



GUÍA METODOLÓGICA
PARA LA DESCRIPCIÓN DE
GOLONDRINAS DE MAR
Y GAVIOTA GARUMA
EN EL DESIERTO DEL NORTE DE CHILE

Fotos portada

©ROC y ©Andrea Benvenuti,
biólogo y fotógrafo de *Ornis Italica*



GUÍA METODOLÓGICA PARA LA DESCRIPCIÓN DE GOLONDRINAS DE MAR Y GAVIOTA GARUMA EN EL DESIERTO DEL NORTE DE CHILE



GUIA ELABORADA POR:

PATROCINADA POR:

CON EL APOYO DE:



¿Cómo citar la guía?

ROC (2024) Guía metodológica para la descripción de golondrinas de mar y gaviota garuma en el desierto del norte de Chile. Versión 1.0. Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile. 54 pp.

Autores:

Pablo Gutiérrez¹, Rodrigo Silva¹, Ricardo Pino¹ e Ivo Tejada¹.

¹ Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile (ROC)

Equipo colaborador y revisor:

Paola Aranedá, Nathali Correa¹, Benjamín Gallardo², Gonzalo González, Fernando Medrano², Vicente Pantoja², Ronny Peredo², Daniel Terán², Charif Tala³, Roberto Aguilar, Rodrigo Fernández⁴ y Vinko Malinarich⁵.

¹ Oficina de Evaluación Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente

² Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile (ROC)

³ Departamento de Conservación de Especies, División de Recursos Naturales y Biodiversidad, Ministerio del Medio Ambiente

⁴ Gestión Ambiental Oficina Central, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)

⁵ Recursos Naturales Renovables, Región de Tarapacá, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)

Diseño e ilustraciones:

Rodrigo Verdugo T.

Los autores agradecen a:

A todos los voluntarios y voluntarias, profesionales, investigadores e investigadoras que han dedicado incontables horas en el terreno para enriquecer el conocimiento de estas especies.

Ricardo Pino agradece a Camila Lara P., Luna Pino A., Mabel Riffo R., Felipe Silva R. y Dafne Pino R. por su colaboración, inspiración y apoyo para la elaboración de esta guía.

Rodrigo Silva agradece a Rodrigo Barros y Ronny Peredo, por demarcar la senda sobre la cual hoy transitamos. También a Patricia Marchant R., Violeta Silva M. y Rocío Silva M., por su apoyo y aliento constante.



ÍNDICE

1	Presentación	7
2	Cómo usar esta guía	9
3	Antecedentes de las especies	11
3.1	Generalidades golondrinas de mar en Chile	11
3.2	Información espacial de aves nidificantes del desierto e islas:	13
3.3	Golondrina de mar negra (<i>Hydrobates markhami</i>)	15
3.4	Golondrina de mar de collar (<i>Hydrobates hornbyi</i>)	22
3.5	Golondrina de mar peruana (<i>Hydrobates tethys</i>)	26
3.6	Golondrina de mar chica (<i>Oceanites gracilis</i>)	30
3.7	Gaviota garuma (<i>Leucophaeus modestus</i>)	36
4	Tipos de proyectos e impactos potenciales	41
4.1	Área de influencia	42
5	Consideraciones del diseño y muestreo	44
5.1	Consideraciones generales	44
5.2	Diseño del estudio	44
5.3	Campañas de terreno	45
5.4	Fechas de muestreo	45
6	Metodologías	48
6.1	Golondrinas de mar, definiciones	48
6.2	Metodologías para golondrinas de mar	50
	Transectos de búsqueda y revisión de cavidades	50
	Boroscopio	52
	Playback	54
	Grabadores de audio autónomos	56
	Búsqueda de nidos con canes entrenados	58
	Dispositivos de visión nocturna	60
	Radar	62
	Cámaras trampa	64
6.3	Gaviota garuma, definiciones	68
6.4	Metodologías para gaviota garuma	68
	Transectos o punto de muestreos	70
	Dispositivos de visión nocturna	69
	Radar	72
	Grabadores de audio autónomos	74
7	Referencias	77



Huellas de golondrina de mar negra (*Hydrobates markhami*)



1. PRESENTACIÓN

El desierto de Atacama es un lugar que por muchos años fue considerado como un ambiente inhóspito y carente de vida, sin embargo, el entendimiento de sus ambientes y la biodiversidad que allí habita, ha aumentado considerablemente en los últimos años. Actualmente conocemos que varias especies conviven y realizan sus ciclos de vida en este ambiente, incluyendo aves que desarrollan gran parte de su vida en el mar, pero que han evolucionado para nidificar en sectores interiores del desierto, pudiendo en ocasiones realizarlo cercano a la costa. Entre estas, destacan la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) y cuatro especies de golondrinas de mar: golondrina de mar negra (*Hydrobates markhami*), golondrina de mar de collar (*Hydrobates hornbyi*), golondrina de mar chica (*Oceanites gracilis*) y golondrina de mar peruana (*Hydrobates tethys*).

En cuanto a las golondrinas de mar, por una parte, se ha descubierto la ubicación de grandes sitios reproductivos, pero por otra, se ha hecho evidente la existencia de áreas de nidificación correspondientes a nidos aislados. A su vez, existen vastas superficies que permanecen inexploradas.

En términos generales, las áreas de nidificación, salvo contadas excepciones, se ubican en sectores desérticos entre las regiones de Arica y Parinacota y Atacama, en una macrozona con un importante desarrollo actual y futuro de proyectos de generación energética (solar, eólica e hidrógeno verde), transmisión eléctrica y minería, los cuales se encuentran considerados dentro de los planes de energía y descarbonización de Chile, derivando en un conflicto por uso del territorio.

El desarrollo de proyectos como los señalados, en general, puede conllevar el deterioro y reducción del hábitat reproductivo. Adicionalmente las estructuras en altura como aquellas existentes en parques eólicos y tendidos eléctricos, y la iluminación artificial asociada a estos proyectos, pueden generar colisión, desorientación y caídas masivas de ejemplares de avifauna, lo que en conjunto, contribuye a aumentar la probabilidad de extinción de especies actualmente amenazadas.

Estos efectos adquieren especial relevancia ya que tres especies de golondrinas de mar se encuentran en categoría de amenaza y la gaviota garuma, en tanto, está clasificada como Vulnerable (Reglamento de Clasificación de Especies, RCE)¹. Asimismo, en 2022 se oficializó el Plan de Recuperación, Conservación y Gestión de las Golondrinas de mar en el Norte de Chile (Plan RECOGE), con el objetivo de mitigar y controlar las amenazas a estas especies y fortalecer su conservación. La presente guía responde directamente a las necesidades detectadas en el plan RECOGE para abordar las interacciones entre proyectos de inversión y golondrinas de mar, específicamente a la acción 1.3.5 "Elaborar una guía metodológica para el levantamiento de línea de base sobre golondrina de mar para proyectos".

La interacción entre el desarrollo de proyectos y la conservación de los sitios de nidificación tiene su manifestación más clara en la tramitación de proyectos en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), aunque ciertamente lo excede. A la fecha existen varios ejemplos de proyectos que han visto ralentizado su proceso de evaluación, han desistido o han sido calificados desfavorablemente por carecer de información relevante para la evaluación de los impactos potenciales sobre golondrinas de mar o gaviota garuma. Muchas veces las deficiencias que se manifiestan en estas etapas, en muchos casos bastante avanzadas en la vida del proyecto, se relacionan con una caracterización insuficiente o inadecuada del componente fauna.

Los documentos técnicos que describen las metodologías más ampliamente utilizadas en la descripción de la fauna en proyectos que ingresan al SEIA –por ser anteriores al descubrimiento de los principales sitios de nidificación de golondrinas, o aparición de nuevas tecnologías- no mencionan métodos adecuados para la descripción de los atributos relevantes de golondrinas de mar y gaviota garuma. En la escena internacional, en tanto, se ha desarrollado un conjunto de métodos potencialmente replicables, sin embargo, la información respecto de sus características, potencialidades y limitaciones se encuentra de forma dispersa. Complementariamente, en Chile, distintos equipos han desarrollado experiencia en el uso de algunas de estas metodologías, pero los aprendizajes de este proceso no se encuentran disponibles para el público general hasta ahora.

1 Categorías de conservación: golondrina de mar negra (*Hydrobates markhami*) En Peligro (RCE 14), golondrina de mar de collar (*Hydrobates hornbyi*) Vulnerable (RCE 16), golondrina de mar chica (*Oceanites gracilis*) Datos Insuficientes (RCE 16), gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) Vulnerable (RCE 16).



A partir del diagnóstico anterior, esta guía entrega lineamientos para la descripción de golondrinas de mar y gaviota garuma en el desierto interior del norte de Chile. Adicionalmente, se ponen a disposición los antecedentes biológicos de las especies que son fundamentales para diseñar adecuadamente el estudio de aves marinas. Con todo lo anterior, esperamos favorecer que las caracterizaciones ambientales presenten información veraz y suficiente, posibilitando así una adecuada identificación, evaluación y calificación de impactos.

El alcance de esta guía está circunscrito a la etapa de caracterización ambiental (línea base o descripción de fauna), no profundizando en procesos como la evaluación de impactos y la adopción de medidas.

Esperamos que, al disponer de información precisa y oportuna, se facilite la adopción de medidas que reduzcan las presiones que los proyectos ejercen sobre las golondrinas de mar y la gaviota garuma en el norte de Chile.





Gaviotas garuma (*Leucophaeus modestus*)

2. CÓMO USAR ESTA GUÍA

Esta guía tiene por objetivo compilar y divulgar un conjunto de técnicas útiles para caracterizar, cualitativa y cuantitativamente, la reproducción y el desplazamiento de cuatro especies de golondrinas de mar y la gaviota garuma, todas presentes en el desierto interior del norte de Chile.

Aun cuando corresponde a un documento dirigido principalmente a consultores y evaluadores que se desenvuelven en el marco del SEIA, esta guía procura otorgar lineamientos metodológicos a investigadores, actores relevantes y público en general, de manera de sentar un marco base para el diseño de estudio de las especies objetivo. Paralelamente, espera promover el levantamiento de información de estas especies, lo que en el caso de golondrinas de mar es concordante con algunas de las acciones priorizadas en el plan RECOGE.

La **sección 3** de esta guía presenta antecedentes generales, sitios de reproducción y distribución de las especies de golondrinas de mar presentes en Chile y de gaviota garuma. Cabe aclarar que la información sobre sitios reproductivos es, de momento, parcial, por lo que la aplicación de las técnicas detalladas en esta guía no debe circunscribirse a los sectores que aquí se presentan. Más bien, recomendamos su aplicación en toda la macrozona del desierto de Atacama, con especial énfasis en áreas reproductivas ya identificadas y rutas de vuelo potenciales. Este enfoque, sumado a un mecanismo para que la información sea accesible, tiene el potencial de llenar los grandes vacíos de información ya mencionados. Es especialmente importante que las caracterizaciones identifiquen las especies potenciales para el área de interés, de manera que el diseño de los estudios de campo considere una combinación adecuada de métodos y épocas para el levantamiento de información.

La **sección 4** identifica los principales impactos que pueden ocurrir sobre estas aves marinas, los que deben considerarse para determinar el área de influencia y los aspectos que debe incluir la caracterización ambiental.

La **sección 5** entrega algunas consideraciones respecto del diseño y muestreo de la caracterización ambiental, en función de lo presentado en las secciones anteriores.

Por último, la **sección 6** detalla las diferentes metodologías utilizadas a nivel nacional e internacional para caracterizar este grupo de aves. Para cada una de ellas se da cuenta de sus alcances y limitaciones, orientando además su uso apropiado. A su vez, se proponen una serie de definiciones respecto de términos claves de aspectos reproductivos de las especies, con el fin de mantener una coherencia en los antecedentes que se presentan en distintos proyectos que ingresan al SEIA.



CICLO DE VIDA DE UNA GOLONDRINA DE MAR

Las golondrinas de mar pasan gran parte de su vida en altamar buscando alimento como pequeños calamares y peces pelágicos.

Visitan tierra firme únicamente para reproducirse, colocando un sólo huevo por temporada, cuyo desarrollo hasta volantón toma varios meses.



Los volantones al abandonar el nido deben atravesar grandes ciudades iluminadas en su primer viaje al mar, muchas veces siendo atraídas por éstas.



3. ANTECEDENTES DE LAS ESPECIES

A continuación, se da cuenta de aspectos básicos de la biología, sitios de nidificación y distribución de las golondrinas de mar nidificantes del norte de Chile. Para una revisión en mayor detalle sobre las distintas especies de golondrinas de mar, se recomienda acceder a la plataforma *Birds of The World* la que se encuentra actualizada periódicamente y almacena todas sus referencias.

<https://birdsoftheworld.org/bow/species/oceani2/cur/introduction>

<https://birdsoftheworld.org/bow/species/hydrob1/cur/introduction>

3.1 GENERALIDADES GOLONDRINAS DE MAR EN CHILE

Las golondrinas de mar son pequeñas aves marinas, pertenecientes a las familias *Oceanitidae* e *Hydrobatidae*, del orden Procellariiformes. Son aves de vuelo rápido y ágil, que habitan aguas alejadas de la costa donde se alimentan de pequeños peces, crustáceos y cefalópodos.

Se reproducen en tierra firme, generalmente en islas o acantilados costeros, aunque en algunas especies pueden estar decenas de kilómetros tierra adentro. Usualmente nidifican gregariamente, mostrando gran fidelidad a sus sitios reproductivos. No construyen sus nidos, sino que utilizan cavidades ya existentes. Son especies longevas y ponen un solo huevo por temporada.

En el territorio nacional habitan nueve especies de golondrinas de mar regularmente: *Oceanites oceanicus*, *Oceanites pincoyae*, *Oceanites gracilis*, *Fregetta grallaria*, *Fregetta tropica*, *Nesofregetta fuliginosa*, *Hydrobates hornbyi*, *Hydrobates tethys* y *Hydrobates markhami*, distribuidas desde el extremo norte hasta los mares subantárticos, e incluyendo las aguas de las islas oceánicas del país y el archipiélago de Juan Fernández.

Las cuatro especies de golondrinas de mar que habitan el océano Pacífico en el norte de Chile también se reproducen en el país. Estas corresponden a tres especies del género *Hydrobates*²: golondrina de mar negra (*H. markhami*), de collar (*H. hornbyi*) y peruana (*H. tethys*), y una del género *Oceanites*, correspondiente a la golondrina de mar chica (*Oceanites gracilis*) (Figura 3-1).

El conocimiento de la biología y ecología de estas especies es rudimentario, tanto en lo referido a su vida en el mar como en cuanto a su reproducción. Desde hace algunas décadas se conocen pequeñas áreas de nidificación de *H. tethys* y *O. gracilis* en las islas Grande de Atacama y Chungungo, respectivamente, pero sólo recientemente se ha descubierto que al menos tres especies nidifican en tierras interiores del desierto, desde el extremo norte hasta la región de Atacama (*H. markhami*, *H. hornbyi* y *O. gracilis*). Producto de que los descubrimientos en tierras interiores son recientes, es probable que existan múltiples sitios reproductivos que permanecen aún sin descubrir.

Otro aspecto casi desconocido son las rutas de vuelo entre el mar y los sitios de reproducción, siendo uno de los factores que ha contribuido a este desconocimiento el que las golondrinas de mar visitan sus sitios reproductivos de noche. Por esta misma razón, son susceptibles a la iluminación artificial durante estos trayectos y a la colisión con elementos aéreos. Los hallazgos de individuos caídos y/o atraídos por luminarias artificiales, ha permitido suponer que utilizan hitos del paisaje como valles y quebradas para trasladarse desde y hacia el mar.

2 El South American Classification Committee (SACC) aprobó la propuesta #829, que une el género *Oceanodroma* con *Hydrobates*, prevaleciendo este último.



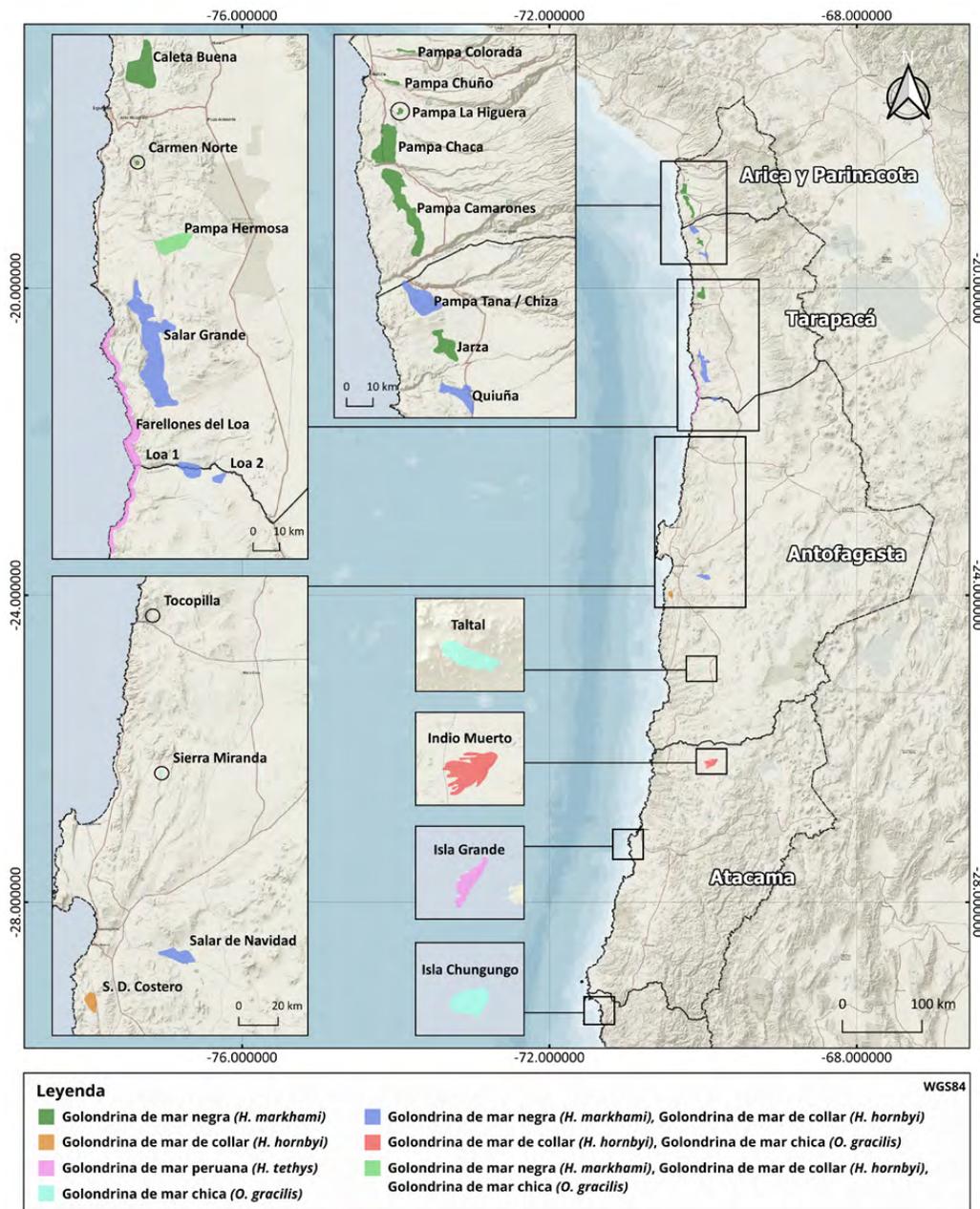
Volantón de golondrina de mar negra (*Hydrobates markhami*)



3.2 INFORMACIÓN ESPACIAL DE AVES NIDIFICANTES DEL DESIERTO E ISLAS:

La Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile (ROC) liberó en julio de 2022 una compilación espacial de información de sitios reproductivos y colonias de aves nidificantes del desierto e islas del territorio nacional. Esta compilación alberga información sobre golondrinas de mar, gaviota garuma, yunco de Humboldt, fardela blanca, gaviotín chico y petrel de Juan Fernández.

La información se encuentra pública en el siguiente enlace: [Información espacial ROC](#). Estos documentos se actualizan periódicamente y el objetivo es proveer información relevante a investigadores, consultores, desarrolladores de proyectos y profesionales involucrados.



Sitios de reproducción de golondrinas de mar en el norte de Chile.



Golondrina de mar negra (*Hydrobates markhami*)



GOLONDRINA DE MAR NEGRA (*Hydrobates markhami*)

Distribución:

Se distribuye en aguas tropicales y pelágicas del océano Pacífico, desde Centroamérica hasta el norte de Chile. Dentro del país, se encuentra entre las aguas del extremo norte, colindando con Perú, hasta el mar de la región de Atacama, alcanzando raramente las regiones de Coquimbo y Valparaíso.

Se reproduce únicamente en Perú y Chile. En el territorio nacional nidifica en extensas áreas de las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, que en su conjunto albergan al 96% de la población global conocida de la especie.

Sitios en los que se conoce su nidificación:

Perú: En la Reserva Nacional Paracas en los sectores de: Cerro Lechuza, Isla San Gallan, Cerro Gallinazo, Punta Carreta, Isla la Vieja y Morro Quemado (Jahncke 1993, 1994). Recientemente encontrada una pequeña colonia también en el extremo sur de Tacna, Pampa Pie de Candela (Gallardo *et al.* 2023).

Región de Arica y Parinacota: Pampas Chuño, Colorada, La Higuera, Chaca y Camarones (Torres-Mura & Lemus 2013, Barros *et al.* 2019, Medrano *et al.* 2019).

Región de Tarapacá: Pampa Tana/Chiza, Salar de Quiuña, Jarza, Caleta Buena (Pampa Perdiz), El Carmen norte, Pampa Hermosa y Salar Grande (Barros *et al.* 2019, Malinarich & Vallverdú 2019, Medrano *et al.* 2019).

Región de Antofagasta: Río Loa y Salar de Navidad (Medrano *et al.* 2019).

Características de los sitios reproductivos:

Los nidos se ubican en sectores con afloramientos de sal que ofrecen fisuras y cavidades naturales, pudiendo estar cubiertas en forma variable por arena (Jahncke 1993, Torres-Mura & Lemus 2013, Barros *et al.* 2019, Malinarich & Vallverdú 2019, Medrano *et al.* 2019). Se han registrado también nidos en sectores desprovistos de afloramientos salinos con sustrato arenoso y rocoso (Malinarich & Vallverdú 2021). Por otro lado, cabe destacar que la densidad de nidos puede variar considerablemente entre sectores.

En los sectores de Quiuña, Salar Grande, río Loa y Salar de Navidad comparte los sitios de nidificación con *H. hornbyi* en una proporción que aún se desconoce. En Pampa Hermosa comparte el sitio con *O. gracilis* (Malinarich & Vallverdú 2019, Barros *et al.* 2020).



Sitio de reproducción de golondrina de mar negra en Pampa Chaca



Sitio de reproducción de golondrina de mar negra en Caleta Buena



Sitio de reproducción de golondrina de mar negra en Pampa Camarones



Entrada a un nido de golondrina de mar negra (huellas)



Pareja de golondrina de mar negra en nido



Golondrina de mar negra incubando



Polluelo de 5-10 días aproximado



Polluelo de 30 días aproximado



Polluelo de 60 días aproximado



Volanton de unos 90-100 días aproximado



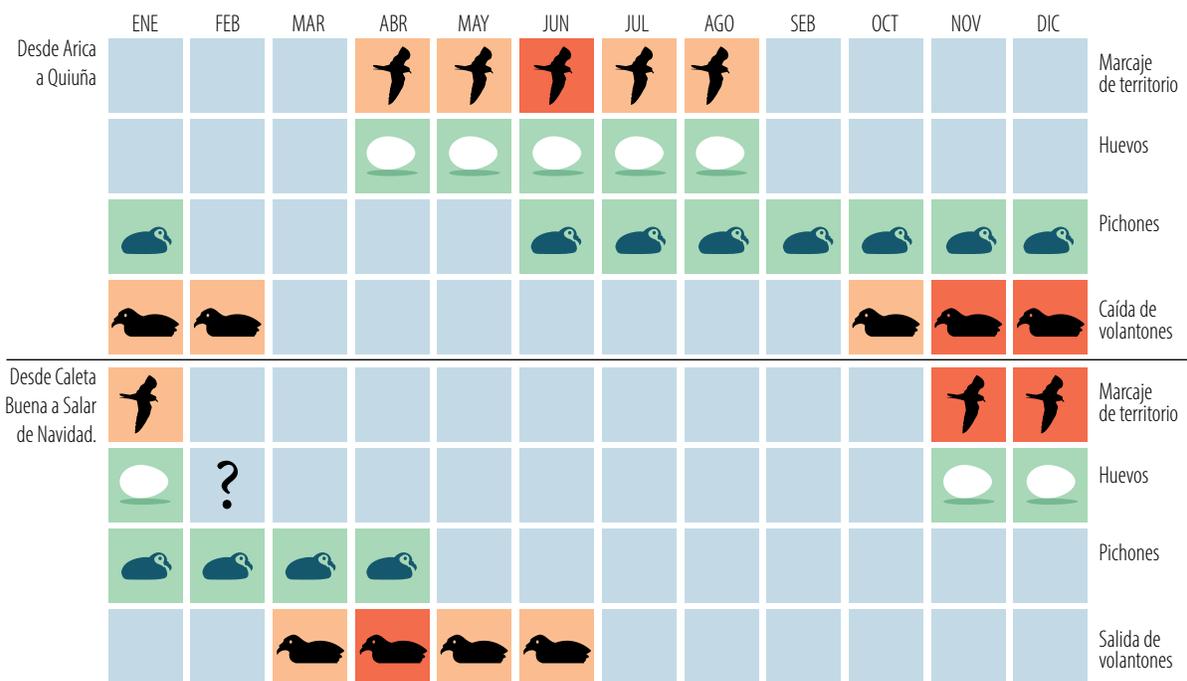
Golondrina de mar negra

Estimación poblacional:

Su población se estima en 700.000 – 1.600.000 individuos a partir de conteos en mar abierto (Spear & Ainley, 2007), pero solo en 115.000 – 116.000 individuos mediante conteos en colonias reproductivas (Barros *et al.* 2019, Medrano *et al.* 2019).

Fenología reproductiva:

Los sitios reproductivos ubicados en la región de Arica y Parinacota y al norte de la región de Tarapacá (Tana/Chiza, Quiuña y Jarza) poseen la misma cronología reproductiva que aquellos ubicados en Perú, con un periodo que se extiende desde abril hasta febrero y un *peak* de salida de volantones en noviembre-diciembre. Las poblaciones ubicadas al sur de la región de Tarapacá y en la región de Antofagasta poseen una cronología distinta, iniciando la reproducción en noviembre y concluyéndola en mayo-junio, con un *peak* de salida de volantones en abril (Figura 3-7).



Calendario reproductivo de la golondrina de mar negra

Fuente: Adaptado de Medrano *et al.* (2019)

Estado de conservación:

Clasificada "En Peligro" para Chile en el DS 79/2018 (MMA 2018) y "Casi Amenazada" (Birdlife International 2023) a nivel global.



Golondrina de mar negra (*Hydrobates markhami*)



Golondrina de mar de collar (*Hydrobates hornbyi*)



GOLONDRINA DE MAR DE COLLAR (*Hydrobates hornbyi*)



Golondrina de mar de collar en vuelo
© Pío Marshall

Distribución:

Se distribuye desde el sur de Ecuador hasta el norte de Chile, entre 30 y 500 km mar adentro. Se considera una especie endémica de la corriente de Humboldt y en el país se registra en los mares desde el extremo norte hasta la región de Atacama.

Sitios en los que se conoce su nidificación:

El área de nidificación más grande conocida es Pampa del Indio Muerto, en la región de Atacama (Barros *et al.* 2018). Destaca también el área reproductiva ubicada en las Serranías del Desierto Costero (región de Antofagasta) (Pino *et al.* 2021, Pino *et al.* datos no publicados). Otros sitios de nidificación corresponden a Quiuña, Pampa Tana, Salar Grande, río Loa (región de Tarapacá), Salar de Navidad (región de Antofagasta), donde se conocen unos nidos aislados (Malinarich & Vallverdú 2019, Medrano *et al.* 2019). La aparición recurrente de juveniles en Lima y sectores interiores de la región de Antofagasta (ej. Baquedano y Sierra Gorda), sugiere que en esos sectores existen sitios de reproducción que aún se desconocen.

Características de los sitios reproductivos:

Nidifica en cavidades naturales presentes en suelos salinos que contienen yeso (Barros *et al.* 2018, Medrano *et al.* 2019), además se ha descubierto recientemente que también nidifica en cavidades presentes en laderas rocosas (Pino *et al.* 2021). En el mayor sitio reproductivo conocido, se ha descrito también la nidificación de *O. gracilis* (Barros *et al.* 2020), mientras que en Quiuña, Pampa Tana, Salar Grande, río Loa y Salar de Navidad comparte nidificación con *H. markhami* (Malinarich & Vallverdú 2019).



Zona de nidificación de golondrina de mar de collar, Serranías de Antofagasta



Sitio de nidificación de golondrina de mar de collar en la Región de Antofagasta



Cavidades que sirven como nido para la golondrina de mar de collar



Golondrina de mar de collar en nido



Estimación poblacional:

Su población se estima en 637.200 – 1.011.900 individuos a partir de conteos en mar abierto (Spear & Ainley 2007), pero la única colonia donde se ha evaluado su tamaño (Pampa del Indio Muerto) está estimada en sólo solo 7.919 parejas reproductivas (Medrano *et al.* 2019).

Fenología reproductiva:

En esta especie no se han estudiado aún las fechas en que realiza los despliegues reproductivos, pero probablemente ocurren entre noviembre y enero. Se han reportado nidos con huevos entre diciembre y enero, pichones entre febrero y junio, y volantones caídos en luminarias entre abril y septiembre. A diferencia de la golondrina de mar negra, en esta especie sólo se ha encontrado un calendario reproductivo, con actividad entre noviembre y septiembre (aunque el grueso de la actividad reproductiva ocurriría entre diciembre y junio) (Barros *et al.* 2018, Medrano *et al.* 2019, Pino *et al.* datos no publicados).

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEB	OCT	NOV	DIC	
Fenología de Colonia Salar de Quiuña y Pampa del Indio muerto	?										?	?	Marcaje de territorio
		?	?										Huevos
							?	?					Pichones
													Salida de volantones

Calendario reproductivo de la golondrina de mar de collar.

Fuente: Medrano *et al.* 2019

Estado de conservación:

Su categoría vigente en Chile es “Vulnerable” (MMA 2020). A nivel global está clasificada “Casi Amenazada” (Birdlife International 2023).



Golondrina de mar de collar (*Hydrobates hornbyi*)



Golondrina de mar peruana (*Hydrobates tethys*)



GOLONDRINA DE MAR PERUANA (*Hydrobates tethys*)



Golondrina de mar peruana en vuelo
© Fernando Díaz

Distribución:

Es una especie pelágica que se distribuye desde la península de Baja California hasta el norte de Chile, nidificando en Ecuador, Perú y Chile.

Sitios en los que se conoce su nidificación:

Posee dos subespecies, en Islas Galápagos *tethys*, nidifica en dos localidades confirmadas (islas Pitt y Genovesa) y se cree que podría nidificar en una localidad adicional (Roca redonda) (Carboneras *et al.* 2019).

En Perú, la subespecie *kelsalli* se reproduce en al menos ocho islas (Foca, Chao, Corcovado, Ferrol, Pescadores, San Lorenzo, San Gallán y La Vieja) (Carboneras *et al.* 2019, García-Olaechea 2020).

En Chile su nidificación ha sido confirmada en la Isla Grande de Atacama (Bernal *et al.* 2006) y recientemente en territorio continental, en acarreos de piedra ubicados en laderas rocosas del farellón costero al norte y sur del río Loa (Tejeda *et al.* datos no publicados). Debido al hallazgo reiterado de volantones en la ciudad de Arica y otros sectores del extremo norte se sospecha que podrían existir sitios reproductivos aún sin descubrir (Barros y la Red de observadores de aves, 2019).

Características de los sitios reproductivos:

Anida en grietas en rocas o bajo la cobertura arbustiva (Carboneras *et al.* 2019). Los nidos se encuentran en cuevas o grietas de aproximadamente 15 cm de apertura y 15-30 cm de profundidad (Ayala *et al.* 2008).

En Galápagos los sitios reproductivos son visitados durante el día, lo que es una excepción para *Hydrobatidae*. En Perú y Chile la especie tiene actividad nocturna.

En Isla Grande los nidos se encuentran a nivel del suelo o en laderas de quebradas, en parches dispersos de hasta 10 nidos, que podrían reconocerse por marcas de guano en la entrada de las cuevas. En el extremo norte de la isla, los nidos de esta especie se encuentran junto a nidos de yunco de Humboldt (*Pelecanoides garnotii*) y pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) (Luna 2018).



Golondrina de mar peruana en nido

En los acarreo al norte y sur del río Loa, la especie nidifica entre cúmulos de piedras de pequeño y mediano tamaño en la pared poniente del farellón costero, en una zona que se extiende al menos 80 km (Tejeda *et al.* datos no publicados), sin descartar su potencial presencia en áreas aledañas.

Estimación poblacional:

Su población se estima en 628.000 – 1.136.900 individuos a partir de conteos en mar abierto (Spear & Ainley 2007). En Galápagos la población se estima en 200.000 parejas, mientras que en Perú y Chile no se conocen estimaciones poblacionales. En Chile, en Isla Grande de Atacama se estiman 100 individuos maduros, pero podría haber más individuos no registrados en la isla (Bernal *et al.* 2006). No existen estimaciones aún para los sitios de nidificación ubicados en acarreo al norte y sur del río Loa (Tejeda *et al.* datos no publicados), sin embargo, la disponibilidad de hábitat es amplia.

Fenología reproductiva:

En Galápagos, Ecuador, se reproduce todo el año, con peak reproductivos en mayo y junio (Harris 1969). En Perú, pone huevos entre mayo y junio (Ayala *et al.* 2004). En la Isla Grande de Atacama, Chile, la postura de huevos ocurre en diciembre, con los volantones saliendo del nido en marzo y abril (Bernal *et al.* 2006, Luna 2015), fenología consistente con el hallazgo de juveniles atraídos por luces en las regiones de Arica y Parinacota y Tarapacá (Barros y la Red de observadores de aves 2019, Silva *et al.* 2020). Para el caso de lo observado al norte y sur del río Loa, sector que abarca las regiones de Tarapacá y Antofagasta, el periodo de salida de volantones es coincidente con lo registrado en isla Grande de Atacama (Tejeda *et al.* datos no publicados).

Estado de conservación:



Su categoría vigente en Chile es “Vulnerable” (MMA 2020). A nivel global está clasificada “Casi Amenazada” (Birdlife International 2023).



Zona de nidificación de golondrina de mar peruana en Río Loa



Volantón de golondrina de mar peruana caído en el Loa



Golondrina de mar peruana (*Hydrobates tethys*)



Golondrina de mar chica (*Oceanites gracilis*)
© Fernando Díaz



Golondrina de mar chica (*Oceanites gracilis*)



Bandada de golondrina de mar chica

Distribución:

Se describen dos subespecies, *O.g.galapagoensis* y *O.g.gracilis*, a veces reconocidas como especies independientes (Murphy 1936, Howell & Zufelt 2019). La subespecie *galapagoensis* habita las aguas alrededor de las islas Galápagos, mientras que *gracilis* está restringida a la corriente de Humboldt, hasta 500 km de la costa de Chile, Perú y el sur de Ecuador (Spear & Ainley 2007). Es una especie común en toda su distribución, sin embargo, se conocen muy pocos datos sobre su biología reproductiva.

Sitios en los que se conoce su nidificación:

Se presume que la subespecie *O.g.galapagoensis* nidifica entre abril y septiembre en las islas Galápagos pero ningún nido se ha encontrado a la fecha (Gaskin *et al.* 2015, Carboneras *et al.* 2019).

Para la subespecie *gracilis* se conocen sitios de nidificación en el desierto interior de las regiones de Tarapacá, Antofagasta y Atacama, y en un islote de la Región de Coquimbo. También se presume que existen nidos cerca de Arica, donde se reportan volantones caídos de forma recurrente. Los sitios conocidos son:

Región de Tarapacá: Pampa Hermosa.

Región de Antofagasta: Tocopilla, desierto interior de Taltal y Sierra Miranda (Quebrada Ordóñez).

Región de Atacama: Pampa del Indio Muerto.

Región de Coquimbo: Isla Chungungo.



Bandada de golondrina de mar chica

Características de los sitios reproductivos:

Hasta hace poco el único sitio reproductivo conocido se encontraba en la isla Chungungo, región de Coquimbo, pero recientemente se descubrió que también nidifica en ambientes desérticos entre 7 y 75 km tierra adentro (Malinarich & Vallverdú 2019, Barros *et al.* 2020, GAC 2022).

En Pampa Hermosa el sitio reproductivo se emplaza en un afloramiento de sal que ofrece abundantes cavidades naturales, utilizadas por esta especie e *Hydrobates markhami* (Malinarich & Vallverdú 2019). En Tocopilla los nidos se encuentran en un área de lomajes costeros con pequeñas quebradas secas, donde abundan cavidades excavadas por alguna otra ave. Aunque se sabe que esta especie nidifica en el área, se desconocen las características precisas de los nidos. En Quebrada Ordóñez (Sierra Miranda) el nido se encontró bajo una pequeña costra de sal. En Pampa del Indio Muerto, donde prevalece un área de reproducción de *H. hornbyi*, los nidos están en una pampa sin afloramientos de sal evidentes, pero con cavidades naturales producto de sustratos salinos como yeso. En desierto interior de Taltal, región de Antofagasta, los nidos se ubican en cavidades presentes en sustrato franco arenoso a nivel del suelo (GAC 2022). Los nidos en isla Chungungo están en grietas de roca u oquedades bajo rocas, a veces cubiertas por matorrales. Las cavidades poseen entradas angostas (<10 cm) y longitud variable (40-150 cm) (Barros *et al.* 2020).



Zona de nidificación de golondrina de mar chica en Pampa del Indio Muerto



Golondrina de mar chica incubando, Islote Chungungo.
© Cristián Pinto

Estimación poblacional:

Su población se estima en 343.000 – 1.026.000 a partir de conteos en mar abierto (Spear & Ainley 2007) y no existen estimaciones poblacionales realizadas en colonias. En Pampa Hermosa se conocen 14 nidos y en isla Chungungo apenas 11. En el desierto interior de Taltal se han registrado más de 60 nidos de la especie, siendo uno de los sitios con mayor densidad en la actualidad en el país y a nivel global (GAC 2022). La evidencia para los demás sitios es anecdótica.

Fenología reproductiva:

La evidencia sugiere que existiría un patrón bimodal de reproducción, con un grupo que se reproduce entre mayo y agosto (salida de volantones) y otro que lo haría entre noviembre- abril (salida de volantones), sin embargo, la información disponible en la actualidad no es suficiente para establecer un patrón claro (Barros *et al.* 2020).

Estado de conservación:

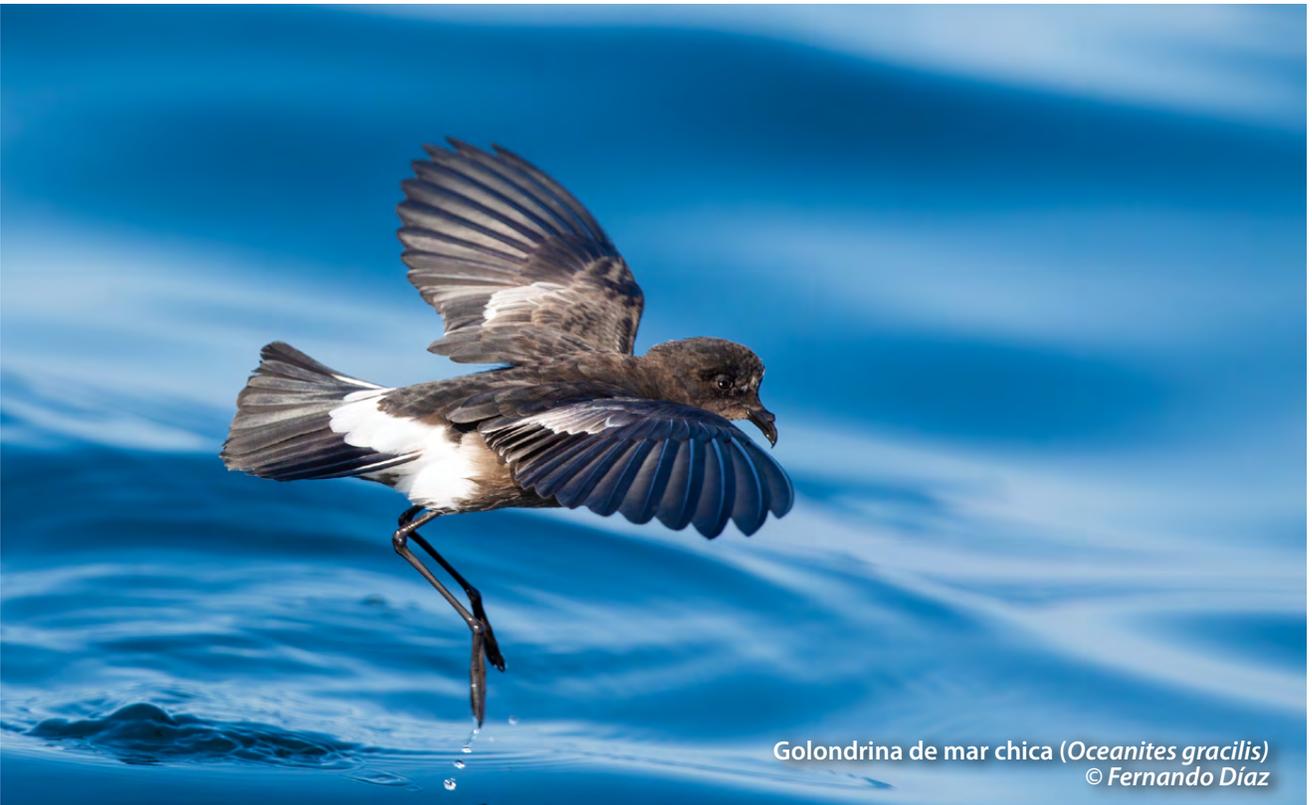
DD Clasificada en Chile y a nivel global como “Datos insuficientes” (MMA 2018, Birdlife International 2023).



Ambiente de nidificación y nido de Golondrina de mar chica, región de Tarapacá



Golondrina de mar chica (*Oceanites gracilis*)
© Fernando Díaz



Golondrina de mar chica (*Oceanites gracilis*)
© Fernando Díaz



CICLO DE VIDA DE UNA GAVIOTA GARUMA



Las gaviotas garuma se alimentan en el mar y en el intermareal, principalmente de peces y pequeños crustáceos.



En temporada reproductiva vuelan durante la noche hacia sus nidos ubicados tierra adentro.



Colocan 1 a 3 huevos, los cuales resisten las duras condiciones climáticas del desierto de Atacama.



3.3 GAVIOTA GARUMA

A continuación, se da cuenta de aspectos básicos de la biología, sitios de nidificación y distribución de la gaviota garuma en Chile. Para una revisión en mayor detalle se recomienda acceder a la plataforma de *Birds of The World* actualizada periódicamente y que almacena todas sus referencias.

<https://birdsoftheworld.org/bow/species/grygul/cur/introduction>



Bandada de gaviotas garuma en la costa

Distribución:

La gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) se distribuye desde la costa al sur de Ecuador hasta la isla de Chiloé, Región de los Lagos y durante la época reproductiva su población se encuentra mayoritariamente entre la costa al centro de Perú y la Región de Coquimbo.

Sitios en los que se conoce su nidificación:

Perú: Solo registros de intentos fallidos de reproducción en Isla Independencia y sector Cangrejal. Posibles sitios de nidificación aún no encontrados, debido a observaciones de ejemplares hacia el interior en Tacna.

Región de Arica: No se han descrito sitios de nidificación hasta la actualidad, sin embargo, se han registrado muchos individuos volando hacia el interior por las pampas de Chuño, Chaca y Camarones.

Región de Tarapacá. Similar a la Región de Arica, no se han registrado colonias aún (Malinarich 2016), sin embargo, existen registros de nidos aislados en la comuna de Pozo Almonte. Asimismo, existe evidencia de ejemplares vocalizando durante la noche en los sectores interiores de Salar de Pintados y Llamara, Pampa Jarza, Caleta Buena y Salar Grande.

Región de Antofagasta: Se ha descrito un gran número de colonias en la región, entre ellas: Cerro Negro norte, Cerro Plomo, sitios aislados en Sierra Valenzuela, Cerro Posada, Cerro Chanchito, Cerro Negro, Cerro Trapecio, Ercilla, Pampa Barrancas, Pampa Lidia, Los Vientos, Domeyko, Colupo, Lealtad, El Tigre, El Pedregal, Quimurku, Lealtad, Llanos, Central, San Martín, Sierra Valenzuela y al interior de Taltal. Además de reproducción en sectores de costa: Playa Grande y Playa Brava.

Región de Atacama: No se conocen colonias, pero se han registrado nidos aislados en el sector de Pampa del Indio Muerto.



Nido de gaviota garuma en el desierto
© Felipe de Groot

Características de los sitios reproductivos: Nidifica en pampas y zonas de desierto, en sectores áridos y cálidos ubicados generalmente a una distancia de entre 20 a 100 km de la costa (Aguilar-Pulido *et al.* 2021). El nido corresponde a una leve depresión en el suelo cercano a piedras de mediano tamaño. La especie coloca entre uno y cuatro huevos, generalmente dos, que son incubados por 29-31 días (Aguilar-Pulido *et al.* 2021). Existe movilidad en el uso de los sitios reproductivos, pudiendo ser éstos reutilizados en distintas épocas reproductivas como también encontrar ejemplares nidificando en sectores no previamente descritos. Es decir, el hecho que un sector no sea utilizado para la reproducción durante una o más temporadas no implica que éste no sea utilizado a futuro.

Las colonias pueden albergar miles de individuos nidificando cercanos unos a otros, por otro lado cabe destacar que la reproducción puede no ocurrir en temporadas donde el fenómeno de “El Niño” es alto.



Nido de gaviota garuma en el desierto
© Felipe de Groot



Polluelo de gaviota garuma
© Felipe de Groot

Fenología reproductiva:

La gaviota garuma se reproduce durante primavera-verano, pudiendo existir variabilidad anual de los meses de mayor actividad reproductiva incluso en una misma colonia (Medrano *et al.* 2022). Las parejas son asincrónicas, por lo que no todos los individuos se encuentran en el mismo estado reproductivo de forma simultánea. La puesta de huevos ocurre principalmente entre noviembre y enero, tomando alrededor de 30-32 días su incubación (Aguilar *et al.* 1994). Los padres se turnan para la incubación del huevo, proveyendo sombra y evitando el sobrecalentamiento de éste. Una vez eclosionados los huevos, los polluelos son cuidados por los 10 primeros días durante día y noche. Luego de este tiempo, los polluelos son dejados solos durante gran parte del día y los adultos vuelven por las noches para alimentarlos. Aproximadamente 60-70 días posteriores a la eclosión, los volantones abandonan el sitio reproductivo (Guerra *et al.* 1988).

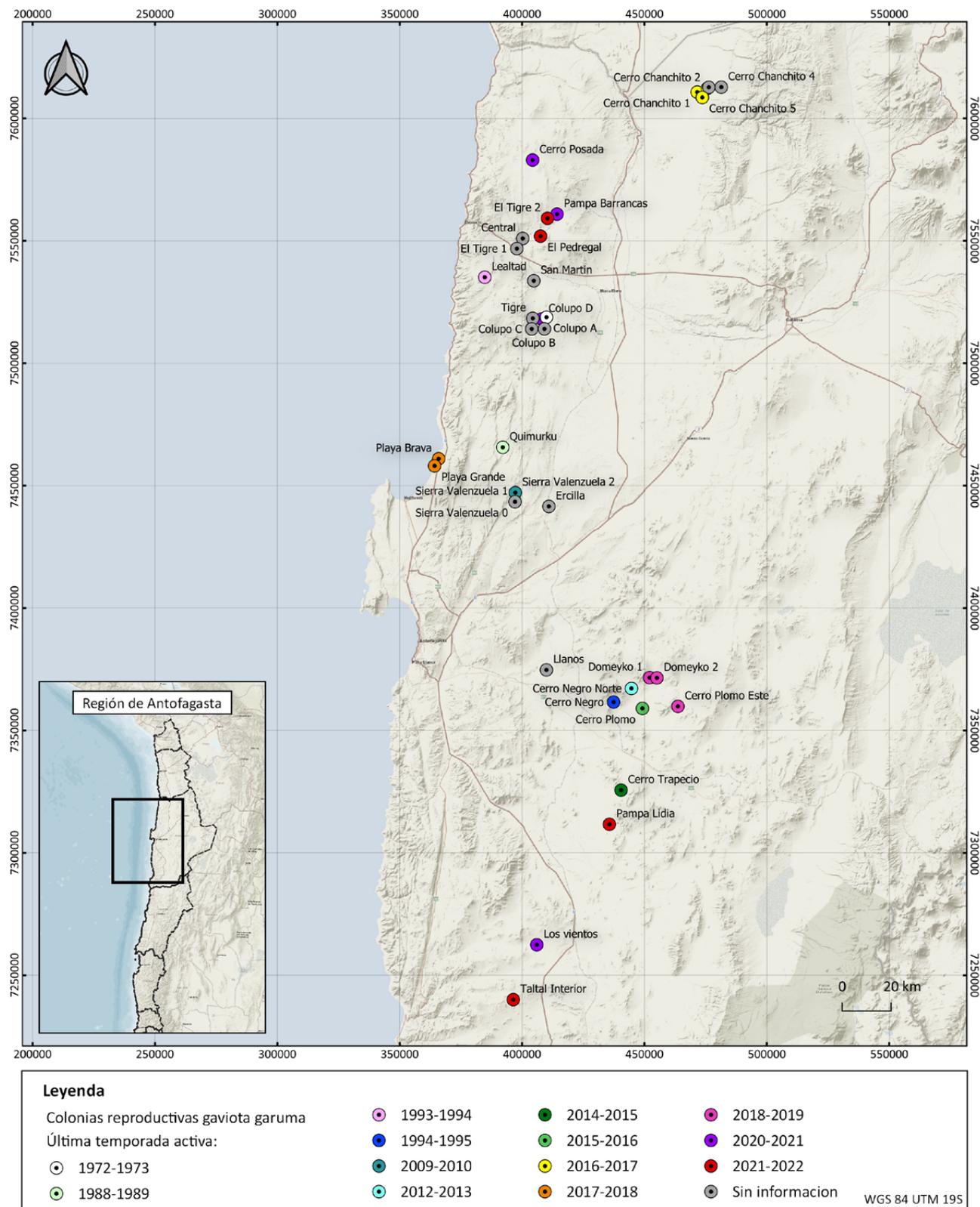
Estado de conservación:



La especie está clasificada en Chile como "Vulnerable" (MMA 2020). A nivel global es considerada "Preocupación menor" (Birdlife International 2023).

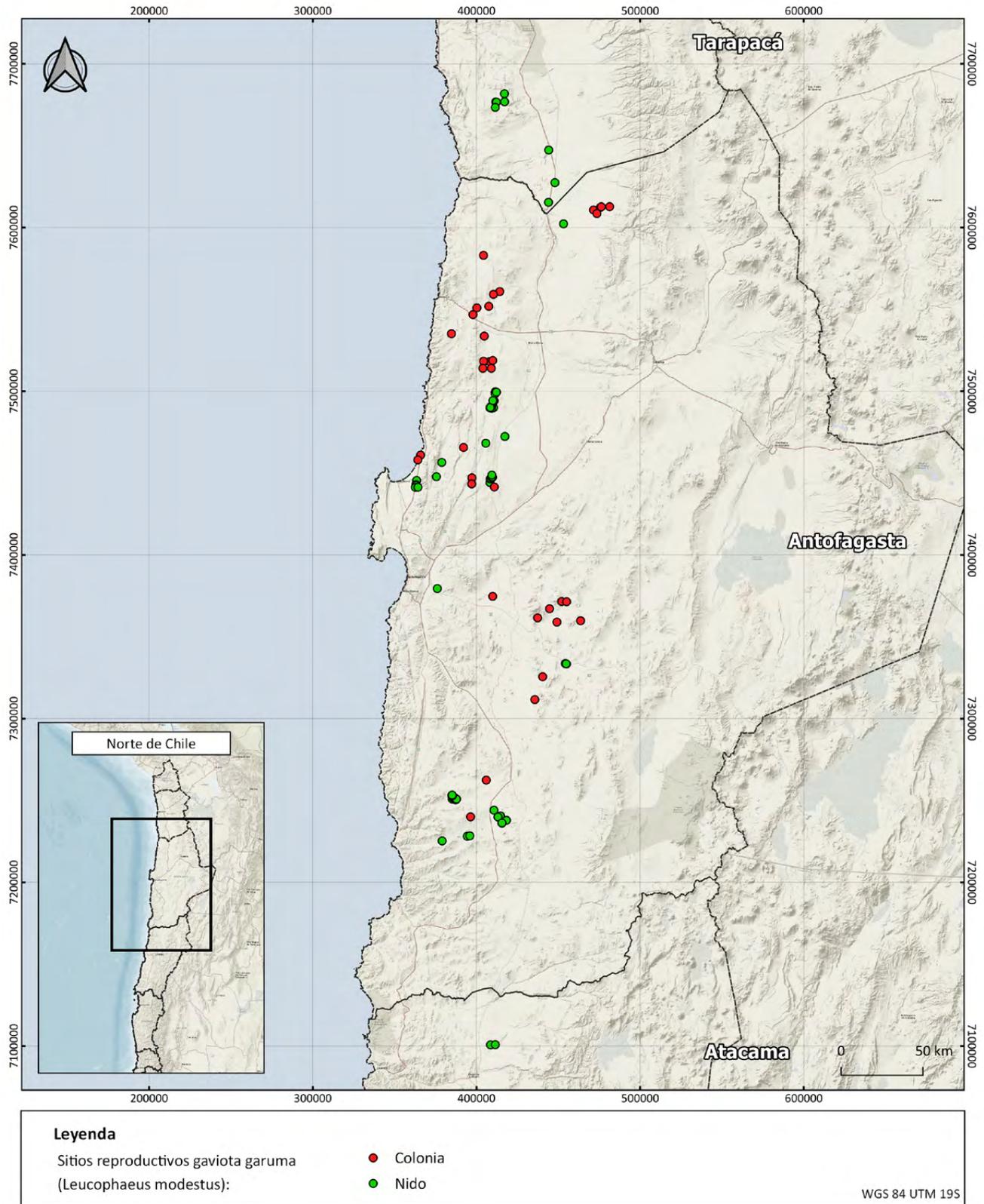


Gaviota garuma y polluelo
© Felipe de Groot



Mapa de colonias reproductivas de gaviota garuma y último año de ocupación en Chile.

Fuente: Elaboración propia en base a Aguilar-Pulido *et al.* 2021



Mapa de sitios reproductivos de gaviota garuma en Chile.

Fuente: Elaboración propia en base a Aguilar-Pulido *et al.* 2021



4. TIPOS DE PROYECTOS E IMPACTOS POTENCIALES

El Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (MMA 2012) define como Impacto ambiental, “la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada”. A su vez indica que los impactos ambientales serán significativos cuando generen o presenten alguno de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley, conforme a lo establecido en el Título II de dicho Reglamento”.

Para evaluar los impactos que pudiesen generarse o presentarse sobre los elementos del medio ambiente se requiere de una línea de base, la que consiste en la descripción detallada del área de influencia de un proyecto o actividad, en forma previa a su ejecución. Esta línea de base también es necesaria para descartar impactos significativos en caso de no haberlos. La línea de base deberá contener diversos elementos, incluida la caracterización del ecosistema terrestre y del componente fauna silvestre. En el caso de aves marinas, la línea base o los estudios específicos asociados deben entregar la información relevante para evaluar los efectos potenciales asociados al proyecto que se evalúa, para lo cual es fundamental seleccionar métodos adecuados y fechas acordes a la fenología de las especies de interés. El alcance de la caracterización debe ser lo suficientemente amplio para describir aquellos sectores o atributos en los que se podrían manifestar los impactos potenciales de cada proyecto.

A modo de orientación, la Tabla siguiente, presenta algunos ejemplos de tipos de proyecto y una valoración relativa de los impactos potenciales que generalmente pueden asociarse a estos. No obstante, otras tipologías de proyectos no incluidas en la Tabla también pueden causar impactos, en cuyo caso que se requiere un análisis similar.

Ejemplos de tipos de proyecto y probabilidad de ocurrencia de su impacto.

Impacto	Tipos de Proyectos					
	Minero	Líneas de Transmisión	Fotovoltaico	Portuario	Eólico	Vial
Dstrucción de nidos y/o sitios de reproducción por emplazamiento de obras o actividades sobre sitios reproductivos.	•••	••	•••	•	••	••
Pérdida de individuos por obras con intervención sobre nidos activos en época reproductiva.	•••	••	•••	•	••	••
Alteración de sitios de reproducción por perturbación y ruido que afecte individuos en nidos activos en época reproductiva.	•••	••	•••	•	••	••
Muerte de individuos por colisión, producto de estructuras en altura	•	•••	•	•	•••	∩
Atracción y muerte de ejemplares por iluminación artificial	•••	∩	•	•••	•	•

••• mayor / •• medio / • menor / ∩ poco probable

Conforme a la “Guía para la descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestre en el SEIA (SEA 2015) y la “Guía de evaluación ambiental: componente fauna silvestre” (SAG 2012) los impactos citados pueden ser asociados a:

- Pérdida y/o modificación de hábitat: como consecuencia de la alteración de las características de sitios reproductivos y/o rutas de vuelo.
- Pérdida de individuos de una población: debido a la destrucción de cavidades de golondrinas de mar con nidificación activa y muerte de individuos por colisión.



- Perturbación de fauna: al modificar conductas naturales (marcaje de territorio, desplazamiento de volantes).
- Fragmentación del hábitat.

Los potenciales impactos de un proyecto no solo dependerán de la tipología de éste sino también del diseño de sus obras (areales, lineales), la superficie afectada y aspectos de iluminación, entre otros factores, así como también de la distancia del proyecto a sitios reproductivos de las especies.

Si bien se entregan ejemplos de los tipos de impacto mayormente descritos, la correcta identificación y evaluación de estos impactos es responsabilidad de cada proyecto y escapa al alcance de esta guía, sugiriéndose para ello la actualización constante en cuanto a material informativo y revisión de guías recientes atinentes a tópicos de interés, tales como “Criterio de evaluación en el SEIA: evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa” (SEA 2022) y “Guía para la compensación de la diversidad en el SEIA (SEA 2022)”.

4.1 ÁREA DE INFLUENCIA

El Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (MMA 2012) define al área de influencia (AI) como: *“El área o espacio geográfico, cuyos atributos, elementos naturales o socioculturales deben ser considerados con la finalidad de definir si el proyecto o actividad genera o presenta alguno de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley, o bien para justificar la inexistencia de dichos efectos, características o circunstancias”*.

En el caso de la caracterización para evaluar impactos asociados a destrucción de nidos, perturbación y colisión, la determinación del área de influencia se ajusta a prácticas habituales en el contexto del SEIA. No obstante, para la evaluación de proyectos que incorporan iluminación exterior importante, es fundamental considerar el efecto que produce el uso excesivo o inadecuado de luminarias en golondrinas de mar. Aunque se requieren mayores estudios, la evidencia sugiere que algunos petreles pueden ser atraídos incluso a decenas de kilómetros en sectores con halos luminosos muy fuertes. La “Guía para una iluminación amigable con aves marinas en Chile” (Oikonos-ROC-OPCC 2022) recomienda considerar un rango de 20 km de distancia del proyecto para caracterizar a las aves marinas que podrían ser impactadas. Esto debe tomarse sólo como referencia y podría ser una distancia mayor en proyectos de tamaño grande, o menor en el caso de proyectos más pequeños o con diseños de iluminación exterior que considere principios adecuados para no afectar a aves marinas.

Cabe destacar que los efectos que pueda generar un proyecto en un área determinada pueden ser en muchos casos subdiagnosticados cuando ocurre: I) que existen múltiples proyectos cercanos al área, sin considerar el efecto sinérgico entre éstos. II) cuando existen componentes que interactúan con un proyecto, pero quedan fuera del área de influencia (ej: rutas de vuelo o sitios de nidificación cercanos). Por lo que una evaluación correcta de las áreas de influencia y áreas de estudio para caracterización de aves marinas debe considerar estas variables de manera preventiva.

Para un mayor detalle sobre los criterios para determinar el área de influencia y el muestreo asociado se recomienda seguir las orientaciones contenidas en la **sección 5**.



Volantón de golondrina de mar negra atraído por luces



Revision de cavidad a través de boroscopio



5. CONSIDERACIONES DEL DISEÑO Y MUESTREO

5.1 CONSIDERACIONES GENERALES

La toma de decisiones referente a la selección de metodologías a implementar en cada estudio puede variar considerablemente conforme a diversos factores; los objetivos del estudio, la localidad donde se desarrolle, las especies potenciales y fechas de campañas, entre otros. Sin embargo, se recomienda la consideración de múltiples metodologías y la asociación complementaria entre éstas. Esto es principalmente relevante para los estudios iniciales de un proyecto, los cuales muchas veces necesitarán una amplia gama de enfoques y métodos para deducir la situación base. Una vez exista un conocimiento avanzado de los resultados de un estudio a partir de este enfoque amplio, se pueden seleccionar y priorizar las metodologías específicas necesarias.

De forma previa a la implementación de metodologías de campo, es necesario contar con la cartografía e información base de los tipos de ambientes existentes en el área de influencia de los proyectos, de modo de representar adecuadamente las distintas condiciones existentes en el levantamiento de información en terreno. Paralelamente, se recomienda realizar una revisión bibliográfica exhaustiva y actualizada acerca de los sitios reproductivos de las distintas especies nidificantes del desierto y sus características principales (se sugiere revisar la recopilación de [información espacial ROC](#)).

En conjunto, las recomendaciones anteriores están orientadas a contar con información base necesaria para predecir y evaluar potenciales interacciones entre proyectos y especies objetivo en el área de estudio. Una correcta revisión previa de los antecedentes disponibles, ambientes y potenciales especies existentes en un sitio, así como la identificación de eventuales interacciones y hábitats de relevancia, puede ser la clave para la realización de un buen estudio, en muchos casos ahorrando tiempo y recursos, además de evitar el hallazgo de interacciones relevantes y/o impactos no previstos en el curso de la tramitación y evaluación de un proyecto en el SEIA.

5.2 DISEÑO DEL ESTUDIO

El diseño del estudio de campo dependerá, entre otros aspectos, del nivel de detalle de la información que se desea obtener, existiendo al menos dos aproximaciones posibles: el *muestreo general* y el *muestreo exhaustivo*. En ambos casos se recomienda considerar lineamientos establecidos respecto a caracterización en terreno y validación de datos (SEA 2022).

Un diseño de muestreo general corresponde a aquel que, cumpliendo las recomendaciones mencionadas en la sección anterior, proporciona información base del área de estudio y realiza metodologías de terreno de forma representativa, mas no exhaustiva, obteniendo como resultado una aproximación superficial del área. Cabe destacar que una limitante de este tipo de muestreo es que, al evaluar una fracción del área de estudio, los resultados entregados no serán exhaustivos y en consecuencia no permitirán responder si una obra se superpone o no, con nidos aislados o un sitio de nidificación.

Considerando que, en términos generales, el hallazgo de nidos se relacionaría de forma proporcional al esfuerzo de búsqueda empleado, este tipo de muestreo puede ser utilizado en etapas tempranas de levantamiento de información, particularmente en el caso de proyectos de gran extensión, ya que proporciona información general para definir sectores que, en atención a resultados preliminares, requieran posteriormente de un muestreo en detalle.

Un diseño de muestreo exhaustivo del área de estudio, corresponde a la evaluación de la totalidad o mayor porcentaje posible del área de interés. Este enfoque tiene como ventaja informar adecuadamente sobre la ubicación específica y número de nidos en un área y, en consecuencia, permite evaluar correctamente la superposición entre estos y las obras y acciones de un proyecto. Como contraparte, el esfuerzo involucrado en una caracterización de este tipo es alto, particularmente en proyectos de mediana o gran envergadura.



Revisión de nidos de golondrina de mar

5.3 CAMPAÑAS DE TERRENO

Para la caracterización del componente de estudio se realizan campañas de terreno, las cuales varían según la superficie del área de estudio y los objetivos a cumplir. A su vez, las campañas de terreno pueden diferir respecto a la duración, esfuerzo de muestreo y las metodologías aplicadas.

Aun cuando se trate de un muestreo general o un muestreo exhaustivo, de forma previa a una actividad de terreno, se debe contar con información base actualizada acerca de potenciales especies presentes en un área determinada, así como también de ambientes o hábitats que pueden ser considerados relevantes para una especie en particular. Para ello debe existir una revisión bibliográfica oportuna y suficiente, debiendo considerar algunos factores clave durante la planificación de actividades de campo.

5.4 PLANIFICACIÓN DE CAMPAÑAS DE TERRENO

Una correcta caracterización ambiental debe contemplar como información base, el sitio geográfico donde se emplazará el estudio y las singularidades biológicas de las especies objetivo con potencial presencia en el área. Para el caso de golondrinas de mar y gaviota garuma, una adecuada planificación se relaciona con el entendimiento de factores que pueden incidir directamente en los resultados y consecuentemente, en la identificación de potenciales interacciones e impactos sobre estas especies. A continuación, se describen algunos aspectos a considerar para el desarrollo de actividades de terreno:

- **Número de campañas:** Para evaluar correctamente la presencia, ausencia y/o actividad tanto de golondrinas de mar como de gaviota garuma en un área se deberán realizar como mínimo dos campañas de terreno e idealmente tres, durante una temporada o año calendario. Para golondrinas de mar se sugiere realizar al menos dos campañas durante la época de incubación y desarrollo de las crías y una campaña durante los meses de inactividad reproductiva, con el objetivo de descartar otras especies de golondrina de mar que puedan estar en el área con una fenología distinta.



- Fenología:** Las campañas de terreno deberán realizarse priorizando la época reproductiva de las especies potenciales del área a muestrear (**Ver sección 3. Antecedentes de las especies**) la cual puede variar dependiendo el sitio en el que se emplace el área de estudio, incluso dentro de una misma región. En caso de golondrinas de mar, se deben priorizar los meses de incubación y desarrollo de las crías, ya que durante este período la actividad dentro de los sitios de nidificación es alta, aumentando las probabilidades de detección por parte de los profesionales.

Para orientar el diseño de muestreo en relación con las fechas apropiadas de búsqueda, se presenta un resumen de las fechas de mayor actividad reproductiva de cada una de las especies:

Resumen de actividad reproductiva en especies nidificantes del norte de Chile para orientación del muestreo.

Especie potencial	Meses ideales de muestreo en:		
	Entre Región de Arica y norte de Región de Tarapacá	Entre sur de Región Tarapacá y Región de Antofagasta	En toda su distribución
Golondrina de mar negra	Mayo-Diciembre	Noviembre-Abril	-
Golondrina de mar de collar	Marzo-Agosto*	Noviembre-Mayo	-
Golondrina de mar chica	-	-	Julio-Marzo*
Golondrina de mar peruana	-	-	Noviembre-Abril
Gaviota Garuma	-	-	Septiembre-Febrero

**Datos aún insuficientes para determinar fenología con certeza. Fuente: Elaboración propia.*



Revisión de nidos de golondrina de mar





6. METODOLOGÍAS

A continuación, previo a la presentación de las metodologías, se presentan definiciones para términos claves de aspectos reproductivos de las especies. Sugerimos el uso de estos términos para la elaboración de documentos y futuras caracterizaciones de golondrinas de mar y gaviota garuma, de modo de mantener una coherencia en los distintos proyectos que ingresan al SEIA.

6.1 GOLONDRINAS DE MAR, DEFINICIONES

Cavidad: Oquedad o espacio hueco entre elementos, ya sea a nivel del suelo, bajo piedras o en muralla de una ladera.

Nido: Corresponde a una cavidad en cuyo interior ocurre reproducción de golondrinas de mar, lo que se puede establecer a partir de una serie de signos. A su vez, estos pueden reflejar ocupación actual (heces frescas, huevos nuevos, adultos incubando, polluelos, respuesta positiva a *playback* y/o fuerte olor característico a petrel) o pasada (heces, huevo abandonado, plumón, cáscara de huevo, huesos, carcasas u olor leve característico a petrel). La presencia por sí sola de plumas en una cavidad, incluso con olor, no indica que esta corresponda a un nido, ya que estas pueden ser arrastradas a la cavidad por el viento.

Nido activo: Corresponde a un nido en el que existe actividad reproductiva actual, lo que será evidenciado por la presencia de huevos, polluelos o un adulto incubando. Los huevos incluidos en esta categoría son aquellos “nuevos”, que no excedan los dos meses desde su postura y se observan limpios, de color blanco marfil, sin signos de desgaste, como decoloración, manchas o trizaduras, comúnmente observados en huevos abandonados.

Nido inactivo: Corresponde a un nido con signos de ocupación de golondrinas de mar, pero sin evidencia de ocupación actual. Esta categoría incluye: un huevo abandonado, plumón, restos de cáscara de huevos, huesos, carcasas, heces u olor característico. Para la valoración de esta categoría debe tenerse presente que los nidos de golondrinas de mar son reutilizados por lo que el carácter de “inactivo” es, en realidad, una condición temporal, por ende, siempre deben ser considerados dentro del total de nidos en los estudios.

Cavidad de uso potencial: Cavidades que pese a no corresponder a nidos (ni activos ni inactivos), poseen características de tamaño, profundidad, cercanía a nidos conocidos y sustrato asociado que sugieren la posibilidad de que sean utilizadas por golondrinas de mar en algún momento.

Ruta de vuelo: Para golondrinas de mar corresponde al trayecto que realizan los ejemplares entre los sitios de nidificación y los sitios de alimentación en altamar durante la época reproductiva. Hasta el momento, no se han realizado estudios en Chile sobre esto.





Definiciones en la evaluación de una cavidad*



*Este gráfico aplica para cavidades que pueden ser exploradas en la gran mayoría de su superficie, utilizando correctamente las metodologías descritas.





6.2 METODOLOGÍAS PARA GOLONDRINAS DE MAR

Las siguientes metodologías están descritas y desarrolladas considerando: a) las experiencias y contexto en el cual se ha evaluado y estudiado a las golondrinas de mar en el país durante los últimos años y b) las experiencias internacionales para la caracterización de este grupo de aves. Con el objetivo de obtener resultados representativos en el levantamiento de información de terreno, los autores de esta guía recomiendan el uso complementario de las metodologías descritas a continuación.

Nombre de la Metodología	Transectos de búsqueda y revisión preliminar de cavidades 	
Objetivo de muestreo	Búsqueda de cavidades utilizadas por golondrinas de mar en un área determinada.	
Descripción del método	<p>Este método corresponde a la realización de transectos diurnos a pie por el área previamente definida a muestrear con el objetivo de detectar cavidades de uso potencial de golondrina de mar para luego realizar una primera revisión superficial. La extensión y esfuerzo asociado a los transectos dependerán del objetivo del muestreo, el tipo de sustrato, la superficie de búsqueda y la oferta de cavidades. Se sugiere realizar transectos lineales no mayores a 10 metros de ancho (5 metros de visión por lado) y de largo variable, buscando cavidades que pudieran corresponder a nidos. En ambientes del tipo laderas, quebradas, islotes o cerros, se recomienda realizar la prospección de manera más pausada que en sectores planos.</p> <p>Una vez detectada una cavidad, la inspección preliminar es de forma visual. En esta etapa del muestreo se realiza una inspección superficial de la cavidad y sus alrededores, utilizando una linterna de mano para mejorar la visualización. Se recomienda revisar el sustrato asociado a la entrada de la cavidad, a fin de detectar posibles indicios de actividad como huellas de patas o restos de plumón adherido a la entrada. La inspección debe complementarse a través de una inspección olfativa en la entrada de la cavidad. El 'olor a petrel' es un elemento presente en la mayoría de las cavidades utilizadas por golondrinas de mar, sin embargo, su magnitud y detección es variable según la capacidad olfativa de la persona, la profundidad del nido, la fenología, la especie y la antigüedad desde el último uso, entre otras.</p>	
Tipo de resultados que el método permite obtener	A través de los transectos se podrá determinar en primera instancia la presencia de cavidades en un área a muestrear. Por otro lado, la inspección visual y olfativa de aquellas cavidades ayudará a determinar en cuáles se deberá hacer uso de otras metodologías para decretar si corresponden a nidos o no.	
Material de trabajo	Linterna de mano y GPS. Se sugiere también equipos de protección como rodilleras, coderas y guantes, para evitar heridas al momento de inspeccionar cavidades en sectores pedregosos.	
Posibles errores	Inspección de cavidades que no tengan las características adecuadas (ej: cavidades cerradas o de tamaño muy reducido). Transectos de ancho mayor a 10 metros que pueden resultar en la no detección de cavidades. Transectos cortos y/o mal delimitados pudiendo dejar sectores sin revisión dentro de un área.	



Consideraciones	Este método es básico y preliminar en estudios de golondrinas de mar y su uso se limita únicamente a la búsqueda de cavidades de uso potencial dentro de un área. Para definir la actividad en las cavidades encontradas se deberá complementar con los demás métodos indicados en la guía. Se deberá ser precavido al momento de trasladarse en vehículo en las áreas de estudio, priorizando siempre el uso de camino establecidos. Es importa realizar la inspección de una cavidad con cautela, evitando generar un daño en esta.
Personal requerido	Esta metodología puede realizarse de manera individual, sin embargo, la cantidad de profesionales requeridos dependerá de la superficie total de muestreo.
Bibliografía	<p>Barros <i>et al.</i> (2018) First breeding site record of Hornby's Storm Petrel <i>Oceanodroma hornbyi</i> in the Atacama Desert, Chile.</p> <p>Medrano <i>et al.</i> (2019) Nuevos antecedentes sobre la historia natural y conservación de la golondrina de mar negra (<i>Oceanodroma markhami</i>) y la golondrina de mar de collar (<i>Oceanodroma hornbyi</i>) en Chile.</p>





Nombre de la Metodología	Boroscopio 
Objetivo de muestreo	Determinar el estatus de las cavidades registradas en un área determinada.
Descripción del método	<p>Este método consiste en la examinación visual del interior de cavidades, mediante el uso de un boroscopio (también llamadas cámaras sonda), para visualizar el contenido de la cavidad y determinar si corresponden a nidos o no.</p> <p>Una vez se haya detectado y realizado la revisión superficial de una cavidad se deberá utilizar un boroscopio para realizar la revisión interna. Se deberá procurar no dañar la cavidad al momento de su revisión, haciendo el ingreso a ésta de manera cuidadosa. Las cámaras poseen softwares específicos que permiten la visualización en vivo y grabación de imágenes/videos.</p> <p>El tiempo de revisión con boroscopio por cada cavidad es variable, ya que dependerá de la complejidad y estructura de cada cavidad, sin embargo, se recomienda que la persona encargada de esta labor mantenga la revisión hasta que haya podido examinar por completo todos los rincones de la cavidad.</p> <p>En Chile se han utilizado exitosamente cámaras sonda con autoiluminación de los modelos RIDGID micro CA-300 y Depstech DS450. También existen cámaras que funcionan como accesorio de teléfonos celulares, pero su calidad y durabilidad son limitadas.</p>
Tipo de resultados que el método permite obtener	<p>Permite establecer si una cavidad corresponde a un nido, o no. En caso de que corresponda a un nido, permite establecer si este se encuentra activo o inactivo. Si se observan ejemplares dentro del nido, permite establecer la especie a la que corresponde. Por último, este método permite obtener registros audiovisuales.</p> <p>En caso de detectarse un nido o una cavidad de uso potencial, se debiera registrar la coordenada, su condición de activo o inactivo y la especie en caso de identificarse. Asimismo, se pueden indicar detalles (presencia de adulto incubando, polluelo, huevo, etc.) acompañado del registro audiovisual.</p>
Material de trabajo	Boroscopio(s), linterna de mano, software específico de la cámara para la grabación y visualización de imágenes.
Posibles errores	Uso incorrecto de la cámara (falsos negativos por falta de experiencia en el manejo de la cámara). Muestreo en fecha inadecuada. Inspección parcial de la cavidad debido a imposibilidad de acceso.





<p>Consideraciones</p>	<p>La no-detección de individuos dentro de una cavidad no confirma la ausencia de estos, ya que la estructura interna de la cavidad podría dificultar una correcta visualización de toda la cámara interna. No se recomienda el uso de boroscopios con cable mayor a 5 metros por la dificultad de su manejo. El uso habitual de la cámara en sustratos abrasivos acelera el deterioro de los aparatos.</p> <p>Al momento de la manipulación se debe evitar golpear huevos, crías o adultos con la cámara, así como evitar el encandilamiento de la luz de la cámara de forma directa a los ejemplares.</p>
<p>Personal requerido</p>	<p>Esta metodología puede realizarse de manera individual, sin embargo, la cantidad de profesionales requeridos dependerá de la superficie total de muestreo y el número de cavidades.</p>
<p>Bibliografía</p>	<p>Rexer-Huber <i>et al.</i> (2013) Burrow occupancy and population size in the Atlantic Petrel <i>Pterodroma incerta</i>: a comparison of methods.</p> <p>Parker & Rexer-Huber (2016) Guidelines for designing population surveys of burrowing petrels.</p> <p>Medrano <i>et al.</i> (2019) Nuevos antecedentes sobre la historia natural y conservación de la golondrina de mar negra (<i>Oceanodroma markhami</i>) y la golondrina de mar de collar (<i>Oceanodroma hornbyi</i>) en Chile.</p>



Imagen del interior de una cavidad de golondrina de mar negra



Nombre de la Metodología	Playback 	
Objetivo de muestreo	Determinar ocupación actual de cavidades por golondrinas de mar.	
Descripción del método	<p>Este método consiste en la reproducción de las llamadas y/o vocalizaciones de golondrinas de mar, hacia el interior de una cavidad con características adecuadas para la reproducción de estas aves. La especie cuya vocalización se utilice debe ser determinada a partir de la o las especies con potencial de nidificar en el área en que se aplica la técnica. Las llamadas deben reproducirse durante el día a través de un parlante o reproductor de mp3 a un volumen medio, generalmente entre 50 y 70 Db (en caso de teléfonos celulares esto corresponde a ¾ del volumen máximo), por 15 a 30 segundos desde la entrada de la cavidad, evitando generar cualquier otro sonido externo o movimientos bruscos que puedan estresar a las aves dentro del nido y/o afectar la cavidad.</p> <p>Luego de reproducir las llamadas se sugiere utilizar una grabadora de audio, mantener silencio por al menos un minuto y grabar la respuesta si es emitida. Las grabaciones se analizan posteriormente con el objetivo de identificar la especie.</p>	
Tipo de resultados que el método permite obtener	Permite identificar nidos activos y en la mayoría de los casos la especie asociada. Los registros de audio asociadas a las respuestas del playback permiten diferenciar entre ejemplares adultos o pollos. Las respuestas pueden ser grabadas y analizadas posteriormente para establecer el número de individuos vocalizando.	
Material de trabajo	Reproductor de mp3, teléfono celular o parlante y se sugiere el uso de una grabadora de audio.	
Posibles errores	Muestreo en una fecha inadecuada para realizar esta metodología (ej: fuera de la temporada reproductiva). Uso de vocalizaciones de especies erróneas (aunque existe evidencia anecdótica de respuesta cruzada entre especies del grupo). No respetar los tiempos de reproducción de llamadas y tiempo de espera de respuesta. Volumen excesivo al momento de reproducir las vocalizaciones.	
Consideraciones	<p>Este método tiene como objetivo confirmar ocupación de cavidades, pero en ningún caso permite confirmar ausencia, pues la respuesta varía en función de la especie, la vocalización utilizada y el momento dentro de la temporada reproductiva, entre otras.</p> <p>No se recomienda el uso de esta metodología por largos períodos (ej: más de 3-5 minutos por nido) o durante la noche, debido a que puede interferir con la actividad natural de las especies (ingreso y salida, alimentación de polluelos, etc.) generando un estrés innecesario en las aves.</p>	
Personal requerido	Esta metodología puede realizarse de manera individual.	
Bibliografía	<p>Ratcliffe <i>et al.</i> (1998) Development of playback census methods for Storm Petrels <i>Hydrobates pelagicus</i>.</p> <p>Wood <i>et al.</i> (2016) Repeat playback census of breeding European Storm Petrels on the Skokholm and Skomer SPA.</p> <p>Barros <i>et al.</i> (2019) Breeding phenology, distribution and conservation status of Markham's Storm-Petrel <i>Oceanodroma markham</i> in the Atacama Desert</p>	





Nombre de la Metodología	Grabadores de audio autónomos 	
Objetivo de muestreo	Determinar ocupación de golondrinas de mar en un sector.	
Descripción del método	<p>Este método consiste en la instalación de grabadoras autónomas de audio en sitios cercanos a cavidades de características adecuadas para la reproducción de las distintas especies de golondrinas de mar, durante la temporada reproductiva.</p> <p>La cantidad de grabadoras autónomas utilizadas dependerá de la extensión del área de muestreo. La revisión de éstas se deberá realizar posterior a un mínimo de cuatro noches enteras de muestreo, siendo idealmente revisadas tras un par de semanas o incluso meses (dependiendo de los objetivos específicos que tenga el estudio acústico). Relacionado con lo anterior, se pueden utilizar distintos protocolos de funcionamiento de los equipos, buscando alcanzar un balance entre duración de las baterías, almacenamiento y factibilidad de visitar para mantención o recogida de los equipos.</p>	
Tipo de resultados que el método permite obtener	Las grabaciones obtenidas permiten confirmar la presencia de golondrinas de mar en los sectores de interés. Estas son útiles para identificar la especie presente (también puede diferenciar si la vocalización corresponde a un adulto o una cría), los horarios de actividad y las vocalizaciones utilizadas. En estudios de mayor duración, entrega información valiosa sobre la fenología reproductiva a nivel local.	
Material de trabajo	Se necesita una o más grabadoras autónomas dependiendo del tamaño del área de interés y las preguntas específicas que se quiera responder. Algunos de los modelos más utilizados corresponden a SongMeter de Wildlife Acoustics (versión SM2, SM3 o SM4) y Audiomoth. Además, se requiere un programa para procesar las grabaciones (ej: Audacity, Raven).	
Posibles errores	Pérdida del equipo (puede ocurrir en equipos que deben permanecer períodos largos en terreno). Fecha inadecuada para el muestreo (se podría identificar como inactivo un sector que en otro momento del año podría estar activo). Instalación en sectores de mucho viento o ruidos externos. Utilización de tarjetas de baja capacidad de almacenaje o de baterías de poca duración.	
Consideraciones	Este método sirve para evaluar actividad reproductiva en determinados sectores, sin embargo, no es adecuado para confirmar ausencia de actividad reproductiva. El correcto uso de esta metodología supone un entendimiento adecuado de la fenología de las especies a muestrear. Los grabadores autónomos son capaces de registrar audio hasta una distancia aproximada de 30-50 metros. Por último, dependiendo del protocolo utilizado, este método da origen a una gran cantidad de archivos, que requiere espacio de almacenamiento suficiente y el correspondiente tiempo de análisis.	
Personal requerido	Se puede realizar con un profesional calificado en la utilización del equipo y análisis de los registros.	
Bibliografía	<p>Dufour <i>et al.</i> (2016) First automatic passive acoustic tool for monitoring two species of procellarides (<i>Pterodroma barau</i> and <i>Puffinus bailloni</i>) on Reunion Island, Indian Ocean.</p> <p>Oppel <i>et al.</i> (2014) Estimating population size of a nocturnal burrow-nesting seabird using acoustic monitoring and habitat mapping.</p>	





Nombre de la Metodología	Búsqueda de nidos con canes entrenados 
Objetivo de muestreo	Búsqueda de cavidades utilizadas por golondrinas de mar en un área determinada.
Descripción del método	<p>Este método consiste en el uso de perros entrenados para la detección olfativa de nidos de aves marinas. La búsqueda es realizada por el can y su operador, el cual lo guía por transectos que, en su conjunto, abarcan un área de interés. El animal utiliza su olfato para detectar cavidades con olor a aves marinas señalando al operador cuando encuentra una. Una vez detectada una cavidad, puede complementarse con otros métodos para confirmar si corresponde a un nido (ej: playback, boroscopio, entre otros).</p> <p>Los horarios de trabajo son diurnos y se prefieren las horas cercanas al amanecer y atardecer para evitar los horarios de mayor calor.</p> <p>Su uso en Chile ha sido evaluado principalmente a partir de experiencias del equipo del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) de la Región de Tarapacá.</p>
Tipo de resultados que el método permite obtener	Permite detectar nidos de golondrinas de mar, permitiendo focalizar los esfuerzos de otras metodologías.
Material de trabajo	Uno o más perros entrenados con su/s respectivos operador/es.
Posibles errores	<p>Falsos negativos: uso de perros con insuficiente capacidad de discriminar nidos, cansancio de los canes.</p> <p>Falsos positivos: detección de trazas muy leves de olor que podrían indicar presencia de una cavidad con elementos arrastrados por el viento (ej: plumas) no correspondientes a un nido.</p>
Consideraciones	<p>Los canes entrenados solo pueden detectar cavidades con presencia de olor, el estatus de cada cavidad deberá ser determinado por un profesional y el uso de otras metodologías. Se debe considerar trabajar con el viento en contra del perro para aumentar su capacidad olfativa. En la actualidad, en Chile, existen pocos perros capaces de realizar este tipo de trabajo.</p> <p>No se debe sobre exigir al perro, ya que solo pueden trabajar efectivamente por un par de horas al día. Existen elementos de seguridad para ayudar al can a sobrellevar las exigentes condiciones ambientales del desierto, su uso debe ser evaluado caso a caso. Los elementos más utilizados son: antiparras, zapatos, chalecos de frío.</p>
Personal requerido	Se requiere al menos dos profesionales para esta metodología. Un operador del perro entrenado y un profesional a cargo de la toma de datos y/o aplicación de otras metodologías.



<p>Bibliografía</p>	<p>Galase (2018) First confirmed band-rumped storm petrel <i>Oceanodroma castro</i> colony in the hawaiian islands,</p> <p>Malinarich & Vallverdú (2019) Estudio de las poblaciones de golondrina de mar en la Región de Tarapacá.</p> <p>Bolton <i>et al.</i> (2022) Teaching old dogs and young dogs new tricks: canine scent detection for seabird monitoring.</p>
---------------------	---





Nombre de la Metodología	Dispositivos de visión nocturna 	
Objetivo de muestreo	Determinar el tránsito aéreo y actividad en sitios reproductivos.	
Descripción del método	<p>Este método consiste en la utilización de dispositivos de visión nocturna como binoculares o monoculares con tecnología térmica, que permiten la observación de aves en condición de ausencia de luz.</p> <p>El muestreo debe comenzar desde la puesta de sol. Los observadores se posicionan en un punto fijo registrando todas las aves que transitan por el lugar, la altura estimada y las conductas observadas. La cantidad de puntos de observación dependerá del tamaño del área a muestrear, sin embargo, se recomienda no movilizarse entre puntos en una misma noche. Para obtener la mayor cantidad de registros de golondrinas en tránsito desde el mar hacia los sitios de nidificación y viceversa, se sugiere mantener el muestreo durante al menos cuatro horas, posterior al atardecer, realizando rotación de los equipos entre los profesionales para evitar el cansancio. Muchos de estos equipos pueden ser conectados a otros elementos como tabletas o teléfonos, pudiendo mejorar la capacidad de revisión entre más de un observador.</p>	
Tipo de resultados que el método permite obtener	Registros visuales de las golondrinas de mar en tránsito, conductas de vuelo y posibles ingresos/egresos en las cavidades. Algunos modelos pueden entregar información sobre distancia y ángulo, permitiendo obtener la altura de vuelo, aunque con cierto margen de error.	
Material de trabajo	Dispositivos de visión nocturna (Ej modelos: PVS7-3 Alpha de Armasight, Safran de Matis y Pulsar Accolade LRF XP50, entre otros). Tableta o teléfono celular para asociarse al dispositivo y poder mantener un segundo campo de visión.	
Posibles errores	Doble conteo de individuos. Falta de capacidad para la identificación de especies. Muestreo en sectores, fechas u horarios no adecuados. La utilización de equipos de gama baja podría entregar falsos negativos. Algunos equipos tienen un campo de visión muy limitado, que resulta adecuado para observar la actividad en lugares en los cuales se conoce la nidificación, pero son inadecuados para realizar una búsqueda amplia de nidificación o tránsito. No todos los modelos entregan información certera de la distancia al objetivo y el suelo, datos relevantes para calcular altura. Fatiga visual por uso continuo de los equipos y cansancio de los operarios puesto que se trata de una actividad nocturna.	
Consideraciones	<p>La actividad y/o presencia de ejemplares en una zona determinada dependerá de múltiples factores como la fenología, distribución, distancia desde el mar al punto de muestreo y calidad de los equipos. En proyectos cuya distancia al mar es superior a 50 kms, puede ocurrir que los ejemplares sean detectados hasta cuatro horas o más posterior a la puesta de sol, debido a la distancia que deben recorrer entre el mar y los sitios reproductivos según la velocidad estimada con la que realizan sus vuelos.</p> <p>La no-detección de ejemplares mediante esta metodología no es suficiente para confirmar la ausencia de ejemplares en un sector, debido a la posibilidad de que las aves transiten fuera del campo de visión del profesional. Los distintos modelos varían mucho en calidad y valor entre sí.</p>	



Personal requerido	Se recomienda al menos dos profesionales para esta metodología, uno encargado del binocular y un profesional para la toma de datos y revisión en tableta o teléfono celular, pudiendo rotar acciones de manera regular para evitar fatiga.
Bibliografía	Galase (2018) First confirmed Band-Rumped Storm Petrel <i>Oceanodroma castro</i> colony in the hawaiian islands, Raine <i>et al.</i> (2017) The breeding phenology and distribution of the Band-Rumped Storm-etrel <i>Oceanodroma castro</i> on Kauaʻi and Lehua islet, Hawaiian islands.





Nombre de la Metodología	Radar 
Objetivo de muestreo	Determinar el tránsito aéreo y actividad en un sector determinado.
Descripción del método	<p>Esta metodología considera el uso de radares marinos de banda X modificados, equipados en su mayoría con una antena guía para la detección de aves en un área determinada. El radio de detección de este tipo de radares es variable según los distintos modelos, desde unos pocos metros hasta 100 km, por lo que se deben realizar varios puntos de observación si el área es superior al rango máximo del modelo. La información obtenida es analizada en tiempo real por softwares específicos para el modelo del radar en un computador. El muestreo se realiza principalmente posterior al atardecer y antes del amanecer, cuando las aves realizan sus movimientos. El radar y antena se montan en un vehículo para su traslado dentro del área de monitoreo.</p> <p>Se recomienda realizar una evaluación previa de terreno para determinar accesos vehiculares a sectores de interés.</p>
Tipo de resultados que el método permite obtener	Según el modelo, permite reconocer el flujo de aves transitando por un área determinada, la altura de vuelo de las aves, la velocidad, dirección y horarios de mayor actividad. Los resultados obtenidos son de alta precisión, abarcando un área superior a cualquier dispositivo de visión nocturna. Es la metodología que entrega mejores resultados del tránsito aéreo de aves.
Material de trabajo	Un Radar marino modificado de banda X (ej de modelos: X GEM SuperNet 9410MHz y Furuno Model FCR-1510), antena guía, vehículo, computador con software específico de radar.
Posibles errores	Fecha inadecuada de muestreo. Variaciones en el alcance de la medición, asociada a obstáculos topográficos. Dificultad en la identificación de las especies. Modelos cuyo alcance sea muy limitado.
Consideraciones	<p>Es una metodología en desarrollo en el país hasta el momento, probablemente porque su costo es elevado. El uso único del radar no permite identificar las aves a nivel de especie. La topografía del sector a muestrear puede determinar la factibilidad de uso del radar (Ej: sectores planos generan un menor rebote de ondas del radar que un sector de quebradas o cajón).</p> <p>En muchos casos se debe contar con soporte energético (fuente de poder, transformador u otro) para poder trabajar de forma ininterrumpida.</p>
Personal requerido	Para esta metodología se necesitan entre dos y cuatro profesionales, considerando el manejo y transporte de equipos, procesamiento simultáneo de datos y otros. Se sugiere un equipo de observadores realizando mediciones con dispositivos de visión nocturna en los puntos de muestreo de modo de complementar la información y corregir errores.



<p>Bibliografía</p>	<p>Hamer <i>et al.</i> (2014) Nocturnal Surveys for Ashy Storm-Petrels (<i>Oceanodroma homochroa</i>) and Scripps's Murrelets (<i>Synthliboramphus scrippsi</i>) at Offshore Oil Production Platforms, Southern California.</p> <p>Orben <i>et al.</i> (2019) Comparing imaging, acoustics, and radar to monitor Leach's storm-petrel colonies.</p> <p>Zaugg <i>et al.</i> (2008) Automatic identification of bird targets with radar via patterns produced by wing flapping.</p>
---------------------	---





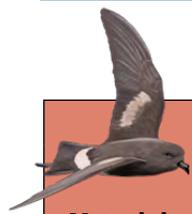
Nombre de la Metodología	Cámaras trampa 
Objetivo de muestreo	Determinar ocupación actual de golondrinas de mar en una cavidad
Descripción del método	<p>Este método corresponde a la instalación de cámaras trampa cercanas a cavidades de uso potencial para la reproducción de golondrinas de mar. Para aquello se utilizan estacas o estructuras naturales como piedras que sirvan para fijar la cámara y evitar que ésta se mueva con el viento u otros factores ambientales. En caso de utilizar un soporte artificial debe ser colocado de forma que no obstruya el paso de aves hacia dentro o fuera de la cavidad.</p> <p>Las cámaras deben instalarse orientadas hacia la cavidad, con el objetivo de registrar las entradas y salidas de los individuos. Deben instalarse por lo menos a 1,5 m de la cavidad, evitando alterar la conducta natural de las aves. La revisión de éstas y la frecuencia de cambio de pilas y tarjetas SD dependerá de la extensión del monitoreo, pero no deberán revisarse antes de, al menos una semana entera de toma de datos. Un esfuerzo adecuado debiera considerar un período de al menos 2 a 4 semanas de toma de datos, considerando que el tránsito de golondrinas de mar hacia el nido puede ocurrir tras varios días de instalarse los equipos. Para dilucidar el estado de una cavidad en estudio, se recomienda la instalación de mínimo 2 cámaras trampa por cavidad.</p>
Tipo de resultados que el método permite obtener	Registros audiovisuales de individuos ingresando o saliendo de las cavidades. Frecuencia de visitas y actividad de los individuos detectados. Los registros confirman la ocupación de la cavidad y a partir de estos se puede identificar la especie.
Material de trabajo	Se utilizan cámaras trampa (ej: Reconyx, Bushnell, Moultrie) y un computador para la lectura y análisis de los archivos de la tarjeta SD.
Posibles errores	Instalación o configuración incorrecta de los equipos. Pérdida de equipos, fechas inadecuadas para el muestreo. Cámaras con una rapidez de disparo baja, las cuales no permiten grabar el veloz arribo de las golondrinas de mar al entrar a la cavidad.
Consideraciones	Para la configuración de los equipos se recomienda la opción de “video”, con una sensibilidad media de detección y un control de luces LED bajo. Se sugiere una duración de entre 15 a 30 segundos por video. Para aumentar la vida útil de las baterías, en algunos casos se pueden instalar pequeños paneles de energía solar en los equipos. Se recomienda utilizar tarjetas de almacenamiento de al menos 32 gigabytes.
Personal requerido	Esta metodología puede realizarse de manera individual.
Bibliografía	<p>Malinarich & Vallverdú (2019) Estudio de las poblaciones de golondrina de mar en la Región de Tarapacá.</p> <p>Orben <i>et al.</i> (2019) Comparing imaging, acoustics, and radar to monitor Leach’s storm-petrel colonies.</p> <p>Jodice <i>et al.</i> (2015) First satellite tracks of the Endangered black-capped petrel.</p>



Cámara trampa instalada frente a nido de golondrina de mar



Resumen de metodologías para la detección de golondrinas de mar



Metodologías	Objetivo				
	Búsqueda de cavidades utilizadas por golondrinas de mar en un área.	Determinar la actividad reproductiva de un área.	Identificar nidos con signos de reproducción pasada (nido inactivo).	Identificar nidos con signos de reproducción actual (nido activo).	Determinar el tránsito aéreo en un área determinada.
Transectos de búsqueda y revisión preliminar de cavidades	Sí	No (sólo de nidos en particular con grado alto de error)	Sí (con un grado alto de error)	Sí (con un grado alto de error)	No
Boroscopio	No	No (sólo de nidos en particular)	Sí	Sí	No
Playback	No	No	No	Sí (Con un grado medio de error)	No
Grabadores autónomos	No	Sí (con un grado bajo de error)	No	Sí	Sí (Con un grado alto de error)
Canes entrenados	Sí	No (sólo de nidos en particular con grado medio de error)	Sí (con un grado medio de error)	Sí (con un grado medio de error)	No
Dispositivos de visión nocturna	No	Sí (Con un grado bajo de error)	No	Sí (Con un grado alto de error)	Sí (Con un grado bajo de error)
Radar	No	Sí	No	No	Sí
Cámara trampa	No	Sí (si se utilizan varias cámaras)	No	Sí (con un grado bajo de error)	No



Adulto de gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*)



6.3 GAVIOTA GARUMA, DEFINICIONES

Nido: Para el caso de gaviota garuma se entenderá como nido, a leves depresiones en el sustrato de un diámetro aproximado de 14 -18 cm, ubicadas generalmente en zonas expuestas al viento y asociadas a rocas cercanas donde se evidencia concentración de heces. Allí colocan entre 1 y 4 huevos, siendo más común 2 (Aguilar-Pulido *et al.* 2021).

Sitio de nidificación inactivo: Las zonas de reproducción pueden no ser utilizadas todos los años, por lo que es posible evidenciar sectores con presencia de signos reproductivos de temporadas anteriores. Entre estos signos destacan: zonas pedregosas en el desierto con múltiples marcas de heces en el suelo o en rocas aledañas, huevos o cáscaras antiguas, carcasas de polluelos o adultos en el sector, presencia de múltiples plumas de la especie en sectores interiores del desierto. El tamaño de los sitios así como de los signos encontrados puede variar considerablemente, encontrando evidencia de grandes colonias de decenas de individuos, de solo unos pocos nidos, e incluso nidos solitarios aislados.

Ruta de vuelo: Para la gaviota garuma corresponde al trayecto que realizan los ejemplares entre los sitios de nidificación y los sitios de alimentación en la zona costera y el mar durante la época reproductiva.

6.4 METODOLOGÍAS PARA GAVIOTA GARUMA

Nombre de la Metodología	Transectos o puntos de muestreo 
Objetivo de muestreo	Determinar presencia de individuos o nidos
Descripción del método	<p>Este método corresponde a la realización de transectos o puntos de conteo en el área de interés. En cada estación de muestreo (transecta o punto) los observadores deben utilizar binoculares y/o telescopio para la búsqueda de presencia de aves. Al mismo tiempo se deben registrar todos los hallazgos de huevos, restos de cáscaras, carcasas o indicios de presencia (ej: cúmulos de fecas en sustratos pedregosos a nivel del suelo). La cantidad de puntos o transectos se definirá por el tamaño del área a muestrear.</p> <p>Se recomienda realizar transectos considerando un campo de visión del observador de 50 metros por lado. Las distancias de muestreo dependerán del sustrato del área de estudio, estableciendo un radio de 50 m para sectores con buena visibilidad (pocas piedras, sustrato homogéneo) y de 10 a 20 m para sitios de alta pedregosidad y alto valor para camuflaje de nidos. Se debe procurar cubrir lo más posible del área de estudio. Los recorridos deberán realizarse a pie. Por otra parte, en los puntos de conteo, los observadores deben permanecer en el sitio por al menos 15 minutos registrando lo que observan.</p> <p>Para la movilización del personal del equipo dentro del área se debe utilizar preferiblemente los caminos establecidos o huellas antiguas, a modo de no ejercer un daño a posibles nidos de gaviota garuma.</p>
Tipo de resultados que el método permite obtener	Observación de individuos, nidos, polluelos, huevos, restos y/o carcasas de gaviota garuma.
Material de trabajo	Binoculares y telescopio terrestre para la observación a larga distancia. Cámara fotográfica para registros audiovisuales y GPS para registro de hallazgos.



Posibles errores	Sector inadecuado de muestreo, fecha inadecuada, falta de conocimiento de identificación de la especie, mala representación de puntos/transectos del área.
Consideraciones	Esta metodología sólo considera la detección diurna de las aves, y no es adecuada para estudios de tránsito aéreo ni para detectar las aves volviendo a sus sitios reproductivos, debido a que las aves pueden movilizarse fuera del rango de detección auditiva del observador o sin vocalizar. Los sectores potenciales de nidificación de gaviota garuma corresponden a sustratos pedregosos o rocosos, con piedras de al menos 15-20 cm de alto/ancho.
Personal requerido	Esta metodología puede realizarse de manera individual, sin embargo, la cantidad de profesionales requeridos dependerá de la superficie total de muestreo.
Bibliografía	Minera Antakena (2012) Evaluación de la presencia de la gaviota garuma en el área de influencia del proyecto Antakena, Temporada reproductiva 2011-2012 Aguilar-Pulido <i>et al.</i> (2021) Distribución, características y situación actual de las colonias reproductivas de la gaviota garuma (<i>Leucophaeus modestus</i>) en el desierto de Atacama, norte de Chile.

Nombre de la Metodología	Dispositivos de visión nocturna 
Objetivo de muestreo	Determinar el tránsito aéreo y actividad en sitios reproductivos
Descripción del método	<p>Este método consiste en la utilización de dispositivos de visión nocturna como binoculares o monoculares con tecnología térmica, que permiten la observación de aves en condición de ausencia de luz.</p> <p>El muestreo debe comenzar desde la puesta de sol. Los observadores se posicionan en un punto fijo registrando todas las aves que transitan por el lugar, la altura estimada y las conductas observadas. La cantidad de puntos de observación dependerá del tamaño del área a muestrear, sin embargo, se recomienda no movilizarse entre puntos en una misma noche.</p> <p>Para obtener la mayor cantidad de registros de gaviotas garuma en tránsito hacia los sitios de nidificación y viceversa, se sugiere mantener el muestreo durante al menos cuatro horas, posterior al atardecer, realizando rotación de los equipos entre los profesionales para evitar el cansancio. Muchos de estos equipos pueden ser conectados a otros elementos como tabletas o teléfonos, pudiendo mejorar la capacidad de revisión entre más de un observador.</p>
Tipo de resultados que el método permite obtener	Registros visuales de gaviotas en tránsito, estimación de altura con grado medio de error, dirección de vuelo y cantidad de individuos.
Material de trabajo	Binoculares de visión nocturna (Ej modelos: PVS7-3 Alpha de Armasight, Safran de Matis y Pulsar Accolade LRF XP50). Tableta o teléfono celular para asociarse al dispositivo y poder mantener un segundo campo de visión.



Posibles errores	Doble conteo de individuos. Muestreo en sectores no adecuados. Muestreo en fecha inadecuada. Falsos negativos: por cansancio de los operarios puesto que se trata de una actividad nocturna.
Consideraciones	El correcto uso de este método se relaciona con un entendimiento adecuado de la fenología de la especie a muestrear. Los distintos modelos varían mucho en calidad y valor entre sí. El especialista a cargo de los binoculares debe estar capacitado en la identificación de la especie en estudio, para evitar falsos positivos.
Personal requerido	Se recomienda al menos dos profesionales para esta metodología, uno encargado del binocular y un profesional para la toma de datos y revisión en tableta o teléfono celular, pudiendo rotar acciones de manera regular para evitar fatiga.
Bibliografía	Raine <i>et al.</i> (2017) The breeding phenology and distribution of the band-rumped storm-petrel <i>Oceanodroma castro</i> on Kaua'i and Lehua islet, Hawaiian islands.





Adulto de gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*)



Nombre de la Metodología	Radar 
Objetivo de muestreo	Describir el vuelo nocturno de las aves en un sector determinado
Descripción del método	<p>Esta metodología considera el uso de radares marinos de banda X modificados, equipados en su mayoría con una antena guía para la detección de aves en un área determinada. El radio de detección de este tipo de radares es variable según los distintos modelos, desde unos pocos metros hasta 100 km, por lo que se deben realizar varios puntos de observación si el área es superior al rango máximo del modelo. La información obtenida es analizada en tiempo real por softwares específicos para el modelo del radar en un computador. El muestreo se realiza principalmente posterior al atardecer y antes del amanecer, cuando las aves realizan sus movimientos. El radar y antena se montan en un vehículo para su traslado dentro del área de monitoreo.</p>
Tipo de resultados que el método permite obtener	<p>Permite reconocer la cantidad de aves transitando por un área determinada, la altura de vuelo de las aves, la velocidad, dirección y horarios de mayor actividad. La información obtenida es relevante para el cálculo de probabilidad de colisión.</p>
Material de trabajo	<p>Un Radar marino modificado de banda X (ej de modelos: GEM srl 9410 MHz, X GEM SuperNet 9410MHz y Furuno Model FCR-1510), antena guía, vehículo, computador con software específico de radar.</p>
Posibles errores	<p>Fecha inadecuada de muestreo. Variaciones en el alcance de la medición, asociada a obstáculos topográficos. Dificultad en la identificación de las especies.</p>
Consideraciones	<p>Es una metodología de reciente uso en el país hasta el momento, probablemente porque su costo es elevado. La topografía del sector a muestrear puede determinar la factibilidad de uso del radar (Ej: sectores planos generan un menor rebote de ondas del radar que un sector de quebradas o cajón).</p>
Personal requerido	<p>Para esta metodología se necesitan entre dos a cuatro profesionales, considerando el manejo y transporte de equipos, procesamiento simultáneo de datos y otros. Se sugiere un equipo de observadores realizando mediciones visuales en los puntos de muestreo de modo de complementar la información y corregir errores.</p>
Bibliografía	<p>Catoni (2017) Uso de radares de banda X para estudios ecológicos y conservación de la gaviota garuma.</p> <p>Aguilar-Pulido <i>et al.</i> (2021) Distribución, características y situación actual de las colonias reproductivas de la gaviota garuma (<i>Leucophaeus modestus</i>) en el desierto de Atacama, norte de Chile.</p> <p>Catoni <i>et al.</i> (2022) Radar reveals the nocturnal flights of breeding Grey Gulls <i>Leucophaeus modestus</i> in the Atacama Desert, Chile.</p>





Nombre de la Metodología	Grabadores de audio autónomos 
Objetivo de muestreo	Determinar presencia y tránsito aéreo
Descripción del método	<p>Este método consiste en la instalación de grabadoras autónomas de audio en sitios cercanos a colonias de gaviota garuma, lugares con características adecuadas para la reproducción de éstas y/o áreas donde se quiera evaluar el tránsito aéreo de la especie. Los grabadores autónomos se deben instalar durante la temporada reproductiva.</p> <p>La cantidad de grabadoras autónomas utilizadas dependerá de la extensión del área de muestreo. La revisión de éstas se deberá realizar posterior a, al menos, cuatro noches enteras de muestreo, siendo idealmente revisadas tras un par de semanas o más (dependiendo de los objetivos específicos que tenga el estudio acústico). Relacionado con lo anterior, se pueden utilizar distintos protocolos de funcionamiento de los equipos, buscando alcanzar un balance entre duración de las baterías, almacenamiento y factibilidad de visitar para mantención o recogida de los equipos.</p> <p>Para estudios de tránsito aéreo su uso debe ser complementado con otras metodologías, ya que debido a la altura de vuelo de la especie puede no ser detectada por las grabadoras. La distancia de detección de registros auditivos dependerá de las condiciones climáticas (viento, temperatura) y sitio de instalación de las grabadoras. En sectores de poco viento, durante la noche, se estima una distancia máxima de 50-100 m de radio de detección, por lo que se recomienda que los equipos no sean instalados a una mayor distancia que la señalada entre ellos.</p>
Tipo de resultados que el método permite obtener	Las grabaciones obtenidas permiten confirmar la presencia y en menor medida el tránsito de gaviotas garuma en el área, además son útiles para identificar los horarios de actividad en los sectores con presencia confirmada de la especie.
Material de trabajo	Se necesita una o más grabadoras autónomas dependiendo del área a muestrear. Algunos de los modelos más utilizados corresponden a SongMeter SM2 de Wildlife Acoustic y Audiomoth. Además, el uso de un programa para procesar las grabaciones (Ej: Audacity, Raven).
Posibles errores	Incorrecto sitio de instalación del equipo, pérdida del equipo, fecha inadecuada para el muestreo. Instalación en sectores de mucho viento o ruidos externos.
Consideraciones	El correcto uso de esta metodología se relaciona con un entendimiento adecuado de la fenología de la gaviota garuma. La distancia de detección de registros auditivos depende de las condiciones climáticas y modelo a utilizar. La no-detección de registros auditivos no es confirmación de ausencia de la especie, debido a que puede trasladarse a una distancia mayor a la de detección de los equipos o sin vocalizar.
Personal requerido	Se puede realizar con un profesional calificado en la utilización del equipo y análisis de los registros obtenidos.
Bibliografía	Oppel <i>et al.</i> (2014) Estimating population size of a nocturnal burrow-nesting seabird using acoustic monitoring and habitat mapping.





Resumen de metodologías para gaviota garuma

Metodologías	Objetivo		
	Identificar presencia de individuos en un área.	Identificar presencia de nidos.	Determinar el tránsito aéreo en un área determinada.
Transectos o puntos de muestreo	Sí	Si	No
Binocular nocturno/termal	Sí	No	Sí (con un grado medio de error)
Grabadores autónomos	Sí (con un grado bajo de error)	No	Sí (con un grado alto de error)
Radar	Sí	No	Sí



7. REFERENCIAS

- Aguilar-Pulido R., Catoni C., Luna-Jorquera G., Perucci M., Dellomo G., Zavalaga C & Simeone A. 2021. Distribución, características y situación actual de las colonias reproductivas de la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) en el desierto de Atacama, norte de Chile. *Revista Chilena de Ornitología* (27): pp 21-36.
- Aguilar R., Fitzpatrick L, Guerra C. & Luna G. (1994). Time and temperature of incubation and egg hatching success in Gray gull *Larus modestus* at Lealtad (northern Chile) nesting site. *Estudios Oceanológicos* (13) pp 1-11
- Ayala L., Mendoza C. & Pérez J. (2004). Two new breeding localities for the Wedge-rumped storm-petrel (*Oceanodroma tethys*) in Perú. *Marine Ornithology* (32): pp 107-108.
- Ayala L., Sanchez-Scaglioni R., Amoros S. & Felipe L. (2008). A breeding colony of Wedge-rumped storm-petrel, *Oceanodroma tethys kelsalii* (Lowe 1952), on Santa Island-Perú. *Revista peruana de biología* (15): pp 117-120.
- Barros R. y la Red de observadores de aves. (2019). Resumen de avistamientos, Enero – Diciembre 2017. *La Chiricoca* (24): pp 25-56.
- Barros R., Medrano F., Norambuena H., Peredo R., Silva R., de Groote F. & Schmitt F. (2019). Breeding biology, distribution and conservation status of Markham's Storm-Petrel (*Oceanodroma markhami*) in the Atacama Desert. *Ardea* 107(1): pp 75-84
- Barros R., Medrano F., Silva R. & de Groote F. (2018). First Breeding site record of Hornby's Storm Petrel *Oceanodroma hornbyi* in the Atacama Desert, Chile. *Ardea* 106(2): pp 203-207.
- Barros R., Medrano F., Silva R., Schmitt F., Malinarich V., Terán D., Peredo R., Pinto C., Vallverdú A., Fuchs J. & Norambuena H. (2020) Breeding Sites, Distribution and Conservation Status of the White-Vented Storm-Petrel *Oceanites gracilis* in the Atacama Desert. *Ardea* (108).
- Bernal M., Simeone A. & Flores M. (2006). Nidificación de la golondrina de mar peruana (*Oceanodroma tethys*) en el norte de Chile. *Ornitología Neotropical* (17): pp 283-287.
- BirdLife International (2023) Species factsheet: *Hydrobates hornbyi*. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 11/11/2023
- BirdLife International (2023) Species factsheet: *Hydrobates markhami*. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 11/11/2023.
- BirdLife International (2023) Species factsheet: *Hydrobates tethys*. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 11/11/2023
- BirdLife International (2023) Species factsheet: *Oceanites gracilis*. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 11/11/2023.
- BirdLife International (2023) Species factsheet: *Larus modestus*. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 11/11/2023.
- Brooke DM. (2004). Albatross and petrels across the World. Oxford University Press. Oxford, Reino Unido.
- Bolton M., Morgan G., Bolton S., Bolton J., Parmor S. & Bambini L. (2022). Teaching old dogs and young dogs new tricks: canine scent detection for seabird monitoring. *Seabird* (33) pp 36-52.
- Carboneras C., Jutglar F., Kirwan G.M. & Sharpe C.J. (2018). Markham's Storm-petrel (*Hydrobates markhami*). In: del Hoyo J., Elliott A., Sargatal J., Christie D.A. & de Juana E. (eds) Handbook of the birds of the world alive. <http://www.hbw.com/node/52596>
- Carboneras C., Jutglar F., Kirwan, G.M. & Sharpe, C.J. (2019). White-vented Storm-petrel (*Oceanites gracilis*). In: del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E. (eds.). Handbook of the Birds of the World Alive. Lynx Edicions. Barcelona. (retrieved from <https://www.hbw.com/node/52583> on 19 September 2019).



- Catoni C., Aguilar-Pulido R., Zavalaga Carlos & Dell’Omo Giacomo. (2022) Radar reveals the nocturnal flights of breeding Grey Gulls *Leucophaeus modestus* in the Atacama Desert, Chile. Bird Study, DOI: [10.1080/00063657.2022.2092067](https://doi.org/10.1080/00063657.2022.2092067)
- Croxall J., Butchart S., Lascelles B., Stattersfield A., Sullivan B., Symes A. & Taylor P. (2012). Seabird conservation status, threats and priority actions: a global assessment. Bird Conservation International (22): pp 1–34.
- GAC (2022). Informe de monitoreo de aves de nidificación interior, Proyecto Parque Eólico Wayra. Región de Antofagasta. Gestión Ambiental Consultores S.A. Marzo 2022.
- Gallardo B., Vizcarra J., Peredo R., Gutiérrez P., Contardo N., Arcco A. y Medrano F. (2023) Descubrimiento de la primera colonia reproductiva de Golondrina de Mar Negra (*Hydrobates markhami*) en el extremo sur del Perú. El Hornero (38) vol. 2. pp 63-69.
- García-Godos I., Goya E. & Jahncke J. (2002). The diet of Markham’s Storm Petrel *Oceanodroma markhami* on the central coast of Peru. Marine Ornithology (30): pp 77–83.
- García-Olaechea D., Chávez-Villavicencio C. & Novoa-Cova J. (2020). A new breeding colony of the Wedge-rumped Storm-Petrel (*Hydrobates tethys kelsalli*, Lowe 1925) on Foca Island, extreme northwestern Peru. Revista Peruana de Biología, (27): pp 225-228.
- Gaskin C., Baird K. & Cruz S. (2015). Proyecto Petrel de Tormenta (*Oceanites gracilis galapagoensis*) - the search for its breeding grounds. Technical report.
- Guerra C., Fitzpatrick L. & Aguilar R. (1988). Growth rates in Gray Gulls *Larus modestus*: influence of desert nesting and foraging distance. Auk 105:779-783.
- Harris MP. (1969). Breeding season of sea-birds in the Galapagos Islands. Journal of Zoology (159): pp 145-165
- Hertel F. & Torres-Mura J.C. (2003). Discovery of a breeding colony of Elliot’s storm-petrels (*Oceanites gracilis*, Hydrobatidae) in Chile. Ornithología Neotropical. (14): pp 113–115.
- Howell S. (2012). Petrels, albatrosses and storm-petrels of North America. Princeton University Press, NJ.
- Howell S. & Zufelt K. (2019). Oceanic birds of the world, a photo guide. Princeton University Press.
- Jahncke J. (1993). Primer informe del área de anidación de la golondrina de tempestad negra *Oceanodroma markhami* (Salvin 1883). Proc X Congr. Nac. Biol., 1992. Lima, Perú. pp. 339–343.
- Jahncke J. (1994). Biología y conservación de la Golondrina de Tempestad Negra *Oceanodroma markhami* (Salvin 1883) en la Península de Paracas, Perú. APECO, Lima.
- Luna N. (2015). Relevancia de la Golondrina de Mar Peruana (*Oceanodroma tethys*) en la Dieta de la Lechuza (*Tyto alba*) en Isla Grande de Atacama. Tesis de Biología Marina, Universidad Católica del Norte. La Serena, Chile.
- Luna N. (2018). *Oceanodroma tethys* (p 282 - 283). En Medrano F, Barros R, Norambuena H V, Matus R y Schmitt F. Atlas de las aves nidificantes de Chile. Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile. Santiago, Chile.
- Malinarich V. & Vallverdú A. (2019). Estudio de las poblaciones de golondrina de mar en la región de Tarapacá. Informe técnico. Unidad de recursos naturales, Servicio Agrícola y Ganadero. 56 pp.
- Malinarich V. & Vallverdú A. (2021). Estudio de las poblaciones de golondrina de mar en la región de Tarapacá. Informe técnico. Unidad de recursos naturales, Servicio Agrícola y Ganadero. 60 pp.
- Malinarich V. (2016) Diagnóstico poblacional de la Gaviota Garuma *Leucophaeus modestus* (Tschudi, 1843), Zona Norte de Chile. Servicio Agrícola y Ganadero. Unidad de Recursos Naturales, Región de Tarapacá.
- Medrano F., Silva R., Barros R., Terán D., Peredo R., Gallardo B., Cerpa P., de Groot F., Gutiérrez P. & Tejada I. (2019). Nuevos antecedentes sobre historia natural y conservación de la golondrina de mar negra (*Oceanodroma markhami*) y la golondrina de mar de collar (*Oceanodroma hornbyi*) en Chile. Revista Chilena de Ornithología 25:1
- Medrano F., Escobar I. & Silva R. (2022). Gray Gull (*Leucophaeus modestus*), version 2.0. In Birds of the World (S. M. Billerman, Editor). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.grygul.02>
- Medrano F., Gallardo B., Drucker J. & Jaramillo A. (2024). Markham’s Storm-Petrel (*Hydrobates markhami*), version 3.0. In Birds of the World (T. S. Schulenberg, S. M. Billerman, and B. K. Keeney, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA.



- Medrano F., Drucker J. & Jaramillo A. (2021). Ringed Storm-Petrel (*Hydrobates hornbyi*), version 2.1. In Birds of the World (T. S. Schulenberg and B. K. Keeney, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.ris-pet1.02.1>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2018). Decreto Supremo N° 79/2018. Aprueba y oficializa nómina para el décimo cuarto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Santiago, Chile. Diario Oficial. 19 de diciembre de 2018.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2020). Decreto Supremo N° 16/2020. Aprueba y oficializa nómina para el décimo sexto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Santiago, Chile. Diario Oficial. 3 de agosto de 2020.
- Murphy R.C. (1936). Oceanic birds of South America. Vol. 2. MacMillan Company, New York.
- Pino R., Mora M. & Sepúlveda C. (2021) A new breeding site of Hornby's Storm-Petrel. *Oryx* (55). Cambridge University Press.
- Ribic C., Ainley D. & Spear L. (1997). Seabird associations in Pacific equatorial waters. *Ibis* (139): pp 482–487.
- Oikonos-ROC-OPCC (2022) Guía para una Iluminación Amigable con Aves Marinas en Chile.
- SAG (2012) Guía de Evaluación Ambiental: Componente Fauna Silvestre. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).
- Schlatter R. & Marín M. (1983). Breeding of Elliot's storm petrel *Oceanites gracilis*, in Chile. *Le Gerfaut* (73): pp 197-199.
- Schmitt F., Barros R. & Norambuena H. (2015). Markham's Storm Petrel breeding colonies discovered in Chile. *Neotropical Birding* (17): pp 5–10.
- SEA (2015). Guía para la descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA. Gobierno de Chile.
- SEA (2022). Guía criterio de evaluación en el SEIA: evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa. Santiago, abril 2022.
- SEA (2022). Guía para la compensación de biodiversidad en el SEIA. Segunda Edición. 2022
- SEA (2022). Criterio de evaluación en el SEIA: criterios técnicos para campañas de terreno de fauna silvestre y validación de datos. Santiago, noviembre 2022.
- Silva R., Medrano F., Tejada I., Terán D., Peredo R., Barros R., Colodro V., González P., González V., Guerra-Correa C., Hodum P., Keitt B., Luna-Jorquera G., Malinarich V., Mallea G., Maríquez P., Nevins H., Olmedo B., Páez-Godoy J., de Rodt G., Rojas F., Sanhueza P., Suazo C.G., Toro F. & Toro-Barros B. (2020). Evaluación del impacto de la contaminación lumínica sobre las aves marinas en Chile: Diagnóstico y Propuestas. *Ornitología Neotropical* (31): pp 13-24.
- Spear L.B. & Ainley D.G. (2007). Storm-petrels of the Eastern Pacific Ocean: species assembly and diversity along marine habitat gradients. *Ornithological Monographs* (62).
- Torres-Mura J.C. & M.L. Lemus. (2013). Breeding of Markham's Storm-Petrel (*Oceanodroma markhami*, Aves: Hydrobatidae) in the desert of northern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* (86):pp 497–499.
- Vargas M. (2019). Análisis trófico de la golondrina de mar negra (*Oceanodroma markhami*) (Salvin 1883) en Chile, e implicancias para su conservación. Tesis de Biología marina. Facultad de ciencias del mar y recursos naturales, Universidad de Valparaíso.



GUÍA METODOLÓGICA PARA
LA DESCRIPCIÓN DE
GOLONDRINAS DE MAR Y
GAVIOTA GARUMA EN EL
DESIERTO DEL NORTE DE CHILE

GUIA ELABORADA POR:

PATROCINADA POR:

CON EL APOYO DE:

