha tenido una duración considerable, los días efectivos para llevar a cabo los muestreos no son más de 15 al año, en concreto los 5 días centrales de los cuartos crecientes de diciembre, enero y febrero.

9.3. Resumen

A continuación, se valora en una tabla resumen la eficacia de los métodos de censo utilizados para cada especie objetivo.

Tabla 11. Metodologías posibles para establecer la correlación existente entre el número de ejemplares presentes y la actividad vocal para las tres especies objetivo.

Metodología	Pardela chica	Pardela cenicienta	Paíño de Madeira
Censado Clásico: Búsqueda de nidos para establecer la correlación entre nº de nidos y nº de aves cantando	X	✓	~
Censado Clásico: Conteo de balsas por la noche frente a la colonia	X	~	X
Censado Clásico: escuchas nocturnas	~	~	~
Nuevas tecnologías: Observación con cámara térmica para establecer la correlación entre nº de aves volando y nº de aves cantando	~	~	~
Nuevas tecnologías: Observación con cámara de IR para establecer la correlación entre nº de aves volando y nº de aves cantando	X	X	X
Nuevas tecnologías: Fototrampeo para establecer la frecuencia de visitas a la colonia de los ejemplares reproductores	~	X	~
Nuevas tecnologías: grabaciones automatizadas	✓	✓	✓

A continuación, se evalúan las fortalezas y debilidades de cada tecnología empleada. Se ha otorgado un valor "alto", "medio" o "bajo" que resume lo observado en todo el archipiélago, pero estos valores deben ser tomados como indicativos, en tanto que lo que resulta óptimo para algunas colonias no lo es para otras.

Tabla 12. Fortalezas y debilidades de cada nueva tecnología empleada como metodología de censo.

Tecnología	Coste económico	Calidad de los datos obtenidos	Dificultades para el análisis	Esfuerzo muestreo (personal)	Sensibilidad		
					Tipo de hábitat	Dependencia de condiciones ambientales	Accesibilidad (facilidad de trabajo en campo)

Cámara termográfica	Alto	Alta	Baja	Alto	Alta	Media	Media
Foco y cámara infrarroja	Medio	Media	Baja	Alto	Alta	Media	Alta
Grabadoras automatizadas	Bajo	Alta	Alta	Bajo	Baja	Alta	Media
Micrófono direccional	Medio	Alta	Alta	Alto	Baja	Alta	Media

METODOLOGÍAS DISEÑADAS PARA EL CENSADO DE PROCELARIFORMES A TRAVÉS DEL USO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS (E.3.1)

10. Recomendaciones metodológicas para el censo de las especies objetivo

A partir de la información recopilada y generada en las Tareas 1 y 2 se ha diseñado una metodología de censo replicable en todo el archipiélago canario, teniendo en cuenta no solo aquellos resultados positivos, sino también aquellos aspectos metodológicos que hay que mejorar de cara a realizar estimas. Para ello, se han tenido en cuenta factores como qué metodología es la más adecuada para el censo, teniendo en cuenta el esfuerzo asociado a dichos muestreos y por tanto su viabilidad; la información disponible, con el objetivo de determinar qué colonias requieren de nuevos muestreos y qué colonias pueden ser evaluadas con la información ya disponible (por ejemplo, especies de las que existan grabaciones recientes y representativas de la colonia); la biología y ecología de cada especie, con el objetivo de determinar la intensidad y extensión de cada zona de muestreo, etc. A continuación, se comentan los detalles para la correcta realización del censo de cada especie:

10.1. Pardela chica *Puffinus baroli*

La pardela chica es una especie muy difícil de estudiar, especialmente en islas con una elevada presión por parte de depredadores introducidos, que empujan a la especie hacia zonas de difícil acceso como islotes, roques o acantilados costeros muy expuestos y totalmente verticales. Además, las huras son pequeñas, profundas y tortuosas, por lo que tampoco resulta sencillo examinar su interior. Por ello, los muestreos acústicos resultan especialmente útiles, sobre todo si tenemos en cuenta además la biología de la especie. Su temporada de reproducción se desarrolla a lo largo del invierno, con la fase de cortejo a finales de diciembre, las puestas a finales de enero y el periodo de vuelo de los pollos entre mediados de mayo y mediados de junio. Sin embargo, es durante las primeras fases cuando se registra una mayor actividad vocal, y también cuando suelen producirse condiciones meteorológicas adversas y persistentes en el archipiélago canario, que pueden dificultar todavía más el acceso a los enclaves de cría. Sumado a esto, la actividad vocal se concentra durante las últimas dos horas de la noche, aproximadamente a mitad de la fase lunar creciente y tras la puesta de la luna (en momentos de total oscuridad), lo que al cabo del año limita muchísimo el número de noches óptimas para la realización de muestreos.

En este sentido, **se considera que los muestreos acústicos constituyen la metodología idónea para obtener estimas en Canarias y que deben desarrollarse en dos fases: una primera para la localización "a grosso modo" de las zonas de reproducción (con grabadoras colocadas en zonas de acceso más o menos fácil desde mar o tierra); y una segunda fase que permita obtener detalles de la localización precisa del núcleo reproductor y la intensidad de la actividad vocal en aquellos enclaves con resultados positivos en la primera fase.** A continuación, se describen detalladamente las metodologías propuestas.

10.1.1. Localización de las zonas de presencia y/o reproducción

Durante los últimos años se ha profundizado bastante en el conocimiento de la distribución de la especie en Canarias (Gil-Velasco, et al. 2023), pero todavía existen zonas con hábitat potencial que no han sido muestreadas, lo que podría llevar a infraestimar la población reproductora. Además, en algunas de las localidades se han detectado solamente vocalizaciones lejanas o en muy bajo número, lo que apunta a la presencia de la especie en la zona, pero no en el punto exacto donde se colocó la grabadora. En este sentido, durante la temporada de cría 2023-2024, ya fuera del marco del contrato, se prevé llevar a cabo una nueva serie de muestreos que arrojen información sobre algunos de estos enclaves, pero todavía quedarán zonas por muestrear. La Figura 81 y la Figura 82 muestran las colonias que ya cuentan con información suficiente para llevar a cabo estimas, así como las colonias que se prevé estudiar durante la próxima temporada de reproducción y las que deberán ser muestreadas en el futuro para obtener una estima completa de la especie en Canarias.

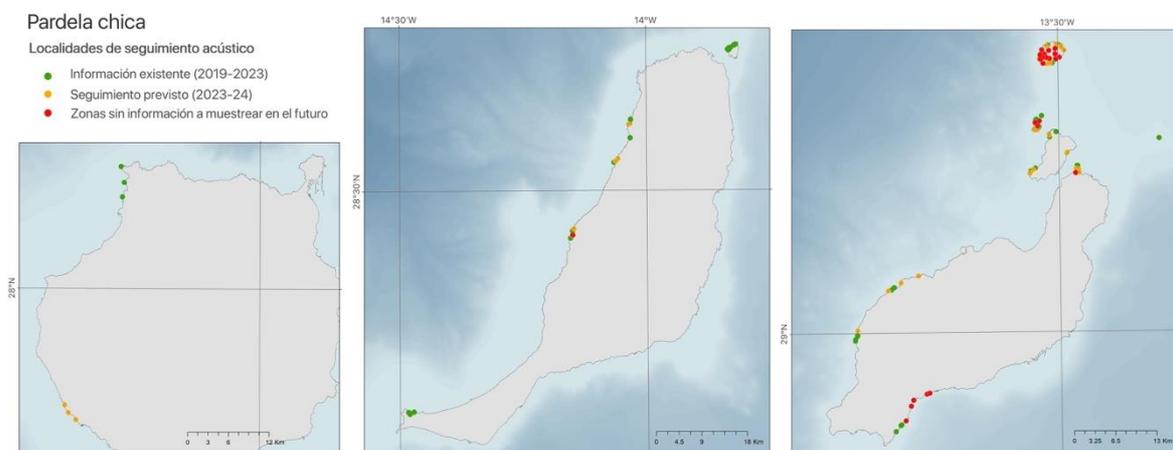


Figura 81. Localidades de islas orientales con información acústica suficiente para llevar a cabo estimas del tamaño de la colonia (en verde); localidades previstas para ser muestreadas durante la temporada de reproducción 2023-2024 (amarillo); localidades sin información y sin muestreos previstos que sin embargo deberán ser estudiadas en el futuro (en rojo).

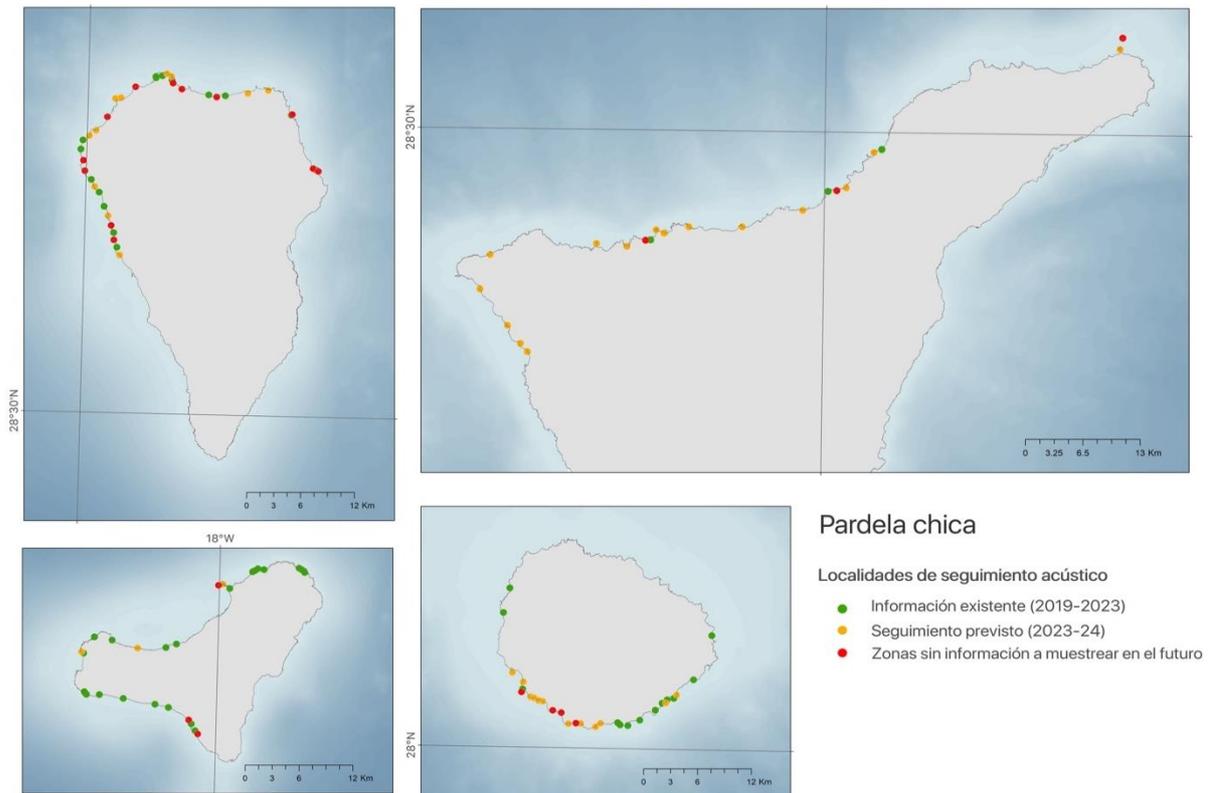


Figura 82. Localidades de islas occidentales con información acústica suficiente para llevar a cabo estimas del tamaño de la colonia (en verde); localidades previstas para ser muestreadas durante la temporada de reproducción 2023-2024 (amarillo); localidades sin información y sin muestreos previstos que sin embargo deberán ser estudiadas en el futuro (en rojo).

Por otro lado, se ha detectado que los periodos de actividad vocal no son iguales en todas las zonas con presencia. Mientras que, en algunos lugares, en general aquellos en los que se registra más actividad, presentan picos a lo largo de todo el periodo reproductor (segunda mitad de diciembre, finales de enero - febrero y mediados - finales de marzo y mediados - finales de abril), en otros enclaves tan solo se registra un pico de actividad en diciembre o dos picos de actividad (diciembre y enero). Es posible que, o bien estas últimas zonas no correspondan con colonias reales (sino que acojan simplemente ejemplares prospectores o inmaduros en busca de nuevas áreas de cría) o bien el descenso en la actividad vocal se deba al fracaso reproductivo o deserción de como mínimo algunas parejas. Por este motivo, se considera que los muestreos deben extenderse no solo al periodo de cortejo (segunda mitad de diciembre), sino también como mínimo hasta mediados de febrero, lo que aportaría información relevante sobre el estatus real de la pardela chica en cada localidad. Cabe añadir que la localización de zonas de solo presencia, si bien no se vería reflejada en las estimas, sí contribuiría a poner sobre el mapa zonas de nidificación potencial, no prioritarias, pero sí recomendables para el despliegue de medidas de gestión y conservación.

Así, la metodología a seguir consiste en la instalación, justo antes del periodo de reproducción (durante el mes de noviembre) de grabadoras AudioMoth v.1.2.0 tan cerca del centro del hábitat potencial como sea posible. En caso de que el hábitat sea más extenso que el rango de detección de la especie, se deberán colocar más grabadoras. En todos los casos, los dispositivos deben funcionar entre las 5AM y

las 7AM de las fases lunares de cuarto creciente más cercanas a la segunda mitad de diciembre y enero, coincidiendo con los cortejos y las puestas. La programación se hace a través del software del fabricante, cuya interfaz con los ajustes seleccionados se muestra en la Figura 21. En cuanto a la colocación, debe orientarse el micrófono hacia la zona de más probable presencia de nidos y todo el dispositivo debe estar protegido con una funda específica o, como mínimo, con una bolsa zip.



Figura 83. Modelos de grabadoras utilizados para los muestreos de abundancia y distribución. En concreto se han empleado dispositivos AudioMoth (20 dispositivos de la versión 1.1.0 y 51 dispositivos de la versión 1.2.0; en la imagen, los de pequeño tamaño) y grabadoras SM4 (4 grabadoras; las de mayor tamaño en la imagen).

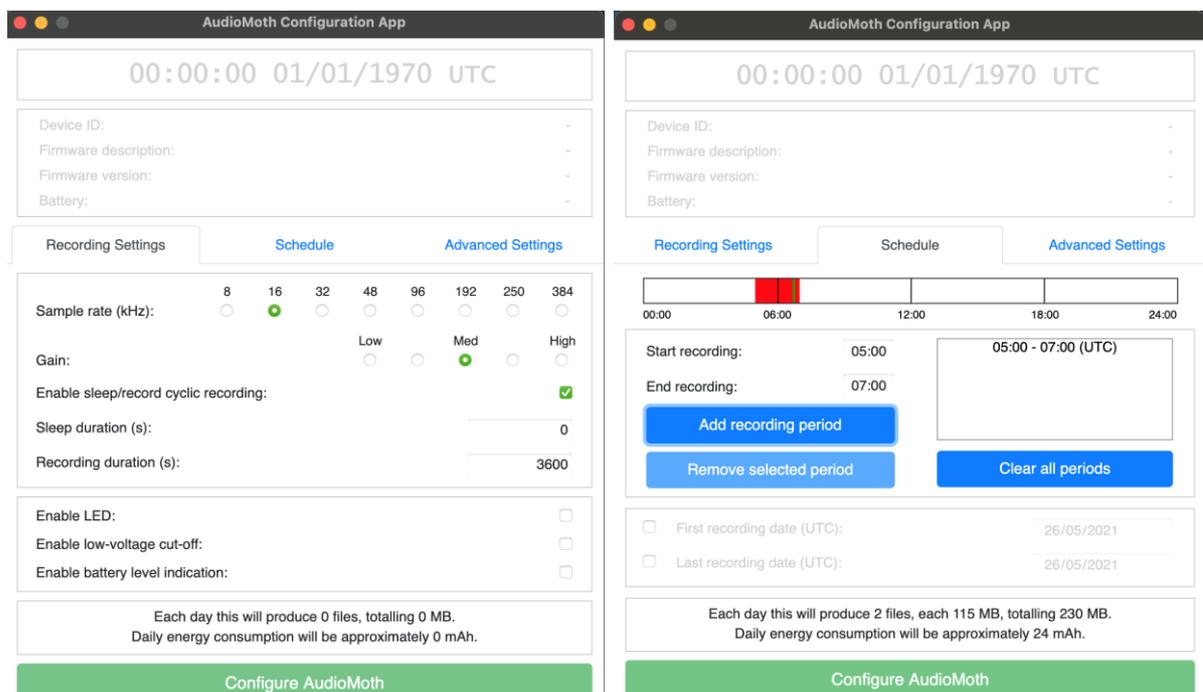
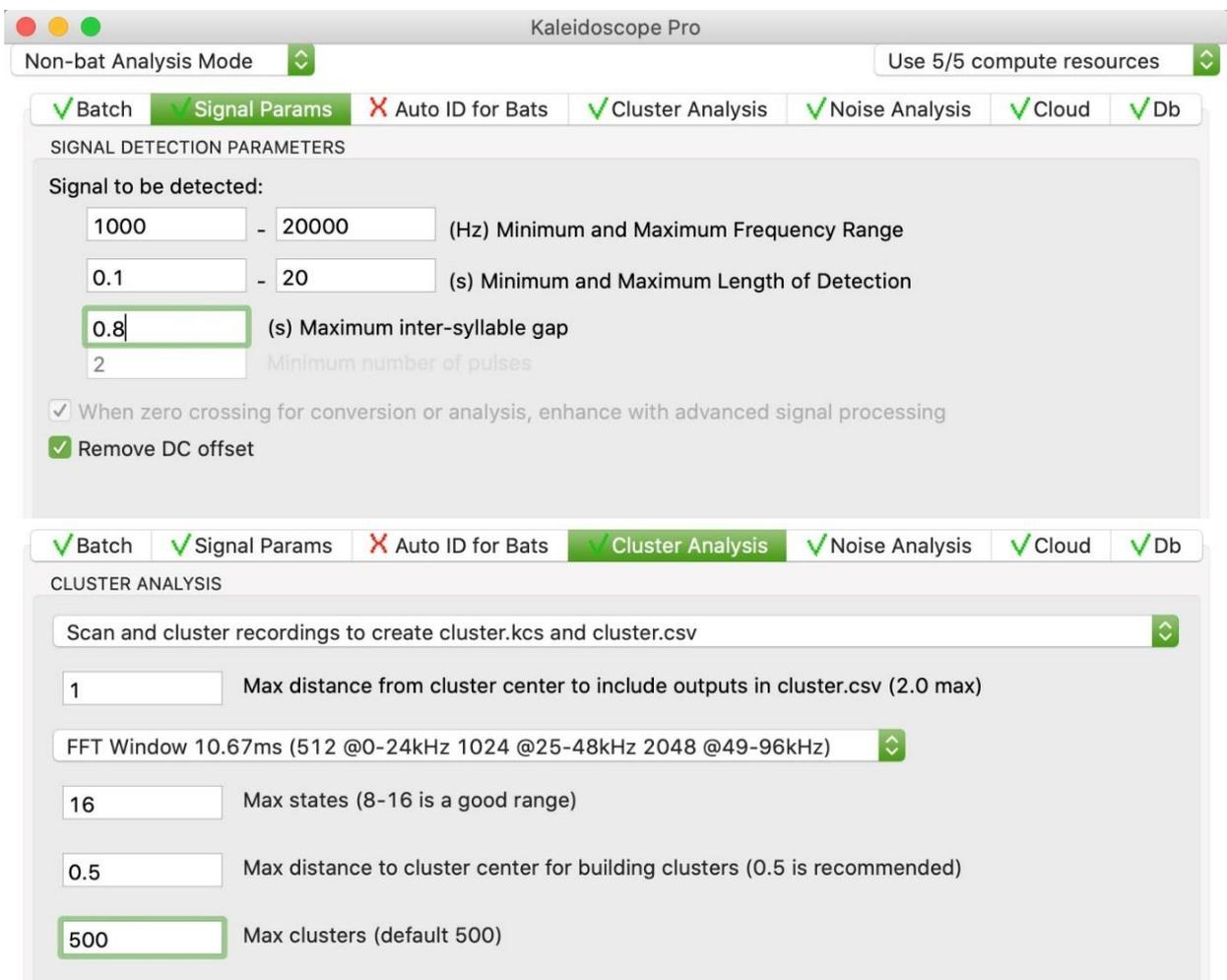


Figura 84. Interfaz del software de configuración de los dispositivos AudioMoth, con los parámetros seleccionados.

La nueva versión del software incluye dos pantallas: una donde se seleccionan los parámetros de grabación (izquierda) y otra para definir los periodos (derecha).

Existen varios métodos para realizar el análisis de datos. Hasta la fecha se ha llevado a cabo mediante el software Kaleidoscope Pro 5 (versión 5.1.6, Wildlife Acoustics 2017; Figura 26), que se basa en la clusterización de los sonidos detectados mediante modelos ocultos de Markov (HMM), a partir de unos parámetros de la señal objetivo (en este caso el canto de la pardela chica), que se especifican en la interfaz del programa (Figura 26), y la posterior supervisión humana de la identificación de cada detección automática (Figura 86). Una vez se garantiza que cada detección corresponde efectivamente con la especie objetivo, queda almacenada en un archivo base de datos (csv) junto con la fecha y la hora concreta de cada vocalización.



The screenshot shows the Kaleidoscope Pro software interface. At the top, it says "Kaleidoscope Pro" and "Non-bat Analysis Mode". There are several toggle buttons: "Batch" (checked), "Signal Params" (checked), "Auto ID for Bats" (unchecked), "Cluster Analysis" (checked), "Noise Analysis" (checked), "Cloud" (checked), and "Db" (checked). Below this, the "SIGNAL DETECTION PARAMETERS" section is visible. It includes fields for "Signal to be detected:" with values: 1000 - 20000 (Hz) Minimum and Maximum Frequency Range; 0.1 - 20 (s) Minimum and Maximum Length of Detection; 0.8 (s) Maximum inter-syllable gap; and 2 Minimum number of pulses. There are also checkboxes for "When zero crossing for conversion or analysis, enhance with advanced signal processing" (checked) and "Remove DC offset" (checked). Below this, the "CLUSTER ANALYSIS" section is visible. It includes a dropdown menu for "Scan and cluster recordings to create cluster.kcs and cluster.csv" (selected). There are fields for: 1 Max distance from cluster center to include outputs in cluster.csv (2.0 max); FFT Window 10.67ms (512 @0-24kHz 1024 @25-48kHz 2048 @49-96kHz); 16 Max states (8-16 is a good range); 0.5 Max distance to cluster center for building clusters (0.5 is recommended); and 500 Max clusters (default 500).

Figura 85. Parámetros seleccionados para detectar vocalizaciones de pardela chica mediante el software Kaleidoscope Pro 5.

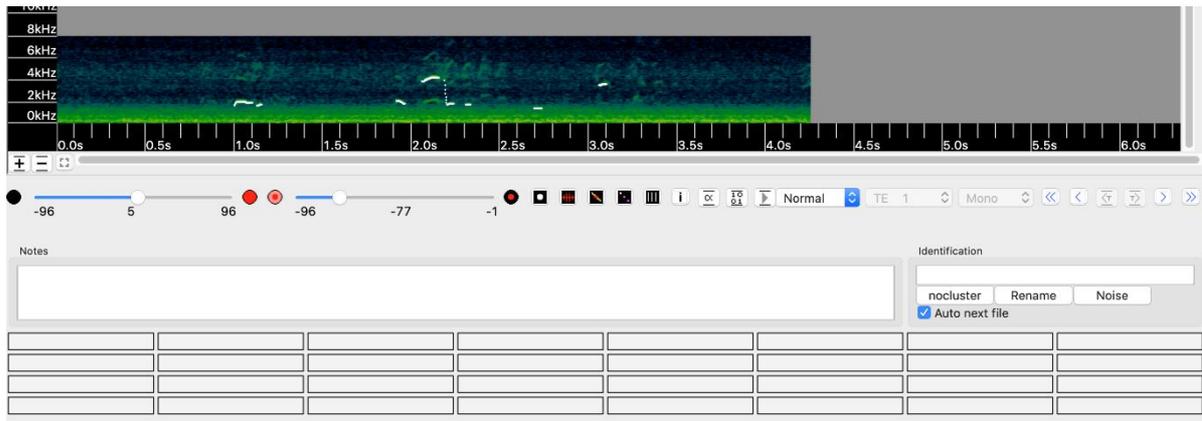


Figura 86. Interfaz del software Kaleidoscope 5 con una vocalización de pardela chica detectada automáticamente.

Una vez construida la base de datos, se deben analizar los picos de actividad agrupando las detecciones por noche, con el objetivo de establecer en qué zonas se considera probable o segura la reproducción de la especie y en qué zonas solo se puede asegurar la presencia por las razones explicadas con anterioridad. Si los resultados obtenidos se consideran significativos, es decir, se obtienen grabaciones cercanas de la totalidad del hábitat potencial, esta misma información se puede utilizar para la realización de estimas (ver apartado siguiente). Si, por el contrario, las grabaciones son lejanas, deberán llevarse a cabo nuevos muestreos para hallar las paredes en concreto utilizadas por la especie.

10.1.2. Estimas poblacionales

Debido a las limitaciones ya comentadas, las estimas llevadas a cabo en el presente trabajo hacen referencia al número de machos presentes en las colonias estudiadas, no al número de parejas reproductoras. Sin embargo, se considera muy interesante realizar las dos estimas en todas las localidades con presencia de la especie, en tanto que la diferencia entre ambas puede dar información relevante sobre la población flotante y las posibilidades que tiene cada colonia de aumentar su tamaño, en caso de implementarse medidas de gestión. A pesar de que ambas estimas se basan en el monitoreo acústico, existen diferencias metodológicas importantes para alcanzar cifras de ejemplares o parejas, por lo que, a continuación, se describen con detalle por separado.

10.1.2.1. Estimas de machos presentes

En el presente proyecto se ha obtenido una correlación bastante significativa entre el número máximo de vocalizaciones por minuto y el número de machos presentes en ese momento, a partir de la cual se ha calculado el momento de máxima afluencia de machos en cada colonia de estudio. Para obtener esta información, es necesario colocar tantas grabadoras del modelo AudioMoth v.1.2.0 como sea necesario para cubrir toda el área de hábitat potencial, evitando el solapamiento en los rangos de detección de cada dispositivo.

La programación y horario de funcionamiento de las grabadoras es el mismo que el utilizado para la localización de las colonias, pero, en este caso, una vez registrada toda la actividad vocal de los periodos óptimos de muestreo, el análisis debe ir enfocada a hallar el minuto de máxima actividad y

convertirlo en número de machos presentes a partir de la función desarrollada en el presente trabajo (Figura 31).

Sin embargo, todavía existen algunas limitaciones. Como se ha comentado, tanto los datos de seguimiento remoto disponibles como la información proveniente de cámaras de foto-trampeo instaladas en un nido de El Golfo (Timanfaya) permiten asegurar que los ejemplares reproductores no visitan la colonia a diario, o como mínimo no siempre, sino que realizan viajes de alimentación de duración variable y sujeta a la fase del periodo reproductor en que se hallan y posiblemente también a otros factores todavía desconocidos. Este hecho hace que las estimas realizadas a partir del minuto de máxima actividad dentro de un periodo reproductor correspondan con el momento de máxima concentración de machos en la colonia, pero no tienen en cuenta que, en días anteriores o sucesivos, los ejemplares presentes puedan ser distintos. Este extremo se ve apoyado por la comparación de la distribución temporal de la actividad vocal en colonias presumiblemente pequeñas (con poca actividad registrada en el total de un periodo de cría) y colonias en principio más grandes (con un mayor número de vocalizaciones totales registradas): mientras que en las colonias pequeñas se registran picos de actividad muy marcados y separados en el tiempo, en las colonias más grandes se puede apreciar cómo la actividad vocal se mantiene más estable a lo largo de más días (Figura 87 y Figura 88). En otras palabras, la concentración de las vocalizaciones en el tiempo sería inversamente proporcional al tamaño de la colonia, pero todavía se desconoce en qué medida.

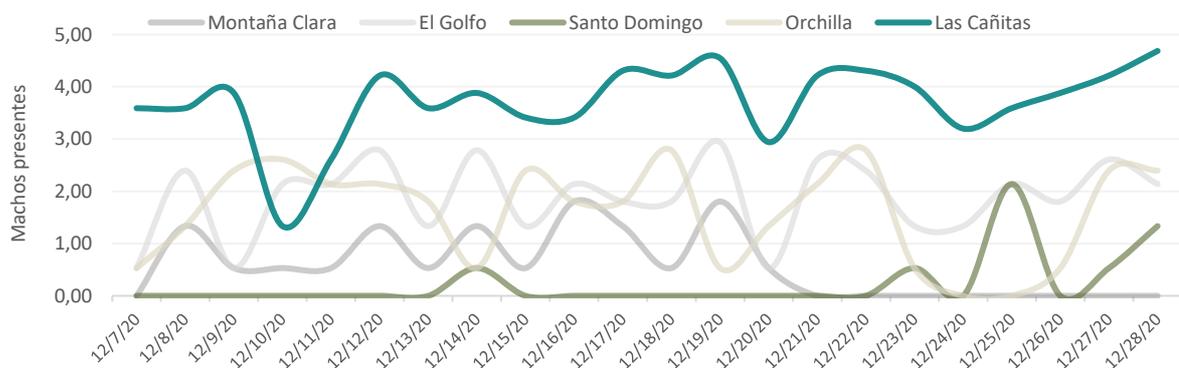


Figura 87. Distribución temporal del número de machos presentes en 5 colonias de pardela chica de Canarias. Se puede apreciar cómo, la colonia de mayor tamaño (Las Cañitas; en verde) presenta una actividad vocal más constante a lo largo del tiempo, mientras que las colonias de menor tamaño (en este orden, de mayor a menor, Orchilla, El Golfo, Montaña Clara y Santo Domingo) presentan oscilaciones más marcadas y separadas en el tiempo.

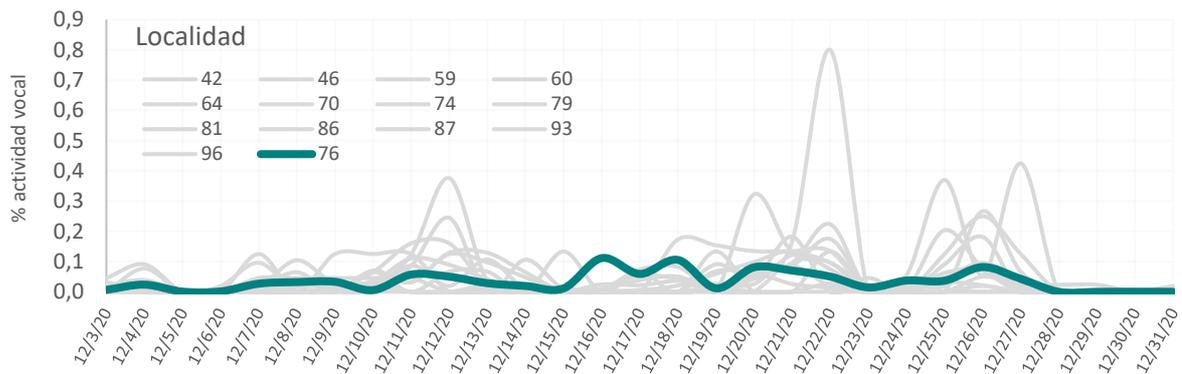


Figura 88. Porcentaje de la actividad vocal registrada en cada una de las noches de muestreo con respecto a la actividad vocal total registrada en cada colonia muestreada en diciembre de 2020 (colonias de La Palma, La Gomera y El Hierro). Se puede apreciar cómo, en la colonia de mayor tamaño (Las Cañitas, Localidad 76, señalada en verde), la actividad no se concentra en noches pico, sino que se distribuye de forma más uniforme a lo largo de todo el periodo de cortejo.

Además de esto, a pesar de que los momentos de máxima actividad puedan ser comparables, la distribución temporal de las vocalizaciones sugiere que la diferencia en el tamaño de colonias importantes (como Las Cañitas, en el sur de La Gomera) y otras colonias más reducidas (como El Golfo, Lanzarote) podría ser mayor de lo que indican las estimas del presente estudio. En el caso de las colonias de mayor tamaño (y también, aunque en menor medida, en el caso de las colonias más pequeñas), para obtener el número real de ejemplares distintos presentes, sería necesario sumar – total o parcialmente – las estimas obtenidas para varios días consecutivos. Sin embargo, no se dispone de información lo suficientemente precisa acerca de la afluencia a la colonia por parte de cada ejemplar a lo largo de las distintas fases de la reproducción, por lo que todavía resulta aventurado realizar más cálculos.

Para resolver este problema, es necesario obtener información procedente del seguimiento remoto. Actualmente, la práctica totalidad de los datos de este tipo disponibles corresponden con el final de la incubación y las eclosiones (Bécares, et al. 2016), pero apenas se dispone de información del periodo de cortejo, cuando acostumbran a registrarse los máximos de actividad vocal. En este sentido, también en el marco de INTEMARES, se prevé equipar 11 ejemplares con dispositivos Argos PTT en la colonia de Las Cañitas, que previsiblemente aportarán información muy valiosa en este sentido. Paralelamente, también se prevé volver a instalar grabadoras en este enclave, que funcionen a la vez que los dispositivos de seguimiento remoto, de tal manera que se pueda correlacionar la afluencia de los ejemplares equipados (que además habrán sido sexados genéticamente) con la actividad vocal registrada.



Figura 89. Distancia y duración de los viajes de alimentación de un ejemplar de pardela chica nidificante en Montaña Clara equipado con PTT. Se puede apreciar cómo, a medida que se acerca la fecha de eclosión del huevo, los viajes se hacen más cortos tanto en distancia como en tiempo y, por tanto, aumenta la frecuencia de visitas a la colonia. Extraído de Bécares, et al. 2016.

10.1.2.2. Estimas de parejas reproductoras

La observación prolongada de algunas zonas de cría concretas con un modelo de cámara térmica adecuado, como el utilizado durante los últimos muestreos de este estudio (del modelo HIKMICRO GRYPHON GQ50L), y la instalación de grabadoras AudioMoth que funcionen en paralelo debería permitir describir la relación entre la cantidad de parejas reproductoras y la intensidad de la actividad vocal, de forma similar a lo descrito para la cantidad de machos cantores. En concreto, se trata de muestrear colonias orientadas hacia tierra, con hábitat potencial no muy extenso y que sean visibles en su totalidad desde un mismo punto. En Canarias existen varias colonias que reúnen estas características y donde sería posible llevar a cabo estos muestreos, que consistirían en la observación ininterrumpida de la pared con la cámara térmica, entre las 5AM y las 7AM de los 5 días centrales del cuarto creciente más cercano a la segunda mitad de diciembre. Para confirmar que las cavidades detectadas son realmente huras, sería necesario repetir estos muestreos en el mismo horario y fase lunar, pero entre finales de enero y principios de febrero. A continuación, se aportan detalles de cada localidad seleccionada:

- El Golfo (Timanfaya, Lanzarote): se trata de una de las colonias con más datos acústicos disponibles y donde ya se conoce un nido y otro posible. La colonia se sitúa en un acantilado costero vertical, con multitud de repisas, aglomeraciones de rocas y desembocaduras de tubos volcánicos. Está orientado hacia el suroeste y situado en un saliente, de tal forma que puede ser muestreado en su totalidad desde la pared opuesta, que queda a una distancia máxima aproximada de 150m. La estima del máximo número de machos presentes ha sido de entre 3 y 4, por lo que se trata de una colonia bastante importante en el marco de Canarias.
- Caleta de Piedra Vieja (Norte de Ajuy, Fuerteventura): esta colonia no fue descubierta hasta el año 2020, pese a que la actividad vocal detectada fue notable incluso en el mes de marzo, lo que, como se ha comentado, apunta a la reproducción segura de la especie en este enclave. Las paredes ocupadas por la pardela son también acantilados costeros con unas características de hábitat muy similares a las de El Golfo, pero en este caso situados en un entrante con forma

de media luna, de tal manera que desde un extremo puede observarse toda la zona de cría potencial a muy corta distancia.

- Paso Chico (Tindaya, Fuerteventura): a diferencia de la que se sitúa al norte de Ajuy, se trata de una colonia conocida desde antaño, de un tamaño también destacable en el contexto de Canarias. Tanto su geografía como el hábitat disponible son prácticamente idénticos a la colonia de Ajuy, por lo que los muestreos consistirían en lo mismo, situándose el/la observador/a en el extremo opuesto para abarcar la totalidad del hábitat potencial.
- Tacorón (El Hierro): esta es la colonia más pequeña de entre las seleccionadas, pero se considera necesario su muestreo justamente para obtener información de la intensidad de la actividad cuando el número de parejas es realmente reducido. La colonia se sitúa igualmente en un acantilado, debajo del cual hay una baja donde se puede situar el/la observador/a para la realización de los muestreos.
- Las Cañitas (sur de La Gomera): como se ha comentado, se trata de la colonia más grande de Canarias y su muestreo resulta casi obligado para obtener información de la actividad con un elevado número de parejas. El hábitat consiste en acantilados costeros de gran altura, con pocas repisas, pero una elevada densidad de desembocaduras de tubos volcánicos. Se sitúa en una pequeña bahía, dentro de la cual hay una baja donde es posible desembarcar y desde la que se abarca la totalidad de la colonia. Sin embargo, a diferencia de las otras localidades, en este caso no es posible muestrear la totalidad del hábitat potencial sin cambiar la orientación de la cámara térmica hacia una y otra dirección en función de donde se detecte la actividad. Por ello, y también por la abundancia de la especie en este enclave, es necesario contar con al menos dos años de muestreo, ya que, como se ha comentado, los días de trabajo óptimos por año se reducen a 10 y un único año podría ser insuficiente para detectar todas las huras activas.

10.1.3. Equipos y materiales, medios técnicos y humanos

Los modelos de grabadoras y cámara térmica, así como los medios técnicos para su análisis, se han explicado en los apartados anteriores y aparecen en el presupuesto, por lo que no se detallan de nuevo aquí. En cuanto a los medios humanos es muy importante que el equipo de trabajo que se encuentre en el campo esté compuesto siempre por al menos un especialista en la especie. Para el análisis de la información resultante es importante disponer de formación estadística, de acústica y análisis de datos acústicos, así como de IA, siendo también importante que alguien del equipo tenga conocimientos de sistemas de Información Geográfica.

10.1.4. Presupuesto y cronograma

Los trabajos se deberían realizar en dos años (24 meses), con el objetivo de poder dedicar los mejores días de actividad de la especie a encontrar nidos en las colonias objeto de estudio (Tabla 13). Esto es así ya que se deben muestrear los 5 días en cada colonia en diciembre y repetir en enero - febrero. Estos días tienen que coincidir con los 5 días centrales del cuarto creciente más cercano a la segunda mitad del mes correspondiente, por lo que se deberán hacer 2-3 equipos de trabajo independientes, siendo esa la causa de que se presupuesten al menos dos cámaras termográficas (Tabla 14).

Tabla 13. Cronograma de trabajo mensual propuesto para realizar una estima de parejas reproductoras de pardela chica en Canarias

Acción	Año 1				Año 2								Año 3												
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
Compra de material	■	■																							
Programación, colocación y retirada de grabadoras AM			■	■			■	■																	
Análisis de las grabaciones									■	■	■	■													
Trabajo de campo búsqueda de nidos con térmica			■	■	■											■	■								
Análisis de imágenes termografías							■	■											■						
Informe final parejas reproductoras en Canarias																						■	■	■	■

A continuación, se muestra el presupuesto para la correcta realización de la estima de parejas reproductoras de pardela chica en Canarias.

Tabla 14. Presupuesto detallado de los trabajos a realizar con pardela chica

Tarea	Partida	Concepto	Número o días	Total
Gestión y comunicación	Personal	Coordinación y gestión del proyecto y comunicación	22	6 600.00 €
Estimas de machos presentes	Material	Grabadoras AudioMoth + IPX7 Case	45	6 029.55 €
		Tarjetas de memoria y pilas	45	585.00 €
	Personal	Programación, colocación y retirada de grabadoras AM	30	9 000.00 €
		Apoyo colocación y retirada AM en roques y acantilados	14	4 200.00 €
		Análisis de las grabaciones	22,5	6 750.00 €
		Informe de resultados	5	1 500.00 €
	Dietas y despl.	Barcos acceso roques y acantilados	16	5 600.00 €
		Dietas	44	4 548.28 €
Desplazamientos personal (vuelos, km)		45	3 150.00 €	
Estimas de parejas reproductoras en todo Canarias	Material	Cámara térmica con medidor de distancia. Modelo HIKMICRO GRYPHON GQ50L o similar	2	6 238.00 €
	Personal	5 días de muestreo en 5 colonias en diciembre y repetir en enero - febrero. Se realizarán durante los 5 días centrales del cuarto creciente más cercano a la segunda mitad del mes correspondiente	50	30 000.00 €
		Análisis de imágenes térmicas	15	4 500.00 €
		Informe final con estimas de parejas reproductoras en todo el archipiélago Canario	60	18 000.00 €
	Dietas y despl.	Barcos acceso roques y acantilados	10	3 500.00 €
		Dietas	50	10 337.00 €
		Desplazamientos personal (vuelos, km)	50	3 500.00 €
			TOTAL	117 437.83 €

10.2. Pardela cenicienta *Calonectris borealis*

La búsqueda de nidos de pardela cenicienta es sencilla en zonas accesibles, sin embargo, en la mayor parte de Canarias la especie queda relegada a acantilados costeros de difícil acceso o acceso peligroso. Se hace por tanto necesario utilizar otros sistemas para evaluar su abundancia, como es el desarrollado



VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



INTEMARES



en este trabajo, que **correlaciona la abundancia de la actividad vocal con la abundancia de nidos**. Por lo tanto, la colocación de grabadoras en los distintos hábitats existentes en las distintas islas del archipiélago con el objetivo de extrapolar luego parece la solución más factible.

10.2.1. Estimaciones poblacionales

10.2.1.1. Caracterización del hábitat

Conocer con detalle los distintos hábitats de nidificación de ala pardela cenicienta en Canarias es básico para poder realizar estimaciones fiables de su abundancia. Ya que es una especie muy abundante, se hace imposible censarla buscando nidos, especialmente porque muchos se encuentran en acantilados, por lo que solo se puede extrapolar en función del hábitat disponible. Para ello es importante realizar muestreos en todas las islas, ya que cada una de ellas posee una serie de particularidades que hacen de sus hábitats zonas con características distintas para la reproducción de la pardela cenicienta. Estas particularidades pueden estar relacionadas con aspectos como la abundancia y composición de depredadores introducidos, el tipo de colada volcánica, la vegetación, la presencia humana, la distancia a costa, la altitud, la orientación, las luces, la presencia de cavidades donde las pardelas pueden criar, etc. Es por ello que un buen diseño metodológico es esencial para poder luego extrapolar la abundancia a todas las islas.

A modo de ejemplo se expone aquí lo que se debería hacer en el caso de Montaña Clara, y que más adelante se desarrolla cómo debería realizarse para el resto de Canarias. El primer paso es categorizar los distintos hábitats de nidificación de la especie, en este caso basándonos en el tipo de suelo, la densidad de rocas presentes, disponibilidad de cavidades, altura sobre el nivel del mar, vegetación, orientaciones y pendientes, etc. Como resultado se ha obtenido un mapeo de la isla con 10 tipos de hábitat para la nidificación de la especie (Figura 90).



Ejemplo de propuesta de seguimiento acústico en Montaña Clara para pardela cenicienta

- Propuesta colocación grabadoras
- ◻ Radio de 50 m

Hábitats de cría pardela cenicienta

- ◻ Acantilados y pendientes lisos
- ◻ Cinturon de rocas caldera
- ◻ Jable caldera
- ◻ Jable sur
- ◻ Pendientes suaves zona sur
- ◻ Planicie central
- ◻ Playa Bermeja y Caletón
- ◻ Zona rocas cima
- ◻ Vegetación y rocas en caldera
- ◻ Zona costera sur

Figura 90. Hábitats disponibles en Montaña Clara definidos en base al tipo de suelo, presencia de rocas, disponibilidad de cavidades, alturas, vegetación, orientaciones y pendientes. Se muestran las zonas a monitorizar con grabadoras automatizadas.

De cara a replicar esto en todo el archipiélago se hace esencial realizar estos muestreos atendiendo a las particularidades de cada isla. Aunque parezca que en grandes islas tenga que haber muchos hábitats distintos, de cara a la pardela cenicienta no hay tantos, ya que el efecto de los depredadores introducidos hace que ambientes muy distintos y extensos compartan un denominador común, que es la ausencia de pardelas reproductoras, algo que no pasa en islas libres de depredadores como Montaña Clara, donde la especie cría en todos los hábitats existentes. En cualquier caso, los trabajos deben focalizarse en definir el hábitat de todas las colonias existentes en Canarias y cartografiar de manera muy fina esos hábitats sobre el mapa. Es de esperar que algunos hábitats accesibles en que hay pardelas sean fácilmente caracterizables, sin embargo, los hábitats de acantilado son los que en este caso suponen un mayor reto. Así, es importante estudiar los distintos tipos de acantilado presentes en Canarias (en función del tipo de colada, cantidad de cavidades, vegetación, pluviometría ya que esta puede afectar a la densidad de ratas, etc.). Para ello se utilizarán fotografías de alta resolución, obtenidas o bien desde embarcación (Oppel et al, 2014), o bien desde dron.

10.2.1.2. Estimas de parejas reproductoras

Una vez definidos los hábitats, se deben muestrear mediante acústica al menos dos puntos por hábitat definido (Figura 90). Estos muestreos acústicos deberán realizarse idealmente en los meses de junio-julio programando las grabadoras tipo AudioMoth v1.2.0 para que registren la actividad vocal al menos en periodos de 1 minutos cada 10 minutos (Oppel, 2014). El análisis de las grabaciones se realizará de manera similar al explicado para pardela chica. Una vez estimado el call rate y a cuantas parejas equivale en función de las correlaciones obtenidas en el presente estudio, es sencillo extrapolar a la superficie disponible de cada hábitat, para obtener una estima de parejas reproductoras por hábitat, por isla, y para todo el archipiélago canario.

10.2.2. Equipos y materiales, medios técnicos y humanos

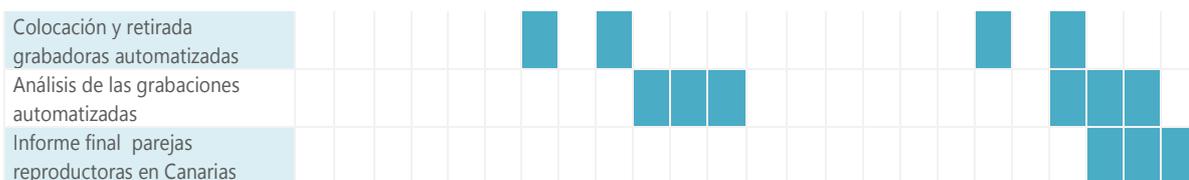
Los modelos de grabadoras, así como los medios técnicos para su análisis, se han explicado en los apartados anteriores y aparecen en el presupuesto, por lo que no se detallan de nuevo aquí. En cuanto a los medios humanos es muy importante que el equipo de trabajo que se encuentre en el campo esté compuesto siempre por al menos un especialista en la especie que conozca las colonias y su acceso. Es también importante de cara a la caracterización del hábitat disponer de un buen equipo fotográfico, al igual que un dron y la titulación necesaria. Por otra parte, es necesario también disponer de la capacidad computacional para unir en mosaico gran cantidad de imágenes de alta resolución, con el objetivo de caracterizar los distintos acantilados. Para ello se requerirá de conocimientos técnicos en Sistemas de Información Geográfica y fotogrametría, así como dominar programas de clasificación automática de imágenes. Por otra parte, y de cara a la colocación de las grabadoras, el equipo de trabajo deberá disponer de escaladores, ya que muchas de las grabadoras deberán ser colocadas en acantilados complicados y a diferentes alturas. Para el análisis de la información resultante es importante disponer de formación estadística, análisis de datos acústicos, así como de IA.

10.2.3. Presupuesto y cronograma

A continuación, se muestra el presupuesto y cronograma para la correcta realización de la estima de parejas reproductoras de pardela cenicienta en Canarias. Dada la gran cantidad de trabajo a realizar y que ahora mismo es imposible saber cuántos hábitats acabarán siendo objeto de estudio, se hace difícil ajustar ambas cuestiones. Sin embargo, en este caso se toma como una posibilidad factible que en total se encuentren 75 hábitats a muestrear entre todas las islas. En este caso los trabajos se realizarán en dos años, ya que de este modo se podrían colocar las grabadoras en dos turnos (por ejemplo, un año islas orientales y otro año islas occidentales), ahorrando en número de grabadoras y permitiendo acceder en la época buena (junio-julio) a todas las localidades.

Tabla 15. Cronograma de trabajo mensual propuesto para realizar una estima de parejas reproductoras de pardela cenicienta en Canarias.

Acción	Año 1		Año 2												Año 3										
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Compra de material																									
Caracterización del hábitat de cría (campo)																									
Caracterización del hábitat de cría (análisis de datos)																									



A continuación, se muestra un presupuesto orientativo para la ejecución de estos trabajos.

Tabla 16. Presupuesto detallado de los trabajos a realizar con pardela cenicienta

Tarea	Partida	Concepto	Número o días	Total
Gestión y comunicación	Personal	Coordinación y gestión del proyecto y comunicación	35	10 500.00 €
Estimas de parejas reproductoras	Material	Grabadoras AudioMoth + IPX7 Case	75	10 049.25 €
		Tarjetas de memoria y pilas	150	1 950.00 €
	Personal	Análisis de hábitat de nidificación de pardela cenicienta en todas las colonias conocidas de Canarias. Trabajo de campo para estudio de tipo de colada, cavidades presentes, vegetación, etc... Se realizará mediante fotografía de alta definición desde embarcación (Oppel et al 2014) o desde dron.	60	18 000.00 €
		Elaboración de cartografía de precisión de todas las colonias de nidificación a partir del trabajo de campo previo y del análisis SIG de capas disponibles (orientaciones, pendientes, altitud, distancia a costa, presencia de depredadores, tipo de sustrato/colada).	40	12 000.00 €
		Diseño de áreas de muestreo con grabadoras en los distintos hábitats de nidificación de cada isla, atendiendo a sus particularidades (dos grabadoras por hábitat e isla)*	5	1 500.00 €
		Programación, colocación y retirada de grabadoras	80	24 000.00 €
		Apoyo campo para colocación y retirada de grabadoras (escalada, roques y acantilados)	30	9 000.00 €
		Análisis de las grabaciones	75	22 500.00 €
		Informe final con estimas de parejas reproductoras en todo el archipiélago Canario en base al hábitat disponible cartografiado y el valor obtenido en las grabaciones	20	6 000.00 €
	Dietas y despl.	Barcos acceso roques y acantilados (cartografía + colocación y retirada de grabadoras)	50	17 500.00 €
		Dietas	140	14 471.80 €
		Desplazamientos personal (vuelos, km)	140	9 800.00 €
			TOTAL	156 296.05 €

* es imposible conocer el número de hábitats de nidificación por isla, pero este podría variar entre los 4 y los 10, por lo que de manera intuitiva podría rondar los 75 hábitats

10.3. Paíño de Madeira *Hydrobates castro*

El monitoreo acústico constituye también la mejor metodología para la realización de estimas. Sin embargo, la especie resulta más difícil de muestrear que la pardela chica, debido a la menor intensidad de sus vocalizaciones (lo que provoca que los dispositivos se tengan que colocar muy cerca de las aves, cosa que a veces resulta muy complicado) y a lo localizado de las colonias. A pesar de ello, se considera que se dispone de mejor información que en el caso de la pardela, en tanto que se han hallado más nidos activos. La especie empieza a vocalizar ya a principios de otoño, por lo que se considera necesario instalar las grabadoras enfocadas al estudio de esta especie a principios de octubre y registrar la actividad hasta mediados de diciembre. En este sentido, existe un buen número

de enclaves donde se ha detectado la especie, pero de forma todavía más anecdótica que en el caso de la pardela chica (como por ejemplo Orchilla, El Hierro).

10.3.1. Localización de las zonas de presencia y/o reproducción

Actualmente ya se dispone de bastante información de la mayoría de colonias importantes de Canarias, esto es, el Roque de Tierra de Anaga (Tenerife), el Roque Grande de Salmor (El Hierro), El Golfo (Lanzarote) y buena parte de Montaña Clara (Archipiélago Chinijo). Sin embargo, hasta la fecha no se dispone de información relativa a la actividad vocal en el Roque de Garachico y tan solo se han podido realizar muestreos acústicos en los extremos norte y sur de Alegranza, una isla que podría constituir el núcleo principal en Canarias (con permiso del Roque de Anaga). Al igual que en el caso de la pardela chica, está previsto realizar nuevos muestreos durante la temporada de cría 2023-2024 y, de hecho, a fecha de entrega de este informe, algunas de las grabadoras enfocadas al estudio de esta especie ya han sido colocadas.

En el caso del paíño de Madeira, para garantizar la detección de todos los núcleos de cría, es preciso que las grabadoras funcionen a lo largo de todo el mes de noviembre y, a poder ser, también en diciembre. Sin embargo, los horarios de actividad vocal difieren totalmente con respecto a los de la pardela, por lo que en este caso los dispositivos, del mismo tipo (AudioMoth), deben funcionar entre las 7PM y las 3AM. El resto de parámetros de la programación son los mismos que para *P. baroli*, de modo que se muestran en la Figura 21. El análisis de las grabaciones mediante el software Kaleidoscope también es el mismo que para la pardela chica (Figura 26), así como el tratamiento posterior de los datos, que tiene como objetivo describir y cuantificar la distribución de la actividad vocal en el tiempo.

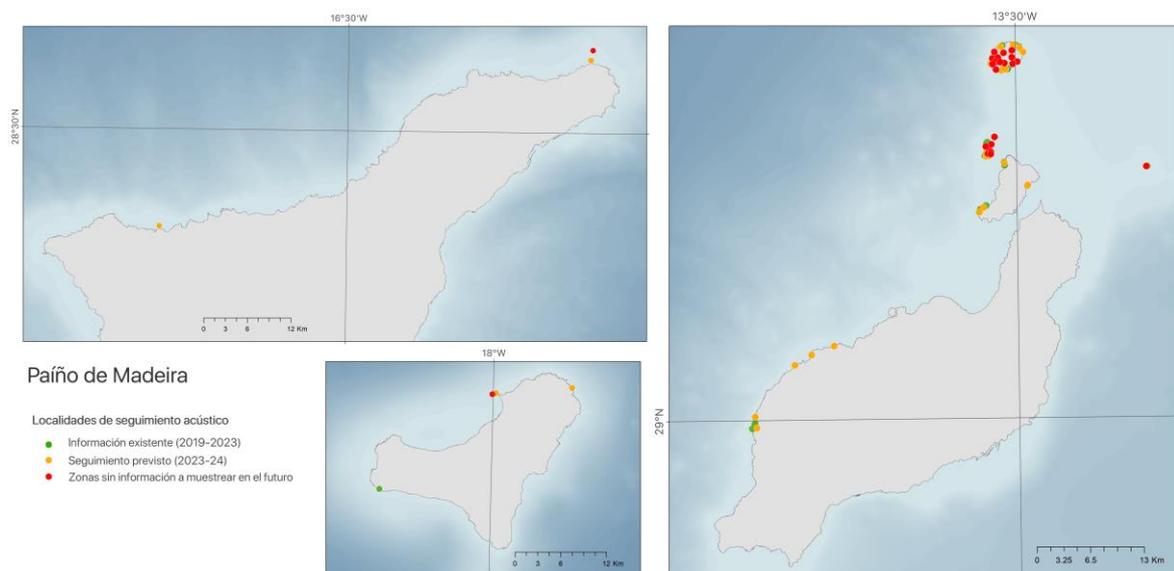


Figura 91. Localidades de Canarias con información acústica suficiente para llevar a cabo estimas del tamaño de la colonia (en verde); localidades previstas para ser muestreadas durante la temporada de reproducción 2023-2024 (amarillo); localidades sin información y sin muestreos previstos que sin embargo deberán ser estudiadas en el futuro (en rojo).

10.3.2. Estimaciones poblacionales

A continuación, se aportan detalles de ambos tipos de estimación, junto con una valoración de la solidez y significancia de las mismas.

10.3.2.1. Estimaciones de ejemplares presentes

En esta ocasión, las estimaciones poblacionales también se han realizado a partir de la cantidad de vocalizaciones registradas en presencia de 1, 2 y 3 ejemplares, pero en este caso las aves pudieron ser observadas mediante la cámara térmica mientras la actividad vocal era grabada de forma simultánea y también registrada por el observador. Esto ha permitido comprobar que el rango de detección de las grabadoras con esta especie es muy pequeño, pero la distancia exacta aún se desconoce, lo que dificulta aportar estimaciones precisas. Para estimar el rango de detección, será necesario medir la distancia a la que están vocalizando los paíños, algo posible con el modelo de cámara térmica utilizado durante la última parte del proyecto (HIKMICRO GRYPHON GQ50L). En concreto, será necesario tomar esta medición a varias distancias y, posteriormente, estudiar cómo evoluciona el nivel de sonido a medida que aumenta la distancia, obteniendo una función que permita calcular la distancia cuando el nivel de sonido sea 0.

Por otro lado, es necesario comentar que el dimorfismo sexual en las vocalizaciones de la especie no es tan marcado como en el caso de la pardela chica, por lo que las estimaciones se refieren al total de aves presentes y no solo a los machos. Teniendo en cuenta que esto dificulta también describir la relación de vocalizaciones por sexo, la conversión de ejemplares presentes a parejas reproductoras es aún más grosera (ver apartado siguiente), pero como mínimo la función obtenida, aunque con un bajo ajuste, sí es replicable y da una idea bastante aproximada de la cantidad de ejemplares presentes en una zona.

10.3.2.2. Estimaciones de parejas reproductoras

Se dispone de información que permite relacionar el número de nidos con la actividad vocal y obtener una función que convierta el número máximo de vocalizaciones por minuto registradas en una zona, pero proveniente solamente de dos zonas (Figura 92).

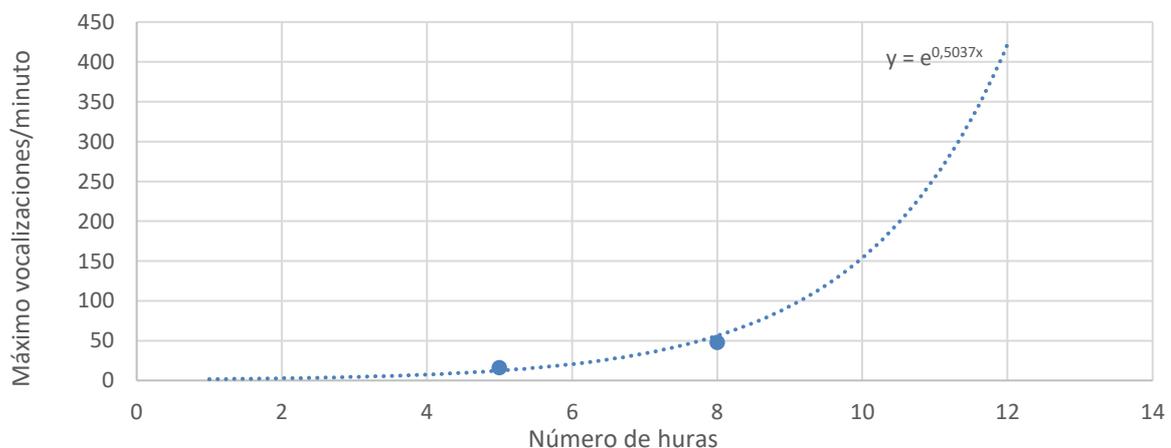


Figura 92. Correlación de horas/actividad vocal en paíño de Madeira

A pesar de que las estimas de parejas coinciden bastante bien con las estimas del número de ejemplares, se considera necesario añadir más puntos a la regresión mediante el muestreo de otras zonas donde se localicen nidos. En concreto, se considera que se debe contar con al menos 5 núcleos con nidos localizados. Así, una vez hallados todos los nidos dentro del rango de muestreo de una grabadora AudioMoth, será necesario colocar uno de estos dispositivos en el centro de la zona de nidificación y registrar la actividad vocal a lo largo de los meses de noviembre y diciembre, de 7PM a 3AM (con la programación descrita en el apartado dedicado a la localización de colonias). Para la obtención de esta información, se han seleccionado las siguientes zonas, de las que se aportan detalles a continuación:

- **Alegranza:** de acuerdo con la bibliografía existente y con los datos recogidos en el sur de la isla, Alegranza acoge una muy buena población de paíño de Madeira, repartidas en varios núcleos. Se trata de zonas accesibles, por lo que debería ser posible hallar nidos de la especie, ya sea mediante el linterneo o mediante el uso de cámara térmica. Teniendo en cuenta lo localizado de la especie en el archipiélago, para obtener suficientes puntos en la regresión, sería necesario muestrear al menos dos núcleos distintos en Alegranza, lo suficientemente alejados para evitar que haya solapamiento en el rango de detección e, idealmente, con un número de nidos bastante distinto para añadir variedad a la muestra. Los datos disponibles apuntan a que solo en el extremo sur de la isla, donde se ha detectado buena actividad vocal, ya debería ser posible hallar los dos núcleos.
- **Roque Grande de Salmor:** los muestreos acústicos realizados apuntan a la existencia de una buena colonia de la especie en este enclave, que además es también accesible y por tanto muestreable a pie o mediante cámara térmica. La metodología a seguir sería la misma que en el resto de núcleos: en primer lugar, localizar y contabilizar todos los nidos dentro del perímetro que establece el rango de detección de una grabadora AudioMoth y posteriormente instalar este dispositivo en el centro de la zona de nidificación, para cuantificar la actividad vocal (número máximo de vocalizaciones por minuto).

10.3.3. Equipos y materiales, medios técnicos y humanos

Los modelos de grabadoras, así como los medios técnicos para su análisis, se han explicado en los apartados anteriores y aparecen en el presupuesto, por lo que no se detallan de nuevo aquí. En cuanto a los medios humanos es muy importante que el equipo de trabajo que se encuentre en el campo esté compuesto siempre por al menos un especialista en la especie, ya que la búsqueda de nidos de ésta es complicada sin un conocimiento detallado de sus preferencias de hábitat. Para el análisis de la información resultante es importante disponer de formación estadística, análisis de datos acústicos, así como de IA, siendo también importante que alguien del equipo tenga conocimientos de Sistemas de Información Geográfica. Es también recomendable disponer de un anillador experto en el equipo, porque es de gran interés anillar a los adultos reproductores en el nido.

10.3.4. Presupuesto y cronograma

Los trabajos en este caso se considera que se pueden realizar en una sola temporada de cría, siempre y cuando el proyecto se inicie al menos dos meses antes del inicio de la reproducción, es decir en el mes de julio como muy tarde.

Tabla 17. Cronograma de trabajo mensual propuesto para realizar una estima de parejas reproductoras de paíño de Madeira en Canarias

Acción	Año 1						Año 2						
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
Compra de material	■	■											
Programación, colocación y retirada de grabadoras AM			■	■		■							
Análisis de las grabaciones							■	■	■				
Trabajo de campo búsqueda de nidos en tres colonias					■	■							
Informe final parejas reproductoras en Canarias										■	■	■	■

A continuación, se muestra el presupuesto para la correcta realización de la estima de parejas reproductoras de paíño de Madeira en Canarias.

Tabla 18. Presupuesto detallado de los trabajos a realizar con paíño de Madeira

Tarea	Partida	Concepto	Número o días	Total
Gestión y comunicación	Personal	Coordinación y gestión del proyecto y comunicación	15	4 500.00 €
Estimas de machos presentes	Material	Grabadoras AudioMoth + IPX7 Case	23	3 081.77 €
		Tarjetas de memoria y pilas	23	299.00 €
	Personal	Programación, colocación y retirada de grabadoras	12	3 600.00 €
		Apoyo campo para colocación y retirada de grabadoras (escalada, roques y acantilados)	8	2 400.00 €
		Análisis de las grabaciones	11.5	3 450.00 €
		Informe de resultados	4	1 200.00 €
	Dietas y despl.	Barcos acceso roques y acantilados	10	3 500.00 €
		Dietas	20	2 067.40 €
Estimas de parejas reproductoras en todo Canarias	Personal	Desplazamientos personal (vuelos, km)	20	1 400.00 €
		4 días de muestreo en 3 colonias (noviembre).	12	7 200.00 €
	Informe final con estimas de parejas reproductoras en todo el archipiélago Canario	38	11 400.00 €	
	Dietas y despl.	Barcos acceso roques y acantilados	2	700.00 €
		Dietas	12	2 480.88 €
		Desplazamientos personal (vuelos, km)	12	840.00 €
			TOTAL	48 119.05 €

BIBLIOGRAFÍA

- Agresta, S. C. L. 2009. Censo y anillamiento de aves en el Parque Nacional de Timanfaya. Informe inédito para Tragsega, S. L.
- Arcos, J.M., Bécares, J., Rodríguez, B. & Ruiz, A. 2009. Áreas Importantes para la Conservación de las Aves marinas en España. LIFE04NAT/ ES/000049 – Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife). Madrid.
- Asociación GIC, 2018. Aproximación al estado actual de la pardela chica en Canarias. Taller sobre las especies pardela chica (*Puffinus baroli*) y pichoneta (*Puffinus puffinus*)- 18 de julio de 2018. Resultados de los proyectos CanMar I, CanMar II y MISTIC SEAS II. LIFE IP PAF INTEMARES GESTIÓN INTEGRADA, INNOVADORA Y PARTICIPATIVA DE LA RED NATURA 2000 EN EL MEDIO MARINO ESPAÑOL
- Asociación GIC, 2018. Proyecto Piloto de Monitorización de Aves marinas en Canarias en el marco de MISTIC SEAS II. Informe parcial 2o. Monitoreo acústico de las colonias de pardela chica *Puffinus baroli* en El Golfo (Timanfaya, Lanzarote) y Montaña Clara (Archipiélago Chinijo). Avances del proyecto MISTIC SEAS II a nivel macaronésico. Gobierno de Canarias.
- Barone, R. & D. Trujillo. 2007. Pardela chica · *Puffinus assimilis* · Little shearwater. En Lorenzo, J.A. (Ed.) Atlas de las aves nidificantes en el archipiélago canario (1997-2003). Dirección General de Conservación de la Naturaleza – SEO/BirdLife, pp.113-118.
- Bécares, J. 2017. Propuesta piloto de monitorización de las tendencias de la población, ratios de supervivencia y demás parámetros biológicos, de petrel de Bulwer y pardela cenicienta. Gobierno de Canarias.
- Bécares, J. y Gil-Velasco, M. 2019. Seguimiento de la eficacia de la Gestión del hábitat en las colonias de cría de pardela chica (*Puffinus baroli*) de Montaña Clara y del norte de El Golfo en Lanzarote en apoyo a la recuperación de un estado de conservación favorable de los núcleos reproductores. Informe parcial Segundo. Cory's- Investigación y Conservación de la Biodiversidad. Dirección General de Lucha Contra el Cambio Climático y Medio Ambiente; Gobierno de Canarias.
- Bécares, J.; Gil-Velasco, M. 2021. Identificación y prospección de nuevas zonas con presencia de pardela chica con el fin de favorecer la fijación de ejemplares reproductores de la especie para su posterior marcaje en próximas temporadas. LIFE15 IP ES012 – INTEMARES. ACCIÓN A2.4 (Mejora del conocimiento de especies para la gestión). Informe inédito.
- Bécares, J., Morey-Rubio, C. y Gil-Velasco, M. 2021. PUESTA EN MARCHA DE UN PLAN DE MONITORIZACIÓN DE AVES MARINAS EN CANARIAS PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE SUS POBLACIONES. LOTE 1: Estudio de distribución, abundancia y parámetros reproductores de petrel de Bulwer (*Bulweria bulwerii*) y pardela cenicienta (*Calonectris borealis*) en Canarias. Informe 3. Trabajos de campo en 2021. CORY'S y Gobierno de Canarias. Informe inédito.
- Bécares, J., Gil-Velasco, M. y Tejera, G. 2020a. Seguimiento de la eficacia de la gestión del hábitat en las colonias de cría de pardela chica (*Puffinus baroli*) de montaña clara y del norte del Golfo en Lanzarote en apoyo a la recuperación de un estado de conservación favorable de

- los núcleos reproductores. Informe parcial 3. (Informe Final). Dirección General de Lucha Contra el Cambio Climático y Medio Ambiente. Gobierno de Canarias. Informe inédito.
- Bécares, J., Tejera, G. y Gil-Velasco, M. 2020b. PUESTA EN MARCHA DE UN PLAN DE MONITORIZACIÓN DE AVES MARINAS EN CANARIAS PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE SUS POBLACIONES. LOTE 1: Estudio de distribución, abundancia y parámetros reproductores de petrel de Bulwer (Bulweria bulwerii) y pardela cenicienta (Calonectris borealis) en Canarias. Informe 2. Trabajos de campo en 2020. CORY'S y Gobierno de Canarias. Informe inédito.
 - Bécares, J.; Gil-Velasco, M. y Aguilar, N. 2016. Canarias con la Mar II. Conservación de cetáceos y Aves marinas en Canarias (Memoria Técnica). Informe de GIC-ULL a la Fundación Biodiversidad-MAGRAMA.
 - Bécares, J.; Gil-Velasco, M.; Morales, E. y Aguilar, N. (2015). Canarias con la Mar. Conservación de cetáceos y Aves marinas en Canarias (Memoria Técnica). Informe de GIC-ULL a la Fundación Biodiversidad-MAGRAMA.
 - Bécares, J.; Rodríguez, B.; Torrent, J.; Barros, A.; Gil, M.; González, S.; Ruiz, A. & Arcos, J.M. Distribución de pequeños procelariformes en aguas del archipiélago canario. En: Valeiras, X., Muñoz, G., Bermejo, A., Arcos, J.M. y Paterson, A.M. (Eds.) 2011. Actas del 6º Congreso del GIAM y el Taller internacional sobre la Ecología de Paíños y Pardelas en el sur de Europa. Boletín del Grupo Ibérico de Aves Marinas, 34: 111-115.
 - Bioacoustics Research Program. (2011). Raven Pro: interactive sound analysis software. Version 1.4. *Cornell Laboratory of Ornithology*.
 - Bolton, M., Medeiros, R., Hothersall, B., Campos, A. 2004. The use of artificial breeding chambers as a conservation measure for cavity-nesting procellariiform seabirds: a case study of the Madeiran storm petrel (*Oceanodroma castro*). *Biological Conservation* 116 (2004) 73–80.
 - Bolton, M., Smith, A.L., Gómez-Díaz, E., Friesen, V.L., Medeiros, R., Bried, J., Roscales, J.L. and Furness, R.W. (2008), Monteiro's Storm-petrel *Oceanodroma monteiroi*: a new species from the Azores. *Ibis*, 150: 717-727
 - Borker, A. L., McKown, M. W., Ackerman, J. T., Eagles-Smith, C. A., Tershy, B. R., & Croll, D. A. (2014). Vocal activity as a low cost and scalable index of seabird colony size. *Conserv Biol*, 28(4), 1100-1108. doi:10.1111/cobi.12264
 - Bried, J., Magalhães, M. C., Bolton, M., Neves, V. C., Bell, E., Pereira, J. C., ... & Santos, R. S. (2009). Seabird habitat restoration on Praia Islet, Azores archipelago. *Ecological Restoration*, 27(1), 27-36.
 - Buckland, S., Anderson, D., Burnham, J., Laake, J., Borchers, D. & Thomas, L. (2001) *Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. Oxford: Oxford University Press.
 - Carboneras, C., Jutglar, F. and Kirwan, G.M. 2014. Audubon's Shearwater (*Puffinus lherminieri*). In: del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E. (eds.) 2014. *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona.
 - Concepción, D. (1992). Avifauna del Parque Nacional de Timanfaya. Censo y análisis. Red de Parques Nacionales. ICONA. Madrid.

- Concepción, D. (2001). Anillamiento, censo y seguimiento de especies de aves marinas en el Parque Nacional de Timanfaya (Memoria año 2001). Informe inédito para Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- Concepción, D. (2004). Paíño de Madeira *Oceanodroma castro*. En Madroño, A. C. González, C. y Atienza, J. C. (Eds.) Libro Rojo de las Aves de España. Dirección General para la Biodiversidad-SEO/BirdLife. Madrid.
- Cure, C., Aubin, T., & Mathevon, N. (2011). Sex discrimination and mate recognition by voice in the Yelkouan shearwater *Puffinus yelkouan*. *Bioacoustics*, 20(3), 235-249.
- Delgado, G., Martín, A., Nogales, M., Quilis, V., Hernández, E., Trujillo, O., & Santana, F. (1988). Nuevos datos sobre el Paíño de Madeira (*Oceanodroma castro*) en las Islas Canarias.
- Fagundes, A. I., Ramos, J. A., Ramos, U., Medeiros, R., & Paiva, V. H. (2016). Breeding biology of a winter-breeding procellariiform in the North Atlantic, the Macaronesian Shearwater *Puffinus lherminieri baroli*. *Zoology*, 119(5), 421-429.
- Friesen, V.L., Smith, A.L., Gomez-Díaz, E., Bolton, M., Furness, R.W., González-Solís, J., Monteiro, L.R., 2007. Sympatric speciation by allochryony in a seabird. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 104, 18589–18594.
- Gil-Velasco, M. 2019. Proyecto Piloto de Monitorización de Aves marinas en Canarias en el marco de MISTIC SEAS II. 4º INFORME (Informe Final). Dirección General de Protección de la Naturaleza. Consejería de Política Territorial, Sostenibilidad y Seguridad. Gobierno de Canarias.
- Gil-Velasco, M.; Bécares, J.; Rodríguez, B.; Tejera, G.; Trujillo, D.; García-Tarrasón, M. y Aguilar, N. Pardela chica. En Bécares, J.; Gil-Velasco, M.; Morales, E. y Aguilar, N. 2015. Canarias con la Mar. Conservación de cetáceos y Aves marinas en Canarias (Memoria Técnica). Informe de GIC-ULL a la Fundación Biodiversidad-MAGRAMA.
- Gil-Velasco, M.; Bécares, J.; Tejera, G.; y Aguilar, N. Pardela chica. En Bécares, J.; Gil-Velasco, M. y Aguilar, N. 2016. Canarias con la Mar II. Conservación de cetáceos y Aves marinas en Canarias (Memoria Técnica). Informe de GIC-ULL a la Fundación Biodiversidad-MAGRAMA.
- Gil-Velasco, M., Bécares, J., Tejera, G. 2018. Estudio de la actividad vocal del paíño de Madeira (*Hydrobates castro*) en la colonia de El Golfo, Lanzarote. Dirección General de Protección de la Naturaleza. Consejería de Política Territorial, sostenibilidad y Seguridad. Gobierno de Canarias
- Gil-Velasco, M. y Bécares, J.; 2018. INSTALACIÓN DE CAJAS NIDO DESTINADAS A PARDELA CHICA (*Puffinus baroli*) EN COLONIAS DE CRÍA DEL ARCHIPIÉLAGO CANARIO. Asociación GIC LIFE IP INTEMARES. Gestión integrada, innovadora participativa de la Red Natura 2000 en el medio marino español. Informe inédito
- Gil-Velasco, M. y Bécares, J.; 2019. COLOCACIÓN DE CAJAS NIDO PARA PAÍÑO DE MADEIRA (*HYDROBATES CASTRO*) EN EL ISLOTE DE MONTAÑA CLARA. Gobierno de Canarias. Informe inédito.
- Gil-Velasco, M. y Bécares, J. 2019. Colocación de cajas nido para paíño de Madeira (*Hydrobates castro*) en el islote de Montaña Clara. Informe final. Asociación GIC. Dirección General de Lucha Contra el Cambio Climático y Medio Ambiente; Gobierno de Canarias.
- Gil-Velasco, M. y Bécares, J. 2019. Seguimiento de la eficacia de la Gestión del hábitat en las colonias de cría de pardela chica (*Puffinus baroli*) de Montaña Clara y del norte de El Golfo en

- Lanzarote en apoyo a la recuperación de un estado de conservación favorable de los núcleos reproductores. Informe parcial primero. Cory's- Investigación y Conservación de la Biodiversidad. Dirección General de Lucha Contra el Cambio Climático y Medio Ambiente; Gobierno de Canarias.
- Gil-Velasco, M. y Bécares, J. 2019. PUESTA EN MARCHA DE UN PLAN DE MONITORIZACIÓN DE AVES MARINAS EN CANARIAS PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE SUS POBLACIONES. LOTE 2: Estudio de distribución y abundancia de pardela chica (*Puffinus baroli*) y paíño de Madeira (*Hydrobates castro*) en Canarias. Memoria técnica inicial. CORY'S y Gobierno de Canarias. Informe inédito.
 - Gil-Velasco, M., Bécares, J. y Tejera, G. 2020. PUESTA EN MARCHA DE UN PLAN DE MONITORIZACIÓN DE AVES MARINAS EN CANARIAS PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE SUS POBLACIONES. LOTE 2: Estudio de distribución y abundancia de pardela chica (*Puffinus baroli*) y paíño de Madeira (*Hydrobates castro*) en Canarias. Informe 2. Trabajos realizados en el período invernal 2019-2020. CORY'S y Gobierno de Canarias. Informe inédito.
 - Gil-Velasco, M. Paiva, V. and Bécares, J. 2020. Pardela chica *Puffinus baroli*. En Keller, V., Herrando, S., Voříšek, P., Franch, M., Kipson, M., Milanese, P., Martí, D., Anton, M., Klvaňová, A., Kalyakin, M.V., Bauer, H.-G. & Foppen, R.P.B. (2020). European Breeding Bird Atlas 2: Distribution, Abundance and Change. European Bird Census Council & Lynx Edicions, Barcelona.
 - Gil-Velasco, M., Bécares, J. y Morey-Rubio, C. 2021. PUESTA EN MARCHA DE UN PLAN DE MONITORIZACIÓN DE AVES MARINAS EN CANARIAS PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE SUS POBLACIONES. LOTE 2: Estudio de distribución y abundancia de pardela chica (*Puffinus baroli*) y paíño de Madeira (*Hydrobates castro*) en Canarias. Informe 3. Trabajos realizados en el período invernal 2020-2021. CORY'S y Gobierno de Canarias. Informe inédito.
 - Gil-Velasco, M., Bécares, J., Tejera, G. y Morey, C. 2021. Paíño de Madeira *Oceanodroma castro*. En: López-Jiménez, N. (Ed.): Libro Rojo de las Aves de España, pp. 462-465. SEO/BirdLife. Madrid
 - Gil-Velasco, M., Bécares, J., Tejera, G. y Morey, C. 2021. Pardela chica macaronésica *Puffinus baroli*. En: López-Jiménez, N. (Ed.): Libro Rojo de las Aves de España, pp. 226-232. SEO/BirdLife. Madrid.
 - Gil-Velasco, M., Bécares, J., Morey, C., Illa, M. y Tejera, G. 2022. Paíño de Madeira *Oceanodroma castro*, en ATLAS DE LAS AVES EN ÉPOCA REPRODUCTORA 2014-2018 (in prep.) SEO/BirdLife
 - Gil-Velasco, M., Bécares, J., Tejera, G. y Morey, C. 2022. Pardela chica *Puffinus baroli*, en ATLAS DE LAS AVES EN ÉPOCA REPRODUCTORA 2014-2018 (in prep.) SEO/BirdLife
 - Gil-Velasco, M. y Bécares, J. 2023. PUESTA EN MARCHA DE UN PLAN DE MONITORIZACIÓN DE AVES MARINAS EN CANARIAS PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE SUS POBLACIONES. LOTE 2: Estudio de distribución y abundancia de pardela chica (*Puffinus baroli*) y paíño de Madeira (*Hydrobates castro*) en Canarias. Informe final: Trabajos realizados entre 2019 y 2023. CORY'S y Gobierno de Canarias. (Informe inédito).

- Gil-Velasco, M., Illa, M.; Bécares, J. y Morey-Rubio, C. 2023b. Aproximación al conocimiento de la comunidad de aves marinas procelariiformes en La Graciosa (presencia, distribución y abundancia) que permita el diseño de las actuaciones de gestión y adaptación necesarias. PIMA-ADAPTA. Informe final – Descripción y resultados de los trabajos realizados. Organismo Autónomo de Parques Nacionales - Centro de La Graciosa (Informe inédito).
- Groz, M. P., Monteiro, L. R., Pereira, J. C., Silva, A. G., & Ramos, J. A. 2005b. Conservation of Puffinus species in the Azores.
- Granadeiro, J. P., Nunes, M., Silva, M. C., & Furness, R. W. (1998). Flexible foraging strategy of Cory's shearwater, *Calonectris diomedea*, during the chick-rearing period. *Animal behaviour*, 56(5), 1169-1176.
- Kirwan, G. M., C. Carboneras, and F. Jutglar (2020). Barolo Shearwater (*Puffinus baroli*), version 1.0. In *Birds of the World* (S. M. Billerman, B. K. Keeney, P. G. Rodewald, and T. S. Schulenberg, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.litshe1.01>
- Lorenzo, J. A., & Barone, R. D. (2007). Paíño de Madeira, *Oceanodroma castro*. Atlas de las aves nidificantes en el archipiélago canario (1997-2003), 127-131.
- Madroño, A., González, C. y Atienza, J.C. (Eds.). 2004. Libro Rojo de Las Aves de España. *Dirección General para la Diversidad-Sociedad Española de Ornitología. Madrid.*
- Martín, A., & Lorenzo, J. A. (2001). *Aves del archipiélago canario*. Francisco Lemus.
- Martín, A., M. Nogales, V. Quilis, E. Hernández, O. Trujillo & Santana, F. 1987. Distribución y status de las aves marinas nidificantes en el archipiélago canario con vistas a su conservación. Universidad de La Laguna. Dirección General de Medio Ambiente y Conservación de la Naturaleza-Gobierno de Canarias. Informe inédito.
- Matias, R., & Catry, P. (2010). The diet of Atlantic Yellow-legged Gulls (*Larus michahellis atlantis*) at an oceanic seabird colony: estimating predatory impact upon breeding petrels. *European Journal of Wildlife Research*, 56, 861-869.
- Mystic Seas, 2016. Workpackage 2– Common MSFD monitoring strategy to marine mammals, sea turtles and seabirds, applied to Descriptor 1 throughout Macaronesia. TECHNICAL REPORT 2
- Mongeout, F. & Bretagnolle, V. 2000. Predation risk and moonlight avoidance in nocturnal seabirds. *JOURNAL OF AVIAN BIOLOGY* 31: 376–386. Copenhagen 2000
- Monteiro, L. R., Ramos, J. A., Furness, R. W., & Del Nevo, A. J. (1996). Movements, morphology, breeding, molt, diet and feeding of seabirds in the Azores. *Colonial waterbirds*, 82-97.
- Monteiro, L. R., Ramos, J. A., & Furness, R. W. (1996)b. Past and present status and conservation of the seabirds breeding in the Azores archipelago. *Biological conservation*, 78(3), 319-328.
- Monteiro, L. R., & Furness, R. W. (1996). Molt of Cory's Shearwater during the breeding season. *The Condor*, 98(2), 216-221.
- Monteiro, L. R., Granadeiro, J. P., & Furness, R. W. (1998b). Relationship between mercury levels and diet in Azores seabirds. *Marine Ecology Progress Series*, 166, 259-265.
- Monteiro, L. R., & Furness, R. W. (1998). Speciation through temporal segregation of Madeiran storm petrel (*Oceanodroma castro*) populations in the Azores?. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 353(1371), 945-953.



- Monteiro, L. D. R., Ramos, J. A., Pereira, J. C., Monteiro, P. R., Feio, R. S., Thompson, D. R., ... & Thompson, K. R. (1999). Status and distribution of Fea's petrel, Bulwer's petrel, Manx shearwater, Little shearwater and Band-rumped storm-petrel in the Azores Archipelago. *Waterbirds*, 358-366.
- Mougin, J. L., Jouanin, C. H. R., & Roux, F. (1997). Intermittent breeding in Cory's Shearwater *Calonectris diomedea* of Selvagem Grande, North Atlantic. *Ibis*, 139(1), 40-44.
- Neves, V.C. Bried, J., González-Solís, J., Roscales, J.L. & Clarke, M.R. 2012. Feeding ecology and movements of the Barolo shearwater *Puffinus baroli baroli* in the Azores, NE Atlantic. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 452: 269-285.
- Oliveira, P. y P. Moniz. 1995. Population size, breeding chronology, annual cycle and effects of inter-specific competition on the reproduction success of Little Shearwater *Puffinus assimilis baroli* in Selvagem Grande. In *Threats to Seabirds: Proceedings of the 5th International Seabird Group conference, 24-26 March 1995: 35-36*. Glasgow.
- Opper, S., Hervias, S., Oliveira, N., Pipa, T., Silva, C., Geraldes, P., ... & McKown, M. (2014). Estimating population size of a nocturnal burrow-nesting seabird using acoustic monitoring and habitat mapping. *Nature Conservation* 7: 1-13.
- OSPAR Commission. 2009. Background Document for Little shearwater *Puffinus assimilis baroli* http://qsr2010.ospar.org/media/assessments/Species/P00412_Little_shearwater.pdf
- Ramírez, I., Geraldes, P., Merinho, A., Amorim, P. & Paiva, V. 2009. *Áreas Marinhas Importantes para as Aves em Portugal*. Projecto LIFE04NAT/PT/000213 – Sociedade Portuguesa Para o Estudo das Aves. Lisboa.
- Ramos, J. A., Fagundes, A. I., Xavier, J. C., Fidalgo, V., Ceia, F. R., Medeiros, R., & Paiva, V. H. (2015). A switch in the Atlantic Oscillation correlates with inter-annual changes in foraging location and food habits of Macaronesian shearwaters (*Puffinus baroli*) nesting on two islands of the sub-tropical Atlantic Ocean. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 104, 60-71.
- Ramos, R.; Granadeiro, J.P.; Rodríguez, B.; Navarro, J.; Paiva, V.H.; Bécares, J.; Reyes-González, J.M.; Fagundes, I.; Ruiz, A.; Arcos, J.M.; González-Solís, J. & Catry, P. 2013. Meta-population feeding grounds of Cory's shearwater in the subtropical Atlantic Ocean: implications for the definition of Marine Protected Areas based on tracking studies. *Diversity and Distributions*. Volume 19, Issue 10: 1284-1298.
- Ramos, U. 2013. Reproductive biology of an endangered seabird species, the Macaronesian shearwater *Puffinus baroli baroli*. Universidade de Coimbra. Tesis de Master.
- Ratcliffe, N., Zino, F.J., Oliveira, P., Vasconcelos, A., Hazevoet, C.J., Costa Neves, H., Monteiro, L.R. & Zino, E.A. 2000. The status and distribution of Fea's Petrel *Pterodroma feae* in the Cape Verde Islands. *Atlantic Seabirds* 2 (2): 73-86.
- Reyes-González, J. M., González-Solís, J. (2016). Pardela cenicienta atlántica *Calonectris borealis*. En: *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Salvador, A., Morales, M. B. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>
- Reyes-González, J. M. 2022. Pardela cenicienta atlántica *Calonectris borealis*. En, B. Molina, A. Nebreda, A. R. Muñoz, J. Seoane, R. Real, J. Bustamante y J. C. del Moral: III Atlas de las aves en

época de reproducción en España. SEO/BirdLife. Madrid.
<https://atlasaves.seo.org/ave/pardela-cenicenta-canaria/>

- Reyes-González, J. M.; Zajková, Z.; Morera-Pujol, V.; De Felipe, F.; Militão, T.; Dell’Ariccia, G.; Ramos, R.; Igual, J. M.; Arcos, J. M. y González-Solís, J. 2017. Migración y ecología espacial de las poblaciones españolas de pardela cenicienta. Monografía n.º 3 del programa Migra. SEO/BirdLife. Madrid. <https://doi.org/10.31170/0056>
- Reyes-González, J.M. 2021. Pardela cenicienta atlántica *Calonectris borealis*. En: López-Jiménez, N. (Ed.): Libro Rojo de las Aves de España, pp. 695-700. SEO/BirdLife. Madrid
- Robb, M. and Mullarney, K. 2008 *Petrels Night and Day: A Sound Approach Guide*. Published by The Sound Approach, Dorset (UK). ISBN: 9789081093323
- Rodríguez, A, & Padilla, D. P. (2006). FIRST BREEDING RECORD OF MACARONESIAN SHEARWATER *Puffinus baroli baroli* IN EL HIERRO (CANARY ISLANDS). *Alauda*, 74, 449–450.
- Rodríguez, A. & Rodríguez, B. 2009. Attraction of petrels to artificial lights in the Canary Islands: effects of the moon phase and age class. *Ibis*, 151, pp 299-310.
- Rodríguez, A., Rodríguez, B. & Lucas, M.P. 2012. Trends in numbers of petrels attracted to artificial lights suggest population declines in Tenerife, Canary Islands. *Ibis*, Vol 154. Pp 167-172.
- Rodríguez, A., Rodríguez, B., & Negro, J. J. (2015). GPS tracking for mapping seabird mortality induced by light pollution. *Scientific reports*, 5, 10670.
- Rodríguez, A., Rodríguez, B., Curbelo, Á. J., Pérez, a., Marrero, S., & Negro, J. J.; 2012b. Factors affecting mortality of shearwaters stranded by light pollution. *Animal Conservation*, 15, 519–526.
- Rodríguez, B. & Rodríguez, A. 2014. Documento base del Plan de Conservación de la pardela chica *Puffinus assimilis baroli*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Informe inédito.
- Rodríguez, B., De León, L., Martín, A., Alonso, J. & Nogales, M. (2003). Status and distribution of breeding seabirds in the Northern Islets of Lanzarote, Canary Islands. *Atlantic Seabirds* 5: 41-56.
- Paiva, V. H., Geraldes, P., Ramírez, I., Meirinho, A., Garthe, S., & Ramos, J. A. (2010). Oceanographic characteristics of areas used by Cory’s shearwaters during short and long foraging trips in the North Atlantic. *Marine Biology*, 157(6), 1385-1399.
- SEO/BirdLife. 2010. Marcaje con emisores satélite de pardela chica *Puffinus assimilis* en Montaña Clara (Archipiélago Chinijo). Abril - Mayo 2010. LIFE+ INDEMARES (LIFE07NAT/E/00732). Informe inédito
- Smith, A. L., Monteiro, L., Hasegawa, O., & Friesen, V. L. (2007). Global phylogeography of the band-rumped storm-petrel (*Oceanodroma castro*; Procellariiformes: Hydrobatidae). *Molecular phylogenetics and evolution*, 43(3), 755-773.
- SPEA, 2022. Atlas de las aves marinhas de Portugal. <http://www.atlasavesmarinhas.pt/>
- Taylor, R., Bolton, M., Beard, A., Birt, T., Deane-Coe, P., Raine, A.F., González-Solís, J., Loughheed, C. & Friesen, V. 2019. Cryptic species and independent origins of allochronic populations within a seabird species complex. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 139 (2019) 106552.



- Trujillo, D. & Ramos, J.J. 2003. Pardela chica *Puffinus assimilis*. 2004 En R. Martí y J.C. del Moral (Eds) Atlas de las Aves Reproductoras de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza – SEO/BirdLife. Madrid.
- Trujillo, D. & Ramos, J.J. 2004. Pardela chica *Puffinus assimilis baroli*. En A. Madroño, C. González y J.C. Atienza (Eds) Libro Rojo de las aves de España. Dirección General para la Biodiversidad- SEO/BirdLife. Madrid.
- Trujillo, D., Ramos, J.J. & Siverio, M. 1998. Contribución al conocimiento de la nidificación y distribución de la pardela chica *Puffinus assimilis* en la isla de Tenerife. Resúmenes de ponencias y posters. XIV Jornadas Ornitológicas de SEO/BirdLife. 11-18 Octubre 1998. Puerto de La Cruz. Tenerife.
- Warham, J. 1996. The behaviour, population biology and physiology of the petrels. Academic Press. London.
- Zajková, Z, Guallar, S. & González-Solís, J. 2014. New insights into behavioural strategies and time cycles in a small oceanic seabird: Boyd's shearwater (*Puffinus boydi*). Poster en el XXII Congreso Español de Ornitología.
- Mougeot, F., & Bretagnolle, V. (2000). Predation risk and moonlight avoidance in nocturnal seabirds. *Journal of Avian Biology*, 31(3), 376-386.
- Neves, V. C., Bried, J., González-Solís, J., Roscales, J. L., & Clarke, M. R. (2012). Feeding ecology and movements of the Barolo shearwater *Puffinus baroli baroli* in the Azores, NE Atlantic. *Marine Ecology Progress Series*, 452, 269-285.
- Rubolini, D., Maggini, I., Ambrosini, R., Imperio, S., Paiva, V. H., Gaibani, G., ... & Cecere, J. G. (2015). The effect of moonlight on Scopoli's shearwater *Calonectris diomedea* colony attendance patterns and nocturnal foraging: A test of the foraging efficiency hypothesis. *Ethology*, 121(3), 284-299.
- Cruz, S. M., Hooten, M., Huyvaert, K. P., Proaño, C. B., Anderson, D. J., Afanasyev, V., & Wikelski, M. (2013). At-sea behavior varies with lunar phase in a nocturnal pelagic seabird, the swallow-tailed gull. *PLoS One*, 8(2), e56889.
- Dias, M. P., Romero, J., Granadeiro, J. P., Catry, T., Pollet, I. L., & Catry, P. (2016). Distribution and at-sea activity of a nocturnal seabird, the Bulwer's petrel *Bulweria bulwerii*, during the incubation period. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 113, 49-56.
- Gil-Velasco, M, Illa, M., Bécares, J., Morey, C. (2023). Aproximación al conocimiento de la comunidad de aves marinas procelarifórmes en La Graciosa (presencia, distribución y abundancia) que permita el diseño de las actuaciones de gestión y adaptación necesarias. PIMA-ADAPTA. Informe final – Descripción y resultados de los trabajos realizados. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Informe inédito.