

**ACTUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN DE OBJETOS DE  
CONSERVACIÓN EN BAHÍA MEJILLONES, COMUNA DE  
MEJILLONES, REGIÓN DE ANTOFAGASTA**

**INFORME FINAL**



Centro de Estudios Agrarios y Ambientales, CEA  
Valdivia, junio de 2019

## Institución responsable



Centro de Estudios Agrarios y Ambientales, CEA

García Reyes 423, 2º piso, Valdivia

Fono/fax 63-2215846

Casilla 164, Valdivia.

Correo electrónico: [cea@ceachile.cl](mailto:cea@ceachile.cl)

Página web: [www.ceachile.cl](http://www.ceachile.cl)

Representante legal: Andrés Muñoz Pedreros

Correo electrónico: [cea@ceachile.cl](mailto:cea@ceachile.cl)

## **Equipo profesional**

### **Heraldo Norambuena Ramírez**

Biólogo en gestión de recursos naturales  
Doctor en sistemática y biodiversidad  
Jefe del proyecto

### **José Yáñez Valenzuela**

Biólogo

### **Andrea Contreras Sepúlveda**

Ingeniera en recursos naturales renovables  
Magister en áreas silvestres y conservación de la naturaleza

### **Rodrigo Santander Massa**

Biólogo en gestión de recursos naturales  
Magíster en desarrollo rural  
Doctor(c) en ecosistemas forestales y recursos naturales

### **Andrés Muñoz Pedreros**

Médico veterinario, Magister en ecología  
Doctor en ciencias ambientales

### **Víctor Raimilla Almonacid**

Biólogo en gestión de recursos naturales

# ÍNDICE

1. ANTECEDENTES GENERALES .....	6
2. ACTIVIDADES Y METODOLOGÍA .....	8
2.1. Actualización de la información disponible para los objetos de conservación (OdC) y de usos de la bahía de Mejillones (BM) e identificar los vacíos de información con fines de conservación y monitoreo de los OdC. ....	8
2.1.1 Estado de conocimiento de la Bahía de Mejillones.....	9
a. Revisión Bibliográfica .....	9
b. Catálogo Digital .....	10
c. Identificación de Vacíos de Información.....	10
2.2 Caracterización de la comunidad de aves y mamíferos marinos en BM junto las presiones y amenazas a los OdC en el área. ....	11
2.2.1 Caracterización de las comunidades de aves y mamíferos marinos de la Bahía de Mejillones .....	11
a. Campañas de terreno.....	11
b. Estatus migratorio y estado de conservación.....	14
c. Identificación de especies focales .....	15
2.2.2 Identificación de amenazas sobre los objetos de conservación .....	20
a. Proceso inducido.....	20
b. Perturbaciones .....	20
c. Impacto ambiental.....	21
2.3 Propuesta de un plan de gestión y monitoreo de OdC valorizado.....	21
2.3.1 Metodología para elaborar mapas conceptuales de riesgo.....	21
a. Análisis bibliográfico .....	22
b. Reconocimiento y observación en terreno.....	22
c. Actores e informantes clave .....	23
d. Identificación de procesos inducidos y perturbaciones asociadas.....	23
e. Mapas conceptuales.....	23
3. Resultados .....	24
3.1. Análisis de las referencias bibliográficas .....	24
3.1.2. Análisis por temática y vacíos de información.....	27
3.1.3. Oceanografía .....	28
3.1.4. Instrumentos de gestión comunal.....	30

3.2. Catálogo de especies registradas.....	31
3.4. Objetos de conservación .....	43
3.5. Amenazas a los objetos de conservación.....	46
3.5.1. Diagrama conceptual.....	50
3.5.2. Impactos de las perturbaciones actuales sobre los objetos de conservación .....	52
3.6. Talleres.....	53
4. CONCLUSIONES .....	57
5. LITERATURA CITADA Y CONSULTADA.....	59

## 1. ANTECEDENTES GENERALES

La Bahía de Mejillones (BPM) se ubica en la Región de Antofagasta entre los (23°1,7'S, 70° 30,6' W) y (22°58,3'S, 70°19,5'W) Latitud sur y constituye el principal centro de surgencia costera de la zona norte de Chile (Rodríguez et al. 1991, Marín et al. 1993, Marín & Olivares 1999, Marín et al. 2001, Marín & Moreno 2002, Marín et al. 2003, Giraldo et al. 2006). Esta característica explica la productividad biológica que sustenta la biodiversidad existente y que para el caso de la Península de Mejillones implicó incluirlo como Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad (SPCB) (CONAMA 2003). En ese contexto se generó información actualizada de la línea de base biológica y social, se propusieron objetos de conservación (OdC) en base a la biodiversidad relevante del sector (avifauna marina; comunidades de lobos marinos, chungungos y cetáceos); se diagnosticó el estado de conservación de las comunidades de aves y mamíferos marinos menores; se identificaron las presiones y amenazas y se propusieron metas de conservación junto con medidas para avanzar en la conservación de la península (Hudson et al., 2008, FNDR ID: 6187752-LPP13; Ulloa et. al., 2013).

En el caso de la Bahía de Mejillones existen estudios científicos de oceanografía y ecología que establecen su importancia por la alta productividad biológica y capacidad de retención de larvas de peces y otros organismos (Rojas et al., 2002; Olivares, 2001), que favorecen el reclutamiento de especies y la presencia permanente y/o temporal de mamíferos marinos menores y mayores (Guerra et al., 1987; Rendell et al., 2004; García com. pers.), razón por la que se le considere como una zona importante para la conservación biológica (Delgado y Marín, 2001). Por otra parte, la bahía también es relevante para el comercio internacional, la generación de energía y una diversa gama de industrias vitales para el desarrollo regional y nacional. De acuerdo a información del SEA existen 28 proyectos con incidencia en el borde costero, es la segunda ciudad costera regional con mayor proyección de crecimiento poblacional al 2020 (Fuente INE), y soporta un creciente uso turístico de playa y de observación de la naturaleza.

Debido a estas características y su capacidad de sustento de consumidores primarios y predadores tope, la bahía soporta múltiples usos, está sometida a crecientes presiones y amenazas que requieren medidas de gestión que favorezcan la conservación de los procesos naturales, la biodiversidad marina y los usos productivos que ahí se desarrollan.

En ese contexto actualmente se lleva a cabo un estudio que aborda los aspectos de carga contaminante en columna de agua y sedimentos con el propósito de proponer medidas de gestión para el monitoreo de la contaminación de la bahía, pero no hay iniciativas que aborden la coexistencia de la creciente presencia de especies que son objeto de actividades de observación de la naturaleza (cetáceos mayores y menores, aves marinas y paisaje) con amenazas como la pesca, contaminación y la navegación. Para avanzar en ese sentido se desarrollan investigaciones para determinar la frecuencia de avistamiento y distribución espacial y temporal de cetáceos al interior de la bahía con el objeto de apoyar el ordenamiento de las rutas de navegación de los buques de gran calado y evitar eventuales colisiones con cetáceos. Con respecto a la pesca se presume que la exclusión de acceso a la primera milla para embarcaciones de cerco mayores a 12 m de eslora (Res. Exenta SERNAPESCA 7181/2015), habría favorecido la presencia de mamíferos y de las comunidades de aves marinas por cuanto habría una mayor biomasa disponible como alimento aumentando la diversidad marina en general (Riquelme y Menares, com. pers.). Sin embargo, esta hipótesis debe ser probada.

En ese contexto para avanzar en medidas de gestión que favorezcan la coexistencia de la biodiversidad marina y la pesca, se requiere actualizar la información de los Objetos de Conservación (OdC) y proponer un plan de gestión y monitoreo.

## **OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

Actualizar la información sobre los OdC en Bahía Mejillones: ensamble de aves y mamíferos marinos y proponer un plan de gestión y monitoreo.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

a. Actualizar la información disponible para los objetos de conservación (OdC) y de usos de la bahía de Mejillones (BM) e identificar los vacíos de información con fines de conservación y monitoreo de los OdC.

b. Caracterizar la comunidad de aves y mamíferos marinos en BM junto las presiones y amenazas a los OdC en el área.

c. Proponer un plan de gestión y monitoreo de OdC valorizado.

## **2. ACTIVIDADES Y METODOLOGÍA**

### **2.1. Actualización de la información disponible para los objetos de conservación (OdC) y de usos de la bahía de Mejillones (BM) e identificar los vacíos de información con fines de conservación y monitoreo de los OdC.**

#### ***Conceptualización de Objetos de Conservación***

Los objetos de conservación (OdC) son elementos bióticos que se incorporan como fundamentos de protección para los ecosistemas con alto valor para la conservación de la biodiversidad. Un área de conservación es funcional cuando reúne los atributos más adecuados para conservar la diversidad biológica a largo plazo o, como lo manifiestan Poiani & Richter (2000) es un área que “mantiene a las especies, comunidades y/o sistemas de interés focal y a los procesos ecológicos que sustentan, dentro de sus rangos naturales de variación”. Los objetos de conservación pueden ser a nivel de comunidades naturales y sistemas ecológicos o ecosistemas, en los que se incluyen los procesos naturales que los mantienen. A su vez, se pueden abordar a nivel de comunidades y ecosistemas o a nivel de especies. En el primer caso cuando se trabaja con las comunidades naturales, éstas, (sensu Whittaker 1975) se definen como un ensamble de poblaciones de plantas, animales, bacterias y hongos que viven en un entorno e interactúan unos con otros formando un sistema viviente particular. Mientras que un ecosistema sería la suma de comunidades y sus entornos tratados como sistemas funcionales que transfieren y circulan materia y energía. Los sistemas ecológicos pueden clasificarse de acuerdo a su fisonomía en zonas de vida, estructura de la vegetación, composición florística o ambos (Grossman et al. 1999).

A nivel de especies se distinguen distintos grados o “filtros” (grueso, medio y fino). (a) El filtro grueso se focaliza en la diversidad contenida en cada ecosistema, ya sea a nivel de riqueza de especie o incorporando índices de equidad. Puede complementarse este filtro, además de la diversidad, con información sobre proporciones de endemismo y amenazas (e. g., clasificación en categorías de conservación); (b) el filtro medio enfoca la conservación de elementos críticos del ecosistema que son importantes para muchas especies en especial las que probablemente son pasadas por alto por los métodos de filtro fino, como invertebrados, hongos y plantas no vasculares, e incluyen elementos

críticos tales como estructuras y procesos (Hunter 2004) (e.g., disponibilidad de alimento en cuerpos de agua lénticos y lóticos, zonas importantes para los ciclos vitales de aves y peces); (c) el filtro fino considera aquellas especies que no estarían bien conservadas sólo con el filtro grueso, tales como especies en peligro de extinción, aquellas en riesgo dado que presentan poblaciones en declinación, naturalmente raras, o las endémicas. A estas especies las llamamos especies focales incorporándose, además de las endémicas y amenazadas las especies que eventualmente puedan ser sindicadas en forma documentada como paraguas, bandera y/o clave.

### **2.1.1 Estado de conocimiento de la Bahía de Mejillones**

#### **a. Revisión Bibliográfica**

Se revisó y sistematizó la información disponible sobre biodiversidad, oceanografía, ecología y usos en BM; con énfasis en abundancia, diversidad y distribución de OdC, producción primaria y secundaria, estudios de preferencia alimentaria y relaciones tróficas de los OdC, efectos de remoción de biomasa planctónica, medidas de administración pesquera, pesquerías, ordenamiento territorial, planificación del territorio y turismo, concesiones de usos, rutas de navegación de embarcaciones mayores y menores. Para esto, se realizó una acuciosa búsqueda bibliográfica utilizando buscadores de artículos nacionales (e.g., Scielo) e internacionales (e.g., ISI web Knowledge) con palabras claves como “tema” + “Bahía de Mejillones” o “Mejillones”. Adicionalmente, se buscó información en portales de revistas con Comité Editorial de escasa difusión en buscadores científicos (e.g., Boletín del Museo Nacional de Chile, Revista Chilena de Ornitología, Biodiversidata) y algunas ya desaparecidas situadas en el repositorio “Biodiversity Library” como el Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción. Complementariamente, se utilizó la información de informes técnicos depositados en la plataforma del Servicio de Evaluación Ambiental (<http://www.sea.gob.cl/>), libros y artículos de las bibliotecas personales de los consultores y tesis de grado y post grado encontrados en la web y otras fuentes de información relevantes como libros de relatos de viajes. Se incluyeron resultados de los informes de proyectos ejecutados en el área de estudio, bajo el proyecto FNDR ID: 6187752-LPP13, y los proyectos Diagnóstico y monitoreo ambiental de la bahía de Mejillones del Sur BIP 30126368-0 y Diagnóstico y manejo sustentable de la Bahía de Mejillones BIP 30123484-0.

## **b. Catálogo Digital**

Se generó un catálogo digital de información bibliográfica sistematizado con la totalidad de la información recopilada, incluido fotografías, videos, publicaciones, tesis, y se complementó el catálogo de información generada en el primer informe de avance del estudio FNDR "Diagnóstico y monitoreo ambiental de bahía Mejillones del Sur" (BIP 30126368) como, asimismo, en el informe final del estudio FNDR: "Diagnóstico ambiental y manejo sustentable Península de Mejillones", BIP 30123484-0.

Cada referencia se analizó y sistematizó desglosando:

- Título,
- Autor(es),
- Fecha de publicación,
- Tipo de estudio (artículo científico, libro o capítulo de libro, documento técnico, Tesis pre y postgrado),
- Tema,
- Subtema
- Palabras claves (tres).

## **c. Identificación de Vacíos de Información**

En base a la información recopilada y sistematizada, se evaluaron vacíos de información respecto de conservación y monitoreo de los OdC en BM. La información fue tabulada en formato Excel, ya que permitió la agrupación y análisis por cada campo (con filtros activados). Además, se entregaron los artículos en archivos .PDF organizados en una carpeta con todas las referencias bibliográficas obtenidas.

## **2.2 Caracterización de la comunidad de aves y mamíferos marinos en BM junto las presiones y amenazas a los OdC en el área.**

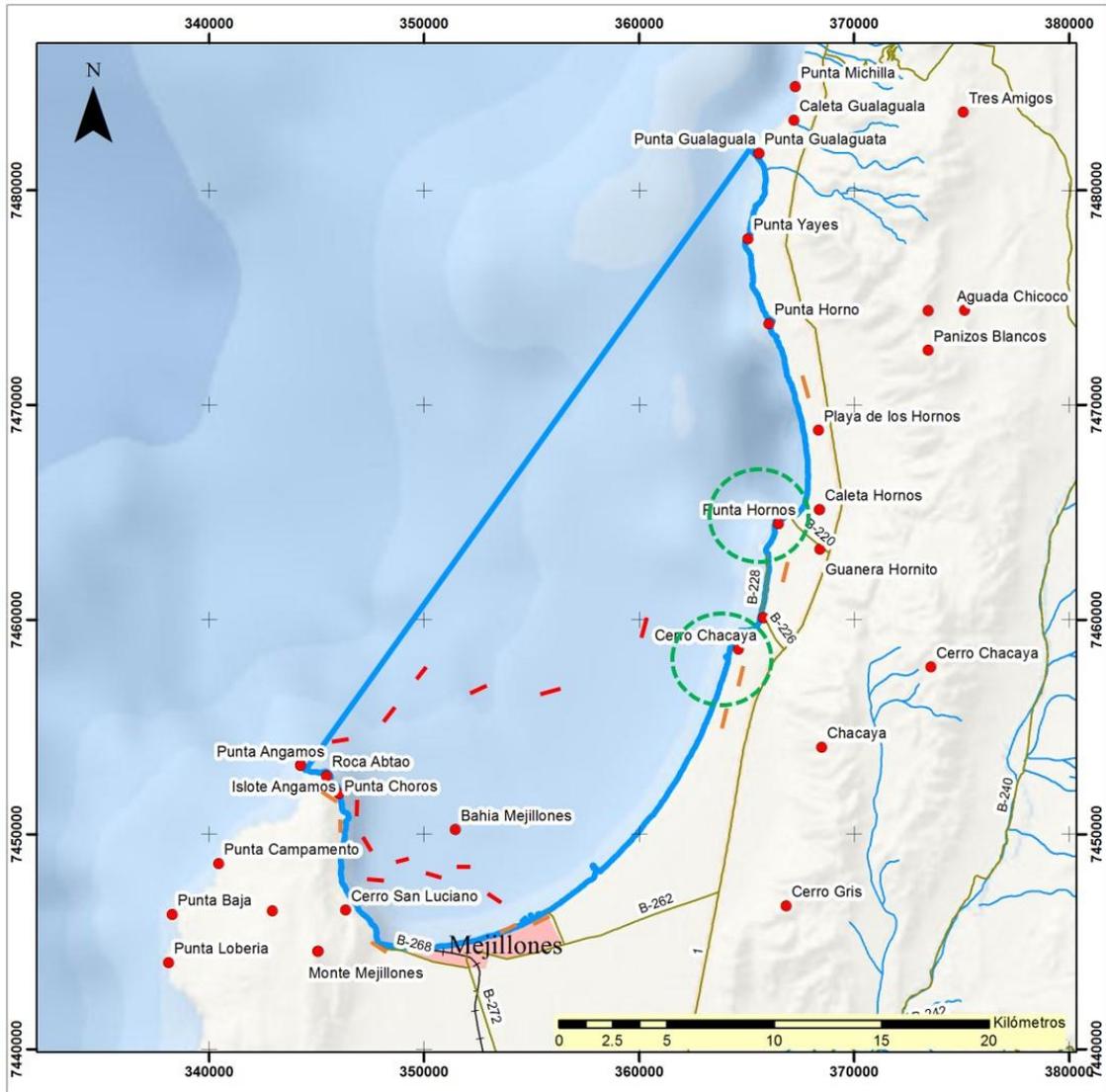
### **2.2.1 Caracterización de las comunidades de aves y mamíferos marinos de la Bahía de Mejillones**

#### **Área de estudio**

La Bahía de Mejillones se ubica en el área costera del desierto de Atacama, en la Región de Antofagasta, entre los 23°1,7'S, 70° 30,6' W y 22°58,3'S, 70°19,5'W (Fig. 1). Esta Bahía es parte del área marina costera protegida de múltiples usos (AMCP-MU) Península de Mejillones (Hudson et al. 2008). Se caracteriza por ser el principal centro de surgencia costera de la zona norte de Chile (Sobarzo & Figueroa 2001, Thiel et al. 2007); con una alta productividad marina y relativo aislamiento de actividades humanas, lo que genera una gran diversidad y abundancia de especies marinas (Tognelli et al. 2005, 2008). Destaca la presencia de grandes colonias de lobos marinos, presencia de delfines, gran abundancia y diversidad de aves marinas y la llegada estacional de tortugas marinas y ballenas (Aguayo & Maturana 1973, Guerra et al. 1987, Rendell et al. 2004, Vilina et al. 2006, Guerra-Correa et al. 2008). Uno de los recursos que sostiene esta amplia biodiversidad de vertebrados, es la presencia histórica de Anchoqueta (*Engraulis ringens*) (Valdés et al. 2008, Guiñez et al. 2014). Sin embargo, se han identificado otras especies que representan filtros finos (i.e. especies amenazadas, endémicas o bandera), como *Chelonia mydas*, *Lepidochelys olivacea*, *Delphinus delphis*, *Tursiops truncatus* y *Pyura praeputialis* (Ulloa et al. 2013).

#### **a. Campañas de terreno**

Durante el mes de noviembre de 2018, enero 2019 y marzo de 2019 se desarrollaron las campañas de terreno para obtener información del ensamble de aves y mamíferos marinos de la Bahía de Mejillones. Los métodos en terreno y análisis de información generada fueron los siguientes:



<p><b>Leyenda</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Topónimos</li> <li>— Red Vial</li> <li>+ Red Ferroviaria</li> <li>— Red Hidrográfica</li> <li>▭ Área de Estudio Bahía Mejillones</li> <li>▭ Mejillones</li> <li>— Transecto en bote</li> <li>— Transecto en playa</li> <li>○ Vuelo con drone</li> </ul>	<p><b>Croquis Ubicación</b></p>	<p><b>Ejecuta</b></p> <p><b>Solicita</b></p>
<p><b>Proyecto</b></p> <p>Actualización de Información de Objetos de Conservación en Bahía Mejillones, Comuna de Mejillones, Región de Antofagasta</p>		<p><b>Datos Geodésicos</b></p> <p>Sistema de coordenadas: WGS 84, UTM Zona 19 S Proyección: Transverse Mercator</p> <p><b>Escala</b>      <b>Fecha</b> 1: 250.000      enero 2019</p>

**FIGURA 1. ÁREA DE ESTUDIO BAHÍA DE MEJILLONES, REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE.**

- **Censo de Aves**

La estimación de riqueza y abundancia de aves marinas y costeras se estimó mediante 15 transectos de 500 m de largo con ancho fijo de 300 m con detenciones de conteos cada 10 minutos siguiendo lo propuesto por Tasker et al. (1984). El conteo de aves se realizó con tres observadores provistos de binoculares 10x42 (Zeiss) desde una embarcación de 12 m de eslora, desde las 07:30 a las 12:30 AM. Las distancias de las aves al transecto fueron medidas con un telémetro digital (Bushnell 450 Pro; rango = 4 a 999 m), considerando para ello su primera observación. Para el caso de aves playeras se realizaron censos en 10 transectos de playa de 500 m de extensión cada uno (Tabla 1).

La medición de la distancia solo se realizó para las aves posadas en el mar, y el telémetro se utilizó bajo condiciones de mar propicias (Escala de Beaufort 1 al 3, con escaso viento). Como el telémetro es poco practicable para grupos de alimentación (muchas aves posadas en el mar), se utilizaron rangos de distancia siguiendo lo propuesto por Tasker et al. (1984). Respecto de las aves volando, estas se censaron solo la primera vez y a través del método de SNAPSHOT cada un minuto.

TABLA 1. Coordenadas UTM de la ubicación de los transectos de censo de aves playeras en Bahía de Mejillones, Región de Antofagasta.

Transecto	Inicio X	Inicio Y	Termino X	Termino Y
1	364117	7457660	363981	7457195
2	363797	7456575	363642	7456084
3	365485	7459562	365745	7460009
4	366201	7461503	366253	7462050
5	346302	7450498	346279	7449981
6	346192	7451106	346394	7450648
7	347955	7444842	348457	7444782
8	350606	7444695	351109	7444799
9	352867	7445135	353354	7445273
10	363184	7454969	363378	7455736

En áreas con colonias de reproducción se realizaron detenciones en alta mar para hacer un conteo con dos observadores con un contador manual y a través de fotografías que fueron procesadas en gabinete. Con esto se obtuvo un promedio ( $\pm$  desviación estándar) de las aves posadas y en vuelo.

La densidad por especies y número total de aves para la Bahía se obtuvo de la abundancia absoluta total dividida por unidad de esfuerzo de muestreo, entendiendo esta última como la distancia censada recorrida. Además, se estimó la densidad de aves (número/km<sup>2</sup>) y su distribución espacial en la bahía. El valor total obtenido fue ajustado utilizando el software Distance Sampling (Buckland et al. 2011).

- ***Censo de Mamíferos marinos***

Para la fauna marina que se distribuye de manera agrupada e incluso individual, los censos aéreos han sido los más eficientes en la estimación de sus poblaciones en comparación con otros métodos (e.g., conteos desde botes, conteos en tierra, cuadrantes de muestreo, muestreo de distancia a puntos; Robertson et al. 2008). Recientemente, los pequeños sistemas aéreos no tripulados o “drone” han sido ampliamente probados y recomendados por sus prometedoras aplicaciones ecológicas, en especial en fauna marina de gran tamaño (Jones et al. 2006, Koski et al. 2009, Watts et al. 2010, Goebel et al. 2015).

Para la Bahía de Mejillones, en áreas de descanso y reproducción se realizaron sobrevuelos con drone a 100 m de altura de los lobos para evitar ahuyentarlos, cubriendo la totalidad del área. Se registraron todos los mamíferos marinos durante los transectos en mar para el conteo de aves, para detalles de metodología ver punto “Censo de Aves”.

Complementariamente, o en caso donde no fue pertinente usar drone, se realizaron conteos desde puntos de observación en tierra (120° de observación con 1 km de profundidad; área de 1 km<sup>2</sup>) con telescopio (20-60x65 ED, Vanguard) y binoculares (10x42 Zeiss). La distancia entre puntos fue evaluada en terreno y varió entre 200 y 500 m y la abundancia relativa fue calculada usando Distance Sampling (Bibby et al. 2000).

## **b. Estatus migratorio y estado de conservación**

Cada especie registrada en el área de estudio fue clasificada según su estatus migratorio como: residente (R: cuando permanece todo el año en el área), migratoria Neártica (MN; reside durante el verano boreal en Norteamérica), visitante invernal (VI: cuando visita el área durante el otoño e invierno austral) y visitante estival (VE: visita el área durante la

primavera y verano austral; García & Laich 2007). Para determinar el estado de conservación nacional se consultó al Ministerio del Medio Ambiente (MMA) en <http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/listado-especies-nativas-segun-estado-2014.htm> y Ley de Caza del Servicio Agrícola y Ganadero. Por otra parte, el estado de conservación internacional se obtuvo a partir de IUCN (2018).

### **c. Identificación de especies focales**

Lambeck (1997) entiende las especies focales como una especie o grupo de especies, con requerimientos espaciales y funcionales definiendo efectivamente límites ambientales para la protección de otras especies presentes en la zona. Por otro lado, las especies focales se pueden utilizar en el desarrollo de modelos de hábitat a gran escala que seleccionan las áreas de conservación y planes de gestión es decir se pueden utilizar especies focales como herramienta de planificación (Bani et al. 2002).

Para la BM, previamente se habían propuesto los siguientes Objetos de Conservación (OdC): avifauna marina; poblaciones de lobos marinos y chungungos y comunidades de cetáceos. Para estos, se diagnosticó el estado de conservación de las comunidades de aves y mamíferos marinos menores; se identificaron las presiones y amenazas y se propusieron metas de conservación junto con medidas para avanzar en la conservación de la península (Hudson et al., 2008, FNDR ID: 6187752-LPP13; Ulloa et. al., 2013). En el presente estudio se actualizaron los OdC de la Bahía de Mejillones, aplicando una metodología de identificación de especies focales.

La metodología se fundamenta en la integración ponderada de variables que se agrupan en tres tipos:

- (a) **variables inherentes** a la especie objetivo y que presentarían muy pocas variaciones intrapoblacionales (e.g., endemismo, tamaño corporal, uso del hábitat, estrategia trófica y perceptibilidad);
- (b) **variables no inherentes**, que no son atribuibles a la especie objetivo y que tienen una causa antrópica (e.g., amenaza); y

(c) **variables mixtas**, que son algunas variables propias de la especie, cuya expresión está condicionada por acciones antrópicas (e.g., distribución geográfica, valor taxonómico, valor como indicadora).

Las variables consensuadas se integran en un formula ya validada en talleres con un panel de especialistas empleando el método de Delphi (descrito en MIDEPLAN 1994) y siguiendo consideraciones de Hess & King (2002). La información biológica y ecológica de las especies objetivo se obtuvo de una base de datos (e.g., publicaciones científicas, libros, capítulos de libros y tesis de graduación).

- **Selección de variables**

Se consideraron inicialmente nueve variables: endemismo, tamaño corporal, uso del hábitat, estrategia trófica, perceptibilidad, amenaza, distribución geográfica, valor taxonómico, y valor como especie indicadora. De estas se descartaron dos: (a) el valor como especie indicadora ya que se dispone de muy poca información para poder establecer este valor para todas las especies preseleccionadas y (b) el tamaño corporal ya que la variabilidad entre las taxa es muy alta. Las siete variables elegidas se integraron en una fórmula con expresión numérica para obtener el valor como especie focal ( $V_{ef}$ ), que constituye el valor de filtro fino:

$$V_{ef} = \sum (V_e + V_a + V_d + V_t \text{ o } V_f + V_s + V_h + V_p)/n$$

Dónde:  $V_e$  = Valor de endemismo,  $V_a$  = Valor de amenaza,  $V_d$  = Valor de distribución,  $V_t$  = Valor trófico,  $V_s$  = Valor de singularidad taxonómica,  $V_h$  = Valor de uso del hábitat y  $V_p$  = Valor de perceptibilidad,  $n$ = número de variables consideradas, las que se describen a continuación.

**Valor de endemismo ( $V_e$ ).** Cuando una especie está presente sólo en un lugar, área o región geográfica es una especie endémica, es decir no está en ninguna otra parte del mundo, al menos en forma natural. No siempre, más bien raramente, estos rangos de distribución coinciden con los límites políticos de países o provincias, por eso muchas veces es mejor referirse a áreas de endemismo, o sea, regiones que tienen especies que no se encuentran en ningún otro territorio. Pero la asignación político administrativa al

final sí tiene importancia ya que la conservación de la biodiversidad es un asunto político que se maneja a nivel nacional. La asignación de valores se muestra en la Tabla 2.

**Valor de amenaza (Va).** Se incluyen todas las especies consideradas en riesgo y sometidas a procesos que amenazan su persistencia, que incluyen por ejemplo pérdida y fragmentación de hábitat, disminución poblacional (véase Lambeck 1997). La información proviene de las listas originadas en el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE) del Ministerio del Medio Ambiente de Chile (Decreto Supremo N° 151 de 2007, Decreto Supremo N° 50 de 2008 y Decreto Supremo N° 51 de 2008), el Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile (1988), del reglamento de la Ley de Caza 19.407. La asignación de valores se muestra en la Tabla 2.

**Valor de distribución (Vd).** Considera la distribución de la especie objetivo, conjugando la distribución continental y nacional. Se asume que la contigüidad geográfica facilita el flujo genético interpoblacional disminuyendo su vulnerabilidad. La asignación de valores se muestra en la Tabla 2.

**Valor trófico (Vt).** Esta variable se refiere a la estrategia de alimentación de la especie objetivo. Conjugue el nivel trófico que ocupa y su grado de especialización. Desde el punto de vista de la conservación, las especies situadas en los niveles más altos de la cadena trófica son las más afectadas por las acciones humanas, ello debido a que se relaciona con el tamaño del ámbito de hogar (e.g., mayor en carnívoros). La asignación de valores se muestra en la Tabla 2.

**Valor de singularidad taxonómica (Vs).** La información filogenética contribuye poderosamente para priorizar áreas para la conservación de la biodiversidad, ya que este tipo de información es uno de los más importantes factores involucrados en los procesos de extinción de especies (véase Heard & Mooers 2000, y para ambientes terrestres en Chile Posadas et al. 2001). El valor taxonómico se considera con el fin de priorizar las especies que pertenecen a taxones monotípicos. Cuanto menor sea el número de especies que incluye un taxón, ya sea a nivel de Género, de Familia o de Orden, se asume que es motivo de mayor interés desde el punto de vista científico. Para mamíferos se sigue a Wilson & Reeder (2005) y Yáñez & Muñoz-Pedreros (2009); en aves a Sibley & Monroe (1990, 1993) y Barros (2015); en anfibios a Frost (2007) y peces Nelson (2006) para crustáceos malacostráceos a Jara et al. (2006). La asignación de valores se muestra en la Tabla 2.

**Valor de uso del hábitat (Vh).** La utilización del hábitat está condicionada por diversos factores, pero para nuestros objetivos consideraremos la heterogeneidad y la complejidad de los hábitats que la especie objetivo utiliza. Es decir, la variedad de hábitats, tanto a nivel horizontal como vertical. Una especie será menos vulnerable mientras sea capaz de utilizar todo o una mayor proporción de hábitats heterogéneos y/o complejos. Este valor se refiere a las diferentes aptitudes de las especies para vivir en diversos tipos de hábitats. La asignación de valores se muestra en la Tabla 2.

**Valor de perceptibilidad (Vp).** La definimos como el conjunto de elementos propios del medio o de los animales en sí, que permiten al observador advertir, en distintos grados, la presencia de una especie determinada, ya sea a través de su percepción visual o auditiva, pudiendo ésta darse en forma directa (al ser posible el avistamiento de un ejemplar) o en forma indirecta (a través de indicios, huellas o signos). Consideramos para esta variable factores como: período de actividad, colorido, mimetismo, tamaño, perceptibilidad acústica, perceptibilidad de indicios, conductas y grado de tolerancia a la presencia humana (Muñoz-Pedrerros & Quintana 2010). La perceptibilidad es importante para los monitoreos y una eventual sindicación como especie bandera. La asignación de valores se muestra en la Tabla 2.

TABLA 2. Variables consideradas y sus rangos de valoración, para el cálculo del valor como especie focal para fauna silvestre de humedales continentales.

Variable	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Valor 4	Valor 5
Valor de endemismo (Ve)	Endemismo continental	Endemismo regional	Endemismo del país	Endemismo del área	Endemismo local
Valor de amenaza (Va)	Preocupación Menor (LC)	Casi Amenazada (NT)	Vulnerable (VU)	En Peligro (EN)	En Peligro Crítico (CR) o Extinta en Estado Silvestre (EW)
Valor de distribución (Vd)	Parte de la región Neotropical	Todo el país o gran parte del país	Aproximadamente la mitad del país	Una macroregión <sup>1</sup>	Local
Valor trófico (Vt)	Herbívoro	Omnívoro	Insectívoro	Frugívoro	Carnívoro
Valor de singularidad taxonómica (Vs)	En Géneros con > 4 especies	En Géneros con >2 y < 4 especies	En Genero monotípico	En Familia monotípica	En Orden monotípico
Valor de uso del hábitat (Vh)	Hábitat generalista		Hábitat semi generalista		Hábitat especialista
Valor de perceptibilidad (Vp)	Perceptibilidad muy baja	Perceptibilidad baja	Perceptibilidad media	Perceptibilidad alta	Perceptibilidad muy alta

## **2.2.2 Identificación de amenazas sobre los objetos de conservación**

### **Conceptualización**

#### **a. Proceso inducido**

Un proceso inducido es un *conjunto de actividades y procedimientos que el ser humano realiza de forma no sostenible en la obtención de bienes, productos y servicios*. Estos procesos inducidos generan diferentes *perturbaciones*, es decir, causan un cambio en el ecosistema modificando su funcionamiento. A su vez estas perturbaciones generan diferentes impactos ambientales que alteran específicamente uno o varios componentes de la Bahía de Mejillones.

#### **b. Perturbaciones**

Desde el punto de vista ecológico una perturbación es definida como un evento que provoca el despeje de una porción de sustrato que puede ser colonizado por ciertos organismos (Dayton 1971). Por otro lado, Forman & Gordon (1986) definen la perturbación (también llamada disturbio) como un evento que causa un cambio significativo del patrón normal de un ecosistema. Finalmente van Andel & van den Bergh (1987) explican la perturbación como un cambio de condiciones que interfiere con el funcionamiento normal de un ecosistema. La alteración del ecosistema dependerá de la extensión, intensidad y frecuencia de esas perturbaciones. De acuerdo al tamaño, pueden clasificarse en: (a) grandes perturbaciones -cuando exceden las 10 hectáreas-, (b) medianas -cuando afectan entre una y 10 hectáreas- y (c) pequeñas -cuando son menores de una hectárea-. Según la intensidad o daño que ocasionan se pueden clasificar en: severas, medianas y leves. Aquí entenderemos una perturbación como un *evento que causa un cambio en un ecosistema modificando su funcionamiento*. Se distinguen dos tipos de perturbaciones (*sensu* Sousa 1984): las naturales y las antrópicas (generadas por el ser humano). La primera incluye el vulcanismo, los deslizamientos de tierra, los movimientos tectónicos, las inundaciones, etc., y la segunda involucra perturbaciones derivadas de las actividades industriales, acuícolas y mineras no sostenibles, así como de la expansión urbana, entre otras.

## **c. Impacto ambiental**

Se entiende por impacto ambiental a la *alteración del medio ambiente provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada*. Dicho de otro modo, un impacto ambiental es la alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes, de cierta magnitud y complejidad originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, o una disposición administrativo-jurídica con implicaciones ambientales. Debe quedar explícito, sin embargo, que el término impacto no implica negatividad, ya que éste puede ser tanto positivo como negativo. Sin embargo, en este documento nos referiremos sólo a los impactos negativos ocasionados por actividades humanas no sostenibles.

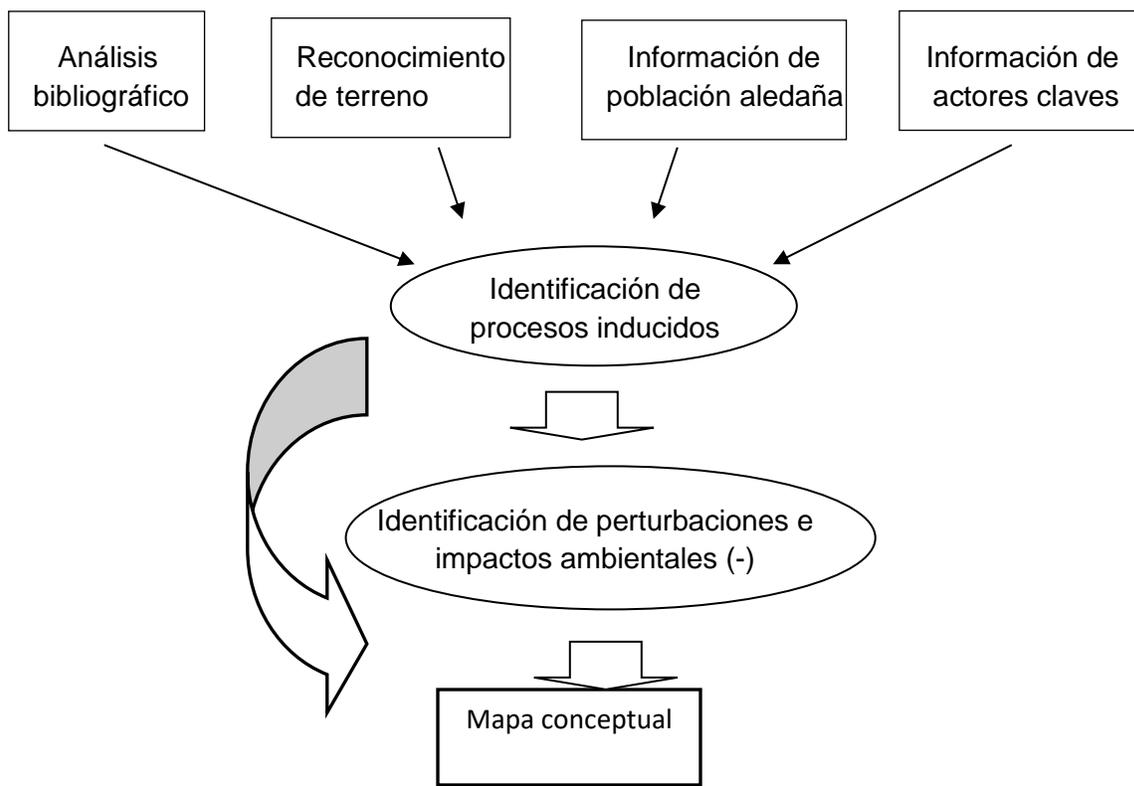
### ***2.3 Propuesta de un plan de gestión y monitoreo de OdC valorizado.***

#### ***2.3.1 Metodología para elaborar mapas conceptuales de riesgo***

Los mapas conceptuales son representaciones gráficas de información que esquematizan los procesos derivados de las actividades humanas que ocasionan perturbaciones o impactos que actúan sobre los sistemas marinos litorales.

La elaboración de mapas conceptuales sigue el esquema siguiente, y requiere de información completa que se obtiene mediante diversos procedimientos, tales como: (a) el análisis bibliográfico, (b) el reconocimiento y observación en terreno, (c) los resultados de las encuestas a las poblaciones aledañas y (c) las entrevistas a informantes claves, los que permiten identificar los procesos inducidos y la identificación de perturbaciones e impactos que concluyen en la representación del mapa conceptual.

Esquema metodológico para la elaboración de mapas conceptuales.



### **a. Análisis bibliográfico**

Para iniciar y potenciar la búsqueda de información se recurrió a información previa, desde la cual se obtiene la información de uso de suelo en el área de estudio. El análisis de fuentes secundarias incluye informes de consultorías, documentos proporcionados por servicios públicos y publicaciones científicas entre otras existentes en relación al territorio.

### **b. Reconocimiento y observación en terreno**

En terreno se identifican diversos aspectos: estado del borde litoral, cubierta vegetal presente en el área (sector terrestre), usos productivos, actividad industrial y otros elementos que revelen ocupación y usos del terreno.

### **c. Actores e informantes clave**

Están representados por personas externas que pueden intervenir directa o indirectamente, actual o potencialmente, en el territorio (informantes clave). El imprescindible aporte de los informantes, fue recabada en talleres participativos de comunidad y especialistas, en donde los asistentes aportaron antecedentes y su experiencia en el problema a abordar.

### **d. Identificación de procesos inducidos y perturbaciones asociadas**

Con la información registrada, analizada y sistematizada se elaboró un documento preliminar identificando los procesos inducidos que actúan sobre el ecosistema bajo estudio. Luego se asignaron los impactos ambientales negativos asociados a ese proceso. Se ponderó la extensión de las perturbaciones de acuerdo a la superficie que afectan, siendo a) grandes: cuando exceden las 10 hectáreas, b) medianas: cuando afectan entre una y 10 hectáreas, c) cuando son menores de una hectárea. Se ponderó la intensidad de acuerdo a la reversibilidad del daño en tiempo ecológico, siendo a) severa intensidad: daño irreversible, b) mediana intensidad: daño reversible con intervención humana, c) leve intensidad: daño reversible naturalmente. Se ponderó la frecuencia de acuerdo al número de eventos registrados en un año, siendo a) alta frecuencia: más de 6 veces al año, b) mediana frecuencia: 1-5 veces al año, c) baja frecuencia: 1 vez al año.

### **e. Mapas conceptuales**

Con toda la información recopilada se elaboró el mapa conceptual, que interrelaciona mediante óvalos y flechas una estructura de proposiciones que contienen las ideas más importantes del tema. En éste los conceptos más importantes se ubicaron arriba (causas u orígenes de las perturbaciones/impactos), desprendiéndose hacia abajo los efectos, es decir, las perturbaciones/impactos propiamente tales. Todos los componentes están unidos con líneas ya que representan factores interconectados.

### 3. Resultados

#### 3.1. Análisis de las referencias bibliográficas

Un total de 68 referencias bibliográficas fueron encontradas con pertinencia a la Bahía de Mejillones (ver Anexo 1 y 2, Tabla 3), todas correspondieron a artículos científicos. De las fuentes de información revisadas, Google Académico fue el buscador que más aportó con 35 referencias, seguido por Scielo que adicionó ocho referencias.

Se recopiló un total de 68 referencias bibliográficas con pertinencia parcial o total al área geográfica la Bahía de Mejillones (Anexo 1 y 2). Se omitieron tesis e informes técnicos que fueron posteriormente publicadas en revistas científicas para evitar duplicar información. De las referencias publicadas en revistas científicas, se observa una amplia variedad de revistas en las que fueron publicadas ( $n = 34$ ), estando la mayoría de estas indexadas en Web of Science (WoS) y siendo de origen internacional. Sin embargo, la mayoría de las publicaciones (41%) se concentraron en cuatro revistas nacionales, tres de ellas indexadas en WoS, Revista Chilena de Historia Natural (nueve artículos), Revista de Biología Marina y Oceanografía (siete artículos), Investigaciones Marinas (seis artículos), Valparaíso y Latin American Journal of Aquatic Research (seis artículos; Tabla 3), esta última revista es la continuación de Investigaciones Marinas.

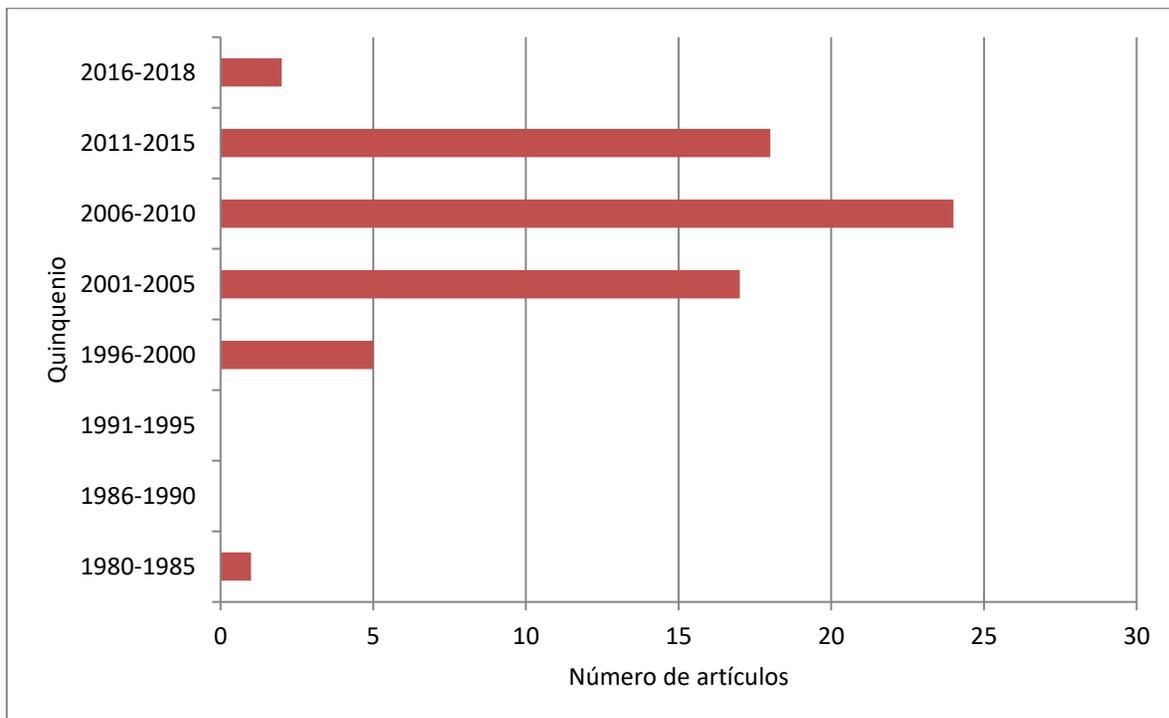
**TABLA 3.** NOMBRE DE LAS REVISTAS Y NÚMERO DE ARTÍCULOS ENCONTRADOS PARA CADA UNA DE ELLAS DESDE EL AÑO 1970 AL 2018 (N = 67).

Nombre de la revista	Número de artículos	Indización	Origen
Aquat. Living Resour.	1	WoS	Internacional
Biogeosciences	1	WoS	Internacional
Continental Shelf Research	1	WoS	Internacional

Deep-Sea Research I	1	WoS	Internacional
Ecological Modelling	3	WoS	Internacional
Environ Monit Assess	1	WoS	Internacional
Environment International	1	WoS	Internacional
Estuarine, Coastal and Shelf Science	1	WoS	Internacional
Estudios Oceanológicos	1	WoS	Nacional
FISHERIES OCEANOGRAPHY	2	WoS	Internacional
Gayana Botánica	1	WoS	Nacional
Helgol Mar Res	1	WoS	Internacional
ICES Journal of Marine Science	1	WoS	Internacional
IET Comput. Vis.	1	WoS	Internacional
Invest. Mar., Valparaíso	6	SCIELO	Nacional
Journal of Geochemical Exploration	1	WoS	Internacional
Journal of Marine Systems	4	WoS	Internacional
JOURNAL OF PLANKTON RESEARCH	1	WoS	Internacional
Journal of Sea Research	1	WoS	Internacional
Journal of the Marine Biological Association UK	1	WoS	Internacional
Lat. Am. J. Aquat. Res.	6	WoS	Nacional
Marine Biology	2	WoS	Internacional
Marine Biology Research	1	WoS	Internacional
Marine Geology	2	WoS	Internacional
Marine Policy	1	WoS	Internacional
Marine Pollution Bulletin	1	WoS	Internacional
Organic Geochemistry	1	WoS	Internacional

Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology	1	WoS	Internacional
Plos One	1	WoS	Internacional
Progress in Oceanography	3	WoS	Internacional
Rev Méd Chile	1	SCIELO	Nacional
Revista Chilena de Historia Natural	9	WoS	Nacional
Revista de Biología Marina y Oceanografía	7	WoS	Nacional
Scientia Marina	1	WoS	Internacional
<b>TOTAL</b>	<b>68</b>		

Según el año de publicación, se observa un aumento constante del número de publicaciones desde el año 1995 en adelante, con un máximo de 24 publicaciones en el quinquenio 2006-2010 (Figura 2).



**FIGURA 2.** NÚMERO DE PUBLICACIONES REALIZADAS PARCIAL O TOTALMENTE DENTRO DE LA BAHÍA DE MEJILLONES CLASIFICADAS POR QUINQUENIO.

### 3.1.2. Análisis por temática y vacíos de información

De los temas analizados, el que presento más publicaciones fue ampliamente el de oceanografía con 51 publicaciones (76%), seguido por ecotoxicología con 6 referencias (Tabla 4). Dentro de oceanografía, los subtemas mayormente abordados fueron zooplancton, sedimentos marinos, zona de mínimo oxígeno y metales pesados. Las palabras claves más frecuentes para los artículos fueron corriente de Humboldt y Bahía de Mejillones. Sólo se registró un trabajo sobre conservación, que propone una zonación para la Península de Mejillones en base a filtros finos (Ulloa et al. 2013). A pesar de los frecuentes eventos de contaminación en la Bahía de Mejillones, los trabajos sobre ecotoxicología (y similares) son escasos (solo 6). Los objetos de conservación: avifauna marina, comunidades de lobos marinos, chungungos y cetáceos (Hudson et al. 2008, FNDR ID: 6187752-LPP13; Ulloa et. al. 2013) han sido escasamente o nulamente tratados en la literatura disponible. Por lo que se requieren estudios de estimación de diversidad y abundancia (este estudio), reproducción y dispersión juvenil (tema: ecología), dinámicas de movimiento en la Bahía (ecología), e impacto de contaminantes (e.g. metales pesados y basura) sobre aves y mamíferos marinos (tema: ecotoxicología y ecología). Un tema no abordado y de alto impacto para un desarrollo turístico en el área, es la interacción entre cetáceos y la pesca artesanal e industrial que se desarrolla en la Bahía y alrededores, en particular la relación trófica y dinámica espacial entre la pesca (tema: ecología) y estas especies.

**TABLA 4.** GRANDES TEMAS QUE SE HAN ABORDADO Y AVANZADO EN SU CONOCIMIENTO (NÚMERO DE PUBLICACIONES) PARA LA BAHÍA DE MEJILLONES.

Temáticas de la revisión	Nº de publicaciones
1. Conservación	1
2. Ecología	5
3. Ecotoxicología	6

4. Oceanografía	51
5. Pesquería	4
<b>Total</b>	<b>67</b>

Actualmente la ONG local CIFAMAC está desarrollando investigaciones sobre la densidad de marsopa espinosa (*Phocoena spinipinnis*) en la Bahía. Recientemente García-Cegarra & Pacheco (2019) publicaron un artículo científico del riesgo de colisión de ballenas con barcos en la Bahía de Mejillones. El análisis de superposición basado en un 50% de las estimaciones de densidad de Kernel sugirió que la distribución espacial de las ballenas de aleta y jorobada se superpuso con una alta concentración de rutas de navegación de grandes buques de carga. Estos resultados apuntan a la necesidad de la implementación de una regulación efectiva de la velocidad del barco para mitigar el riesgo de colisión en la Bahía de Mejillones (García-Cegarra & Pacheco 2019).

### 3.1.3. Oceanografía

El componente con mayor desarrollo es la oceanografía en sus tres sub-áreas física, química y biológica. Los avances en esta materia dan cuenta de que la Península de Mejillones se caracteriza por ser el principal centro de surgencia costera de la zona norte de Chile (Sobarzo & Figueroa 2001, Thiel et al. 2007); con una alta productividad marina, lo que genera una gran diversidad y abundancia de especies marinas (Tognelli et al. 2005, 2008). Al norte de esta península se encuentra la Bahía de Mejillones, la que presenta una configuración morfológica cóncava abierta al norte, con profundidades que alcanzan los 120 m en su parte externa más oceánica (Cerde et al. 2010). La Bahía de Mejillones está delimitada al oeste por punta Angamos (Fig. 1) a lo largo de la cual las corrientes de superficie están orientadas hacia el norte. Estas corrientes junto con los vientos predominantes del suroeste contribuyen al desarrollo de un sistema de circulación interna ciclónico (Escribano et al. 2002). La influencia de la surgencia de Agua Ecuatorial Sub-superficial (AESS), que lleva nutrientes a la capa superficial incrementa la

productividad primaria de esta bahía, con tasas comparables a áreas de surgencia del Perú y África (Marín et al. 1993, González et al. 1998). Las condiciones oceanográficas en la bahía de Mejillones son complejas debido a la interacción entre las diversas corrientes y masas de agua de áreas adyacentes. La propia configuración geomorfológica de la bahía caracterizada por un grado de enclaustramiento, propicia una retención de las masas de agua en el sector sur, condición denominada como “sombra de surgencia” (Marín et al. 2003). La pulsación de la surgencia y su impacto sobre la bahía de Mejillones dependen de la variabilidad estacional del viento SW, más intenso durante primavera-verano y más débil en el otoño-invierno, y de la variabilidad estacional de la intensidad y proximidad a la costa de la corriente sub-superficial Perú-Chile (Cañón & Morales 1985). El patrón de circulación dentro de la bahía es ciclónico y directamente influenciado por el foco principal de surgencia de Punta Angamos (Escribano et al. 2002).

Las mediciones primarias de productividad en esta bahía han dado una producción anual promedio de 1070 g C m<sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> (Marín et al., 1993), mientras que los perfiles de oxígeno disuelto medidos durante un ciclo anual mostraron que, a profundidades superiores a 50 metros, el oxígeno está agotado (Valdés 1998, Escribano 1998), lo que restringe fuertemente la presencia de macrofauna bentónica (Zuñiga 1974, Zúñiga et al. 1983). Estos factores han favorecido la rápida acumulación de sedimentos de diatomeas ricas en materia orgánica, en los que hay muy poca bioturbación. Por ejemplo, los análisis químicos de varios núcleos mostraron contenidos de diatomea ópalo y carbono orgánico promedio de 49% y 8%, respectivamente (Valdés 1998, Vargas 2002), y tasas de sedimentación de 131±7 cm ky<sup>-1</sup> (Vargas, 2002). Estas características son ideales para la reconstrucción de las condiciones paleoceanográficas locales a escala de los últimos siglos y milenios (Ortlieb et al. 1994, 2000, Valdés 1998, Vargas 2002, Valdés et al. 2000, Valdés & Ortlieb 2001, Valdés et al. 2003). Además, la relación entre las condiciones hidrodinámicas y la sedimentación de partículas biogénicas, sugieren que el aumento del flujo de estas partículas estaría asociado a pulsos rápidos de surgencia y a la producción nueva generada por la entrada de nutrientes a la bahía (Cerdeira et al. 2010). Valdés et al. (2004) sugieren que la Bahía de Mejillones está principalmente controlada por la productividad, con un surgimiento intenso y una alta productividad, una situación que favorece el depósito y la conservación de materia orgánica metabolizable. Vargas (1998,

2002), quien realizó un estudio de láminas delgadas en la Bahía de Mejillones, demostró que las capas oscuras, contenían una mayor cantidad de material detrítico que las láminas más claras. El autor interpretó la presencia de abundantes partículas terrígenas como resultado de vientos del sur más fuertes (o más frecuentes). En el área de Mejillones, estos vientos son responsables del surgimiento estacional (Rutllant 1993, Marín & Olivares 1999) de tal manera que el aumento de partículas litogénicas puede estar relacionado con el aumento de la productividad.

#### **3.1.4. Instrumentos de gestión comunal**

Además de la información científica publicada, existen documentos técnicos de gestión y planificación territorial como el PLADECO de Mejillones 2008-2018 que señala que el área de la Bahía, la Península de Mejillones y la zona litoral presentan gran riqueza y abundancia de especies de fauna silvestre de la ecoregión del desierto, constituyendo un sitio de relevancia para la conservación de la biodiversidad del país, en particular para la especie gaviotín chico.

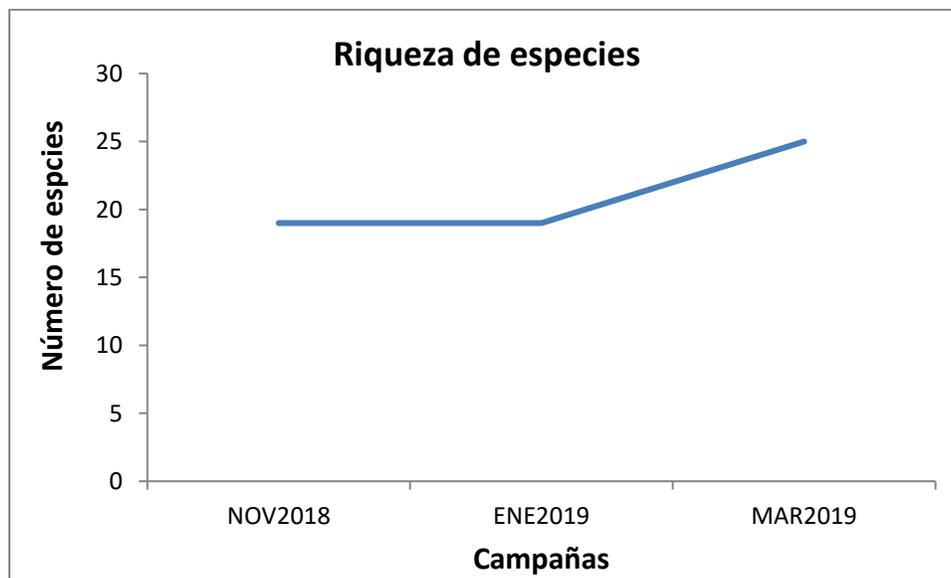
La abundancia y riqueza de la fauna silvestre, es de tal importancia en la comuna, que existe un sector definido por el Ministerio de Agricultura y la Corporación Nacional Forestal (MINAGRI – CONAF, 1996) como de prioridad Urgente (I) de conservación en la Península de Mejillones, entre los 23°09' S y los 70°32'O. Esta prioridad se fundamenta en razón del emplazamiento de lugares de nidificación de aves marinas y poblaciones del lobo de dos pelos (mamífero marino), escasamente representados en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (PLADECO 2018). El PLADECO identifica a Punta Angamos como sitio prioritario de conservación y la unidad paisaje costero como zona de protección de tortugas y aves amenazadas. Otras herramientas de gestión como el PLADETUR aún no se desarrollan en la comuna de Mejillones (SERNATUR 2016).

### 3.2. Catálogo de especies registradas

#### Riqueza y Abundancia

En relación a la riqueza de especies registradas en los censos se detectaron un total de 37 especies, correspondientes a 10 órdenes y 20 familias distintas. En las campañas de noviembre 2018 y enero 2019 se observaron un total de 19 especies en cada una, mientras que en la campaña de Marzo 2019 se identificaron un total de 25.

La figura 3 muestra las riquezas para cada una de las campañas realizadas en las distintas épocas del año.



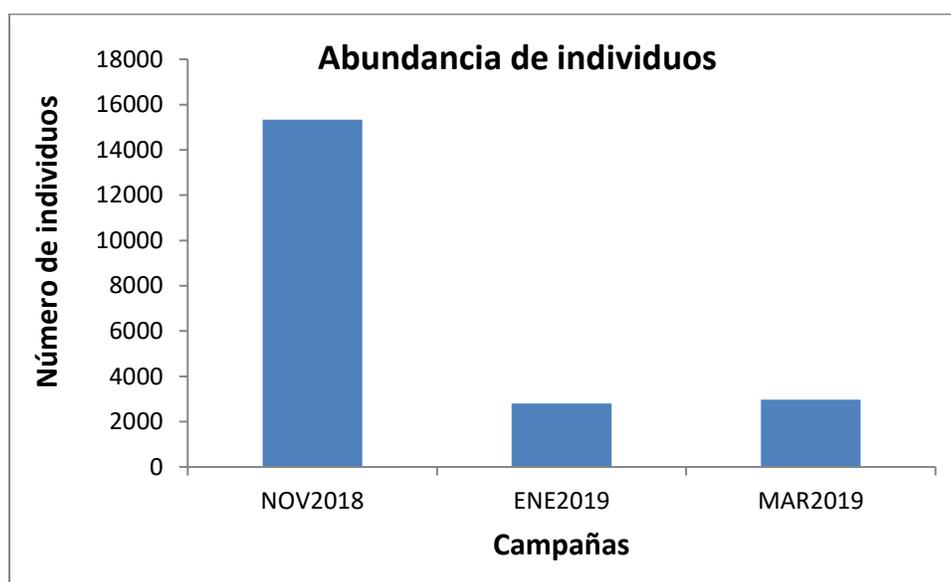
**FIGURA 3.** RIQUEZA DE ESPECIES DURANTE LAS CAMPAÑAS DE MUESTREO DE LOS MESES NOVIEMBRE 2018, ENERO 2019 Y MARZO 2019.

Por otra parte, la abundancia de individuos totales para cada una de las campañas realizadas fue de 15.339 individuos en noviembre 2018, 2.797 en enero 2019 y 2.965 en Marzo 2019.

En la campaña de noviembre de 2018, las especies más abundantes fueron *Thalasseus elegans* con 8.585 individuos, *Leucophaeus modestus* con 4.089 y *Rynchops niger* con

2.074 individuos. En el mes de enero 2019 las especies más abundantes fueron *Leucophaeus modestus* con 2.193, *Thalasseus elegans* con 190 y *Rynchops niger* con 174 individuos. Por último, en marzo de 2019 las más abundantes fueron *Leucophaeus modestus*, *Pelecanus thagus* y *Sterna hirundinacea* con 2.005, 556 y 176 individuos respectivamente.

La figura 4 muestra las abundancias totales para cada una de las campañas de muestreo.



**FIGURA 4.** ABUNDANCIA TOTAL DE INDIVIDUOS EN LAS CAMPAÑAS DE MUESTREO DE LOS MESES NOVIEMBRE 2018, ENERO 2019 Y MARZO 2019.

En la tabla 5 se muestran todas las especies registradas en las tres campañas de muestreo, caracterizadas con sus órdenes y familias correspondientes. Además, se determinan las categorías de conservación vigentes según los criterios de Reglamento de Clasificación de Especies (RCE) y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

**TABLA 5.** LISTADO DE ESPECIES REGISTRADAS EN LAS TRES CAMPAÑAS, CON LAS CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN VIGENTES SEGÚN LOS CRITERIOS DEL REGLAMENTO DE CLASIFICACIÓN DE ESPECIES (RCE) Y UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA (UICN).

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre común	RCE	UICN
1	SPHENISCIFORMES	Spheniscidae	<i>Spheniscus humboldti</i>	Pingüino de Humboldt	VU	VU
2	PROCELLARIIFORMES	Procellariidae	<i>Ardenna grisea</i>	Fardela negra	NE	NT
3		Pelecanoididae	<i>Pelecanoides garnotii</i>	Yunco de Humboldt	VU	EN
4		Hydrobatidae	<i>Oceanites gracilis</i>	Golondrina de mar chica	IC	DD
5	SULIFORMES	Sulidae	<i>Sula variegata</i>	Piquero de Humboldt	IC	LC
6		Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco	NE	LC
7			<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	Lile	IC	NT
8			<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	Guanay	VU	NT
9	PELECANIFORMES	Pelecanidae	<i>Pelecanus thagus</i>	Pelícano de Humboldt	NE	NT
10		Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza grande	NE	LC
11			<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo común	NE	LC
12	ACCIPITRIFORMES	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Jote de cabeza colorada	NE	LC
13	CHARADRIIFORMES	Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i>	Pilpilén común	NE	LC
14			<i>Haematopus ater</i>	Pilpilén negro	NE	LC
15		Scolopacidae	<i>Tringa semipalmata</i>	Playero grande	NE	LC
16			<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito común	NE	LC
17			<i>Arenaria interpres</i>	Playero vuelvepiedras	NE	LC
18			<i>Calidris alba</i>	Playero blanco	NE	LC
19		Stercorariidae	<i>Stercorarius parasiticus</i>	Salteador chico	NE	LC
20		Laridae	<i>Leucophaeus modestus</i>	Gaviota garuma	VU	LC
21			<i>Larus belcheri</i>	Gaviota peruana	NE	LC
22			<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	NE	LC
23			<i>Sternula lorata</i>	Gaviotín chico	EN	EN
24			<i>Sterna hirundinacea</i>	Gaviotín sudamericano	NE	LC
25			<i>Thalasseus elegans</i>	Gaviotín elegante	NE	NT
26			<i>Larosterna inca</i>	Gaviotín monja	NT	NT
27			<i>Rynchops niger</i>	Rayador	NE	LC
28		Charadriidae	<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlo semipalmado	NE	LC
29			<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlo ártico	NE	LC
30			<i>Pluvialis dominica</i>	Chorlo dorado	NE	LC
31		Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Perrito	LC	LC
32	PODICIPEDIFORMES	Podicipedidae	<i>Podiceps occipitalis</i>	Blanquillo	LC	LC
33	PASSERIFORMES	Furnariidae	<i>Cinclodes nigrofumosus</i>	Churrete costero	NE	LC

34	CETACEA	Delphinidae	<i>Lagenorhynchus obscurus</i>	Delfín oscuro	LC	LC
35		Phocoenidae	<i>Phocoena spinipinnis</i>	Marsopa espinosa	DD	NT
36	CARNIVORA	Otariidae	<i>Arctocephalus australis</i>	Lobo fino austral	NT	LC
37			<i>Otaria flavescens</i>	Lobo común	LC	LC

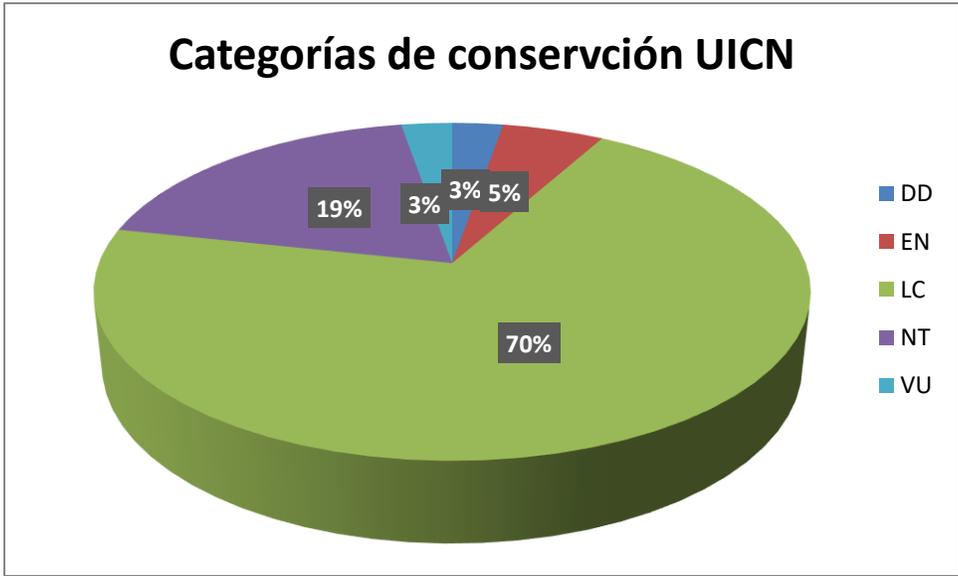
Según el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE), las especies *Spheniscus humboldti*, *Pelecanoides garnotii*, *Phalacrocorax bougainvillii* y *Leucophaeus modestus* presentan la categoría de conservación de vulnerable (VU) mientras que *Sternula lorata* destaca por tener la categoría de En peligro (EN). Para la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), sólo la especie *Spheniscus humboldti* presenta la categoría de Vulnerable (VU), mientras que *Pelecanoides garnotii* y *Sternula lorata* están clasificadas como En peligro (EN).

En la figura 5 se muestran los distintos porcentajes de las categorías de conservación según el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE), para cada una de las especies registradas en las tres campañas de terreno. Se observa que la categoría NE (No Evaluado) fue la más representada con un 59% de las especies identificadas, seguida por LC (Preocupación Menor) y VU (Vulnerable), ambas con un 11%.

Para el caso de la figura 6, donde se representa las categorías de conservación según los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), se observa que la categoría de LC (Preocupación Menor) fue asignada para el 70% de las especies identificadas, seguida por la categoría de NT (casi Amenazada) con un 19% de las especies.



**FIGURA 5.** CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN VIGENTES SEGÚN REGLAMENTO DE CLASIFICACIÓN DE ESPECIES (RCE) PARA LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LAS CAMPAÑAS DE MUESTREO DE NOVIEMBRE 2018 Y ENERO Y MARZO 2019.



**FIGURA 6.** CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN VIGENTES SEGÚN LA UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA (UICN) PARA LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LAS CAMPAÑAS DE MUESTREO DE NOVIEMBRE 2018 Y ENERO Y MARZO 2019.

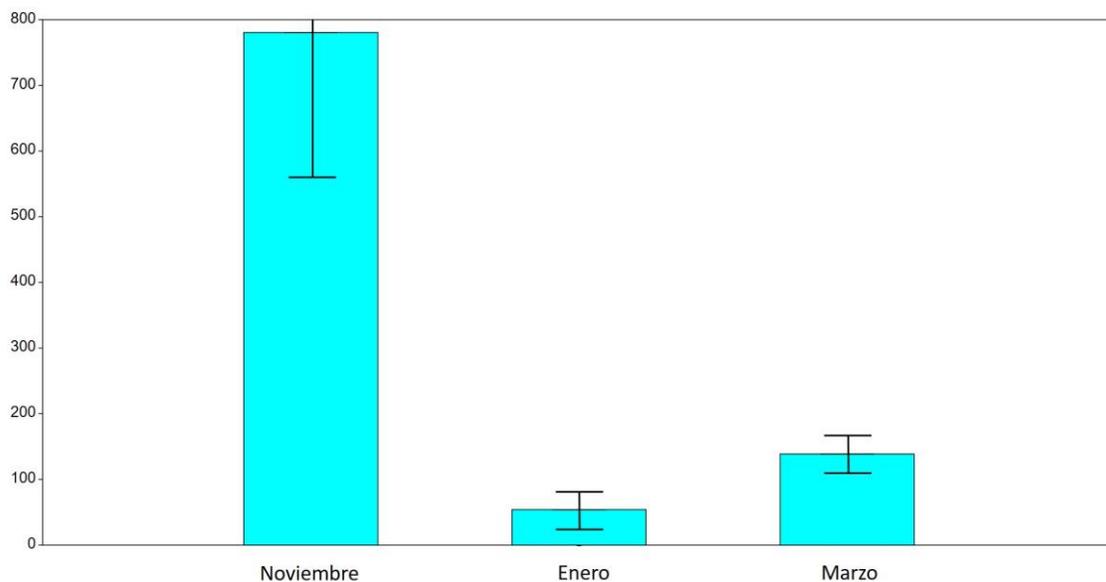
## Aves marinas

De las 37 especies registradas, 17 se registraron en los censos con transectos en mar. La mayor cantidad de aves se registró durante la campaña de muestreo de noviembre de 2018, estimándose para la Bahía de Mejillones un total de 780.460 aves. Esta cantidad disminuyó considerablemente en enero y marzo de 2019 (Tabla 6), lo que podría estar vinculado con la baja en la productividad de la Bahía.

**Tabla 6.** Densidad de aves marinas y estimación del total de aves presentes en la Bahía de Mejillones, basado en el análisis de Distance. Densidad de los grupos= cantidad de bandadas por hectárea. Tamaño de los grupos: cantidad de ejemplares por bandada. Densidad de aves: cantidad de aves por hectárea.

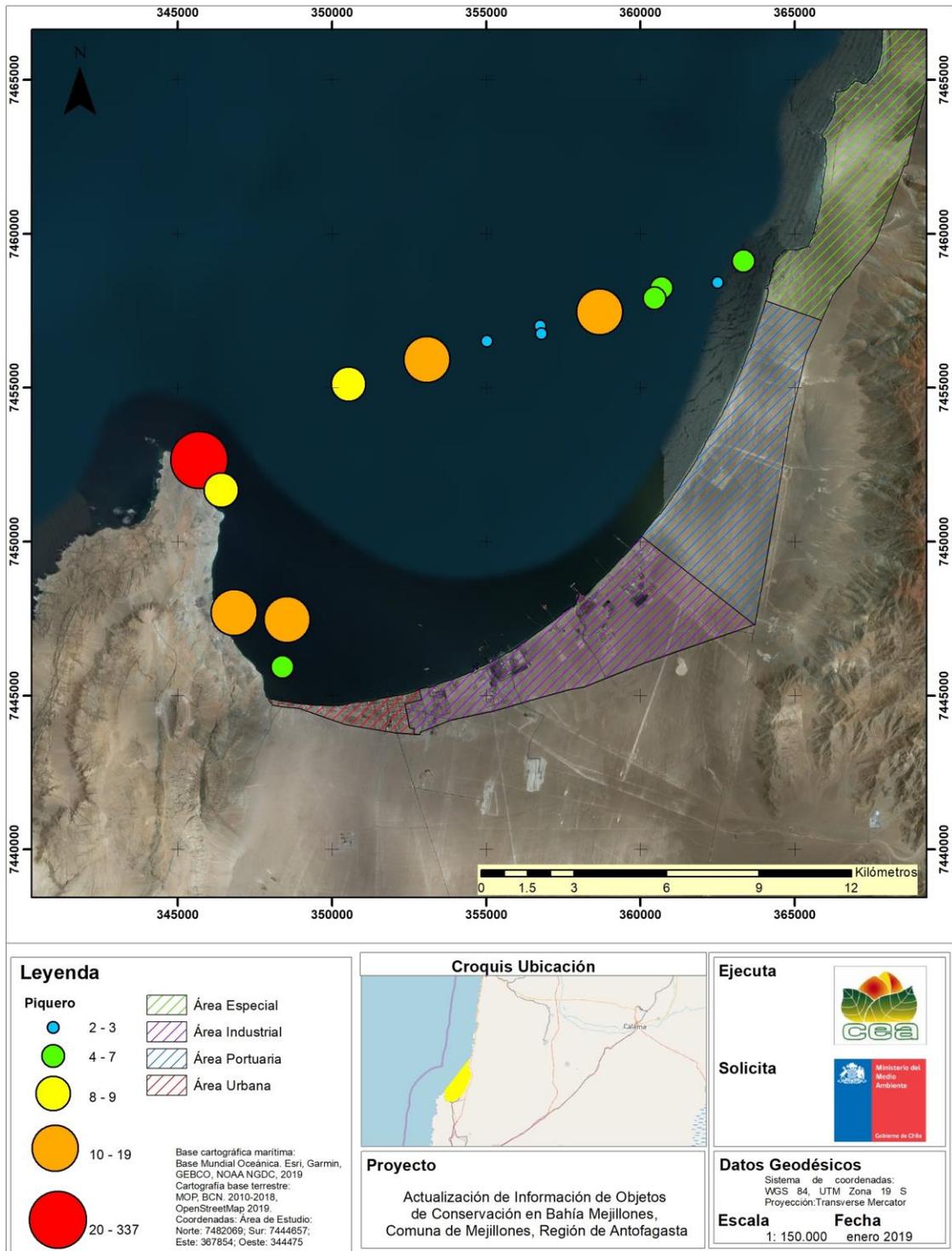
Muestreo	PARAMETRO	ESTIMACIÓN	ERROR ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	95% INTERVALO DE CONFIANZA
nov-18	Densidad de los grupos	1,4	0,2	14,9	1.0326 - 1.8927
	Tamaño de los grupos	13,6	3,3	24,6	8.4174 - 22.027
	Densidad de aves	19,0	5,5	28,7	10.899 - 33,246
	Número total de aves	780.460,0	224.120,0	28,7	446,880 - 1,363,100
ene-19	Densidad de los grupos	0,7	0,1	14,9	0.54035 - 0.98227
	Tamaño de los grupos	1,8	0,1	8,2	1.5328 - 2.1261
	Densidad de aves	1,3	0,2	17,0	0.93882 - 1.8425
	Número total de aves	53.923,0	9.182,7	17,0	38,491 - 75,541
mar-19	Densidad de los grupos	1,2	0,1	11,0	0.93049 - 1.4435
	Tamaño de los grupos	2,9	0,3	10,1	2.3919 - 3.5626
	Densidad de aves	3,4	0,5	14,9	2.5229 - 4.5366
	Número total de aves	138.710,0	20.708,0	14,9	103,440 - 186,000

Durante el mes de noviembre, cuando los números totales de aves resultaron ser los más elevados se registró también el mayor número de especies. En ese mes se vio además un relativo equilibrio entre las proporciones de las diferentes especies observadas a excepción del Gaviotín Monja que fue bien dominante en número de ejemplares. Para ese mes de noviembre la única especie que cumplió los requisitos de número mínimo de observaciones para efectuar el análisis con Distance fue la Gaviota Garuma (y así lo hice). Para el mes de enero la diversidad de aves fue mucho menor, pero dominaron en números sin dudas el Piquero y la Gaviota Garuma (que en conjunto superaron el 50% de los ejemplares). Por último, para el mes de marzo también fue posible realizar el análisis con el Distance para las dos especies, Piquero y Gaviota Garuma, notándose que el número de ejemplares de esta última especie fue proporcionalmente el más alto de todos durante cualquiera de los meses estudiados.

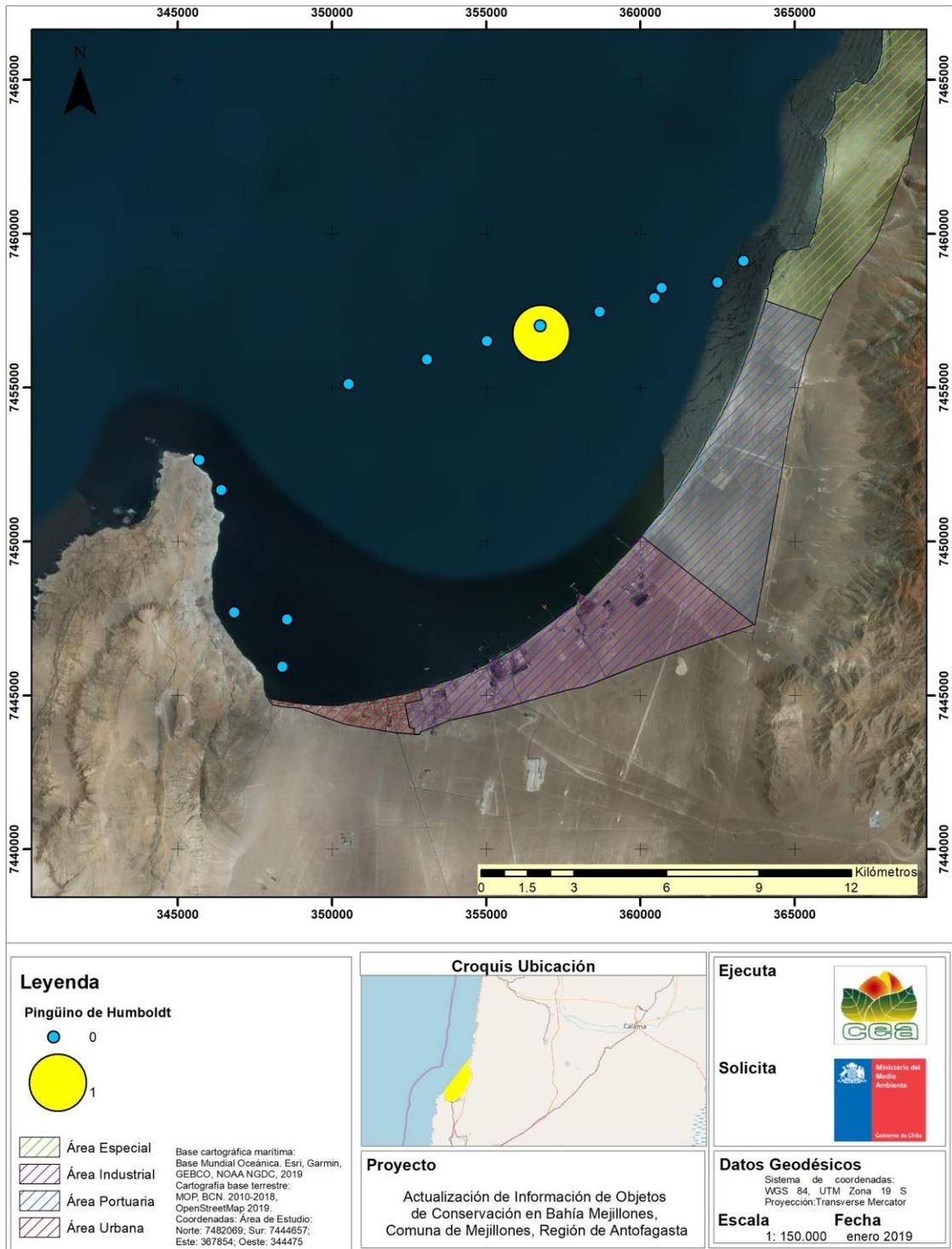


**FIGURA 7.** RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO POBLACIONAL OBTENIDO CON DISTANCE, PARA LAS ESPECIES DE AVES MARINAS REGISTRADAS EN LAS CAMPAÑAS DE MUESTREO DE NOVIEMBRE 2018 Y ENERO Y MARZO 2019.

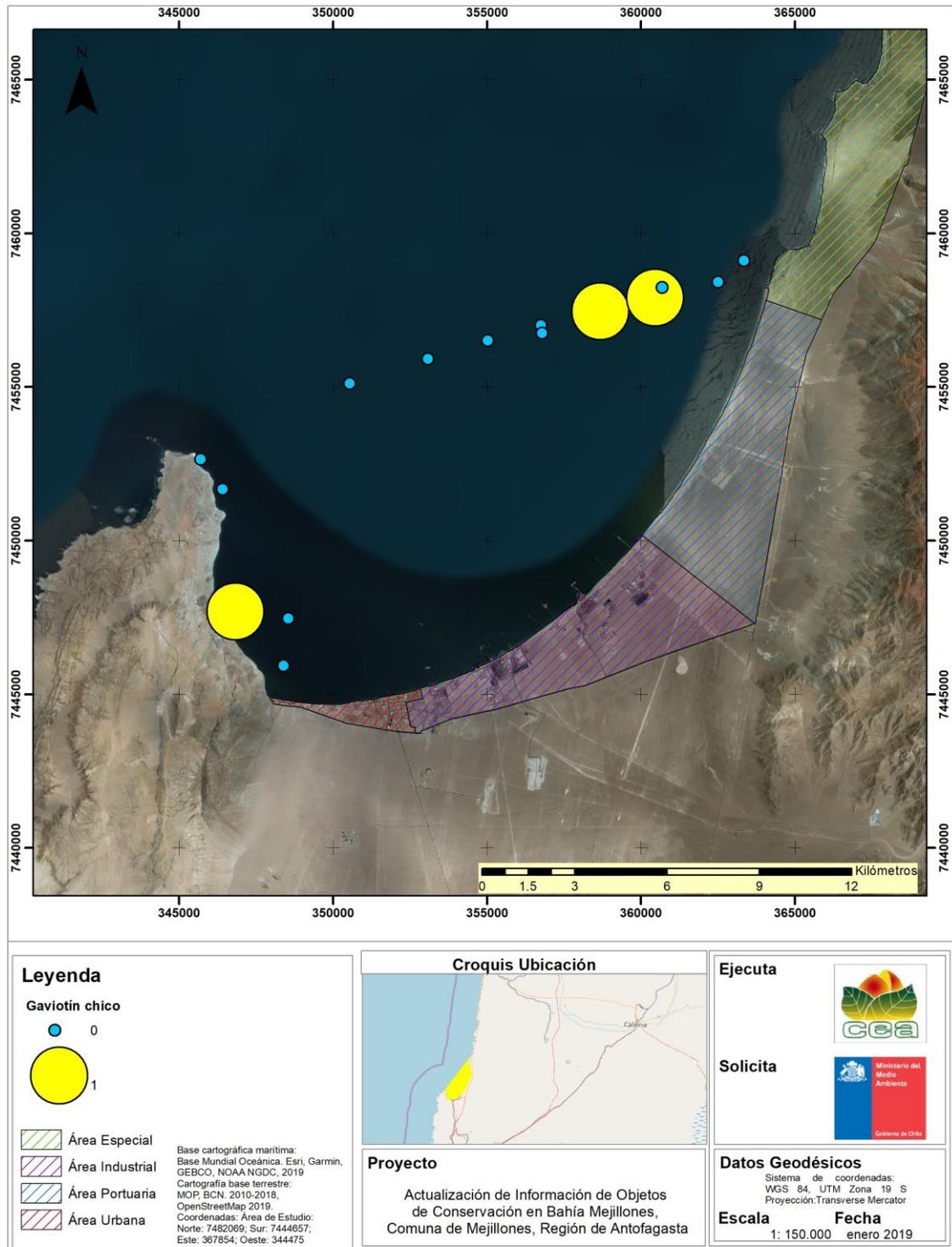
En las figuras 8-10 se muestra la distribución y abundancia de tres especies de aves consideradas parte de los objetos de conservación de la Bahía de Mejillones, piquero común, pingüino de Humboldt y gaviotín chico (ver sección 3.4 más adelante).



**FIGURA 8.** DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE PIQUERO COMÚN (*SULA VARIEGATA*) EN LA BAHÍA DE MEJILLONES, REGIÓN DE ANTOFAGASTA.



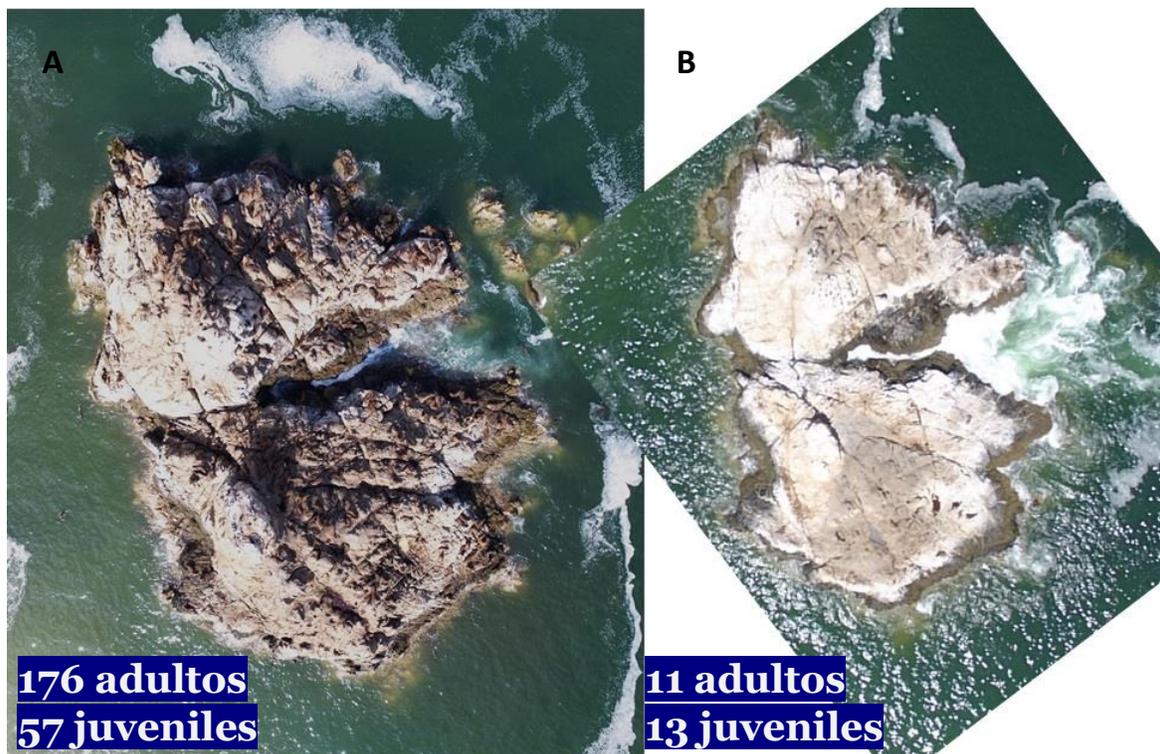
**FIGURA 9. DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE PINGÜINO DE HUMBOLDT (*SPHENISCUS HUMBOLDTI*) EN LA BAHÍA DE MEJILLONES, REGIÓN DE ANTOFAGASTA.**



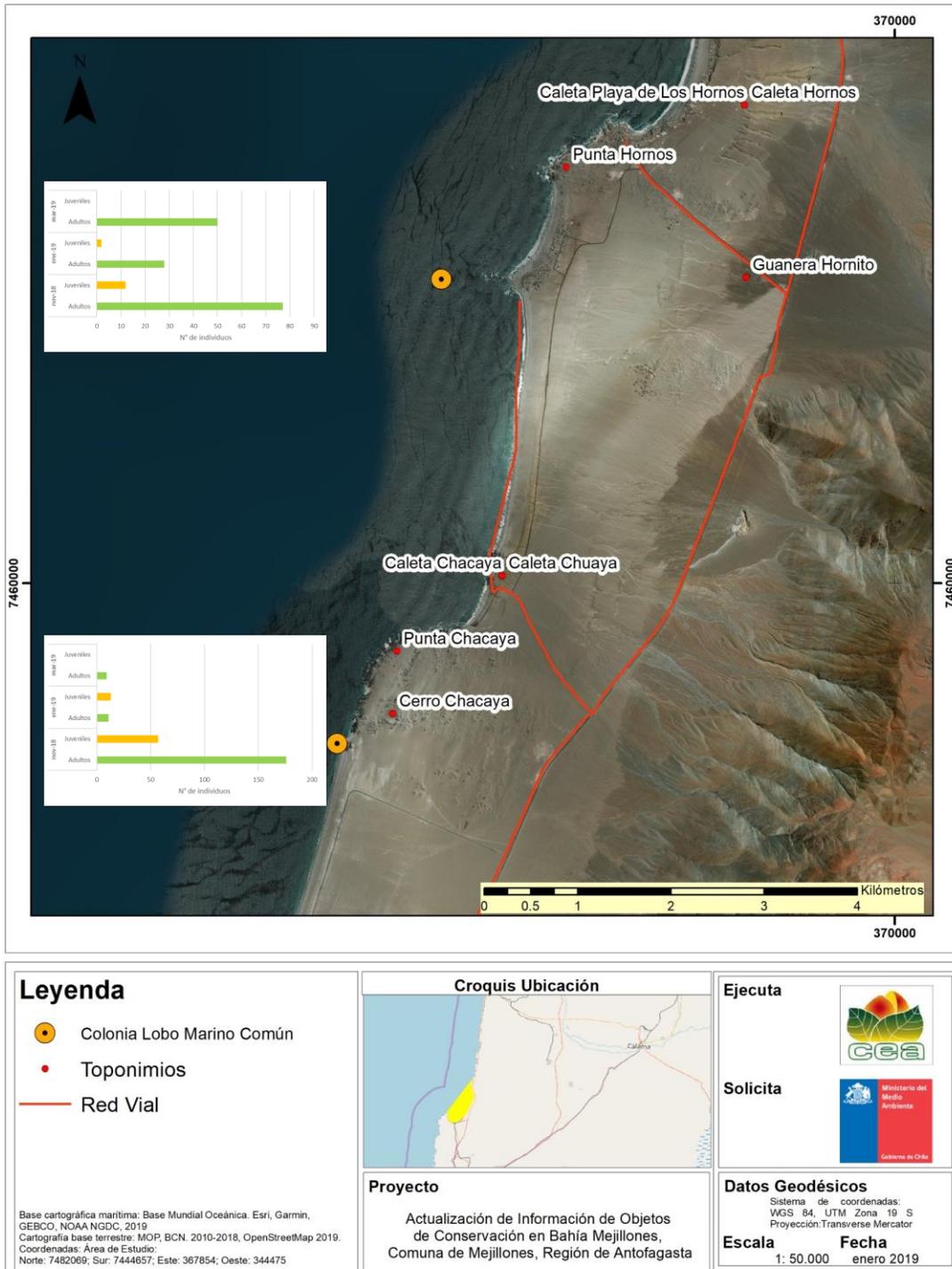
**FIGURA 10.** DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE GAVIOTÍN CHICO (*STERNULA LORATA*) EN LA BAHÍA DE MEJILLONES, REGIÓN DE ANTOFAGASTA.

## Mamíferos marinos

Durante los censos en embarcación se lograron registrar cuatro especies de mamíferos marinos: delfín oscuro (*Lagenorhynchus obscurus*), marsopa espinosa (*Phocoena spinipinnis*), lobo fino austral (*Arctocephalus australis*) y lobo marino común (*Otaria flavescens*). Para el lobo marino común se registraron dos colonias de reproducción al norte de la Bahía de Mejillones, en punta Chacaya y Punta Hornos. La mayor abundancia para esta especie se registró durante la campaña de noviembre de 2018 en Punta Chacaya, en donde se registraron 176 adultos y 57 juveniles (Figs. 11 y 12), esta abundancia decayó en enero 2019 a 11 adultos y 13 juveniles, y en marzo con solo 9 adultos. La colonia de Punta Hornos presentó 50 adultos en marzo de 2019 (Fig. 12).



**FIGURA 11.** FOTO AÉREA CON DRONE DE LA COLONIA DE REPRODUCCIÓN DE LOBO MARINO COMÚN (*OTARIA FLAVESCENS*) EN PUNTA CHACAYA, BAHÍA DE MEJILLONES. A) MUESTREO DE NOVIEMBRE 2018 Y B) MUESTREO DE ENERO 2019.



**FIGURA 12. COLONIAS DE REPRODUCCIÓN Y ABUNDANCIA DE ADULTOS Y JUVENILES DE LOBO MARINO COMÚN (*OTARIA FLAVESCENS*) EN LA BAHÍA DE MEJILLONES. MUESTREO DE NOVIEMBRE 2018 Y ENERO Y MARZO 2019.**

### 3.4. Objetos de conservación

El cálculo del valor como especie focal siguió el procedimiento de valoración ya descrito y se muestra en la Tabla 7. El taller de expertos y mediante método Delphi se estableció un puntaje de corte adecuado para definir las especies focales en el valor 17 lo que determina un número de 8 especies focales para la Bahía de Mejillones, distribuidas en cuatro aves y cuatro mamíferos marinos, como se muestra en la Tabla 4. Esto proporciona un número total de especies que puedan enfatizarse en estrategias de conservación. Quedan, de este modo, comprendidas en esta categoría el 44,4% de los mamíferos registrados y el 11,4% de las aves.

**Tabla 7.** Especies focales identificadas para la Bahía de Mejillones.

Especie	Nombre común	Estado de Conservación								
		Ve	Va	Vd	Vt	Vs	Vh	Vp	Vef	
<i>Spheniscus humboldti</i>	Pingüino de Humboldt	VU	2	3	1	5	1	1	5	18
<i>Ardenna grisea</i>	Fardela negra	NE	1	0	1	2	1	1	5	11
<i>Procellaria aequinoctialis</i>	Petrel de barba blanca	NE	1	0	1	5	1	1	3	12
<i>Procellaria westlandica</i>	Petrel de Westland	NE	1	0	1	5	1	1	3	12
<i>Thalassarche bulleri</i>	Albatros de Buller	NE	1	0	1	5	1	1	3	12
<i>Thalassarche salvini</i>	Albatros de Salvin	NE	1	0	1	5	1	1	3	12
<i>Pelecanoides garnotii</i>	Yunco de Humboldt	VU	2	3	1	2	2	1	4	15
<i>Oceanodroma markhami</i>	Golondrina de mar negra	EN	2	4	3	5	1	1	3	19
<i>Oceanites gracilis</i>	Golondrina de mar chica	IC	2	2	1	2	1	1	3	12
<i>Sula variegata</i>	Piquero de Humboldt	IC	2	2	1	5	1	1	5	17
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco	NE	1	1	1	2	1	1	5	12
<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	Lile	IC	2	2	1	2	1	1	5	14
<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	Guanay	VU	2	3	1	2	1	1	5	15
<i>Pelecanus thagus</i>	Pelícano de Humboldt	NE	1	0	1	2	1	1	5	11
<i>Ardea alba</i>	Garza grande	NE	1	0	1	2	1	1	5	11
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo común	NE	1	0	1	2	1	1	5	11
<i>Cathartes aura</i>	Jote de cabeza colorada	NE	1	0	1	2	2	1	5	12
<i>Haematopus palliatus</i>	Pilpilén común	NE	1	0	1	2	1	1	5	11

<i>Haematopus ater</i>	Pilpilén negro	NE	2	0	1	2	1	1	5	12
<i>Tringa semipalmata</i>	Playero grande	NE	1	0	1	2	1	1	3	9
<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito común	NE	1	0	1	2	1	1	5	11
<i>Arenaria interpres</i>	Playero									
	vuelvepedras	NE	1	0	1	2	1	1	3	9
<i>Calidris alba</i>	Playero blanco	NE	1	0	1	2	1	1	3	9
<i>Stercorarius parasiticus</i>	Salteador chico	NE	1	0	1	5	1	1	2	11
<i>Stercorarius chilensis</i>	Salteador chileno	NE	1	0	1	5	1	1	3	12
<i>Stercorarius pomarinus</i>	Salteador									
	pomarino	NE	1	0	1	5	1	1	3	12
<i>Stercorarius longicaudus</i>	Salteador de cola larga	NE	1	0	1	5	1	1	2	11
<i>Leucophaeus modestus</i>	Gaviota garuma	VU	2	3	1	2	1	1	5	15
<i>Larus belcheri</i>	Gaviota peruana	NE	2	0	1	2	1	1	5	12
<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	NE	1	0	1	2	1	1	5	11
<i>Sternula lorata</i>	Gaviotín chico	EN	2	4	1	5	1	1	4	18
	Gaviotín									
<i>Sterna hirundinacea</i>	sudamericano	NE	1	0	1	5	1	1	4	13
<i>Thalasseus elegans</i>	Gaviotín elegante	NE	1	0	1	5	1	1	4	13
<i>Rynchops niger</i>	Rayador	NE	1	0	1	5	1	1	4	13
<i>Cinclodes nigrofumosus</i>	Churrete costero	NE	3	0	2	2	1	1	4	13
<i>Lagenorhynchus obscurus</i>	Delfín oscuro	LC	2	1	1	5	1	1	4	15
	Delfín nariz de botella	LC	1	1	1	5	2	1	4	15
<i>Tursiops truncatus</i>	Orca	DD	1	1	1	5	2	1	3	14
<i>Balaenoptera physalus</i>	Ballena fin	CR	1	5	1	5	1	1	4	18
<i>Megaptera novaeangliae</i>	Ballena jorobada	VU	1	3	1	5	3	1	4	18
<i>Phocoena spinipinnis</i>	Marsopa espinosa	DD	2	1	1	5	2	3	3	17
<i>Arctocephalus australis</i>	Lobo fino austral	NT	2	2	1	5	1	1	3	15
<i>Otaria flavescens</i>	Lobo común	LC	1	1	1	5	1	1	4	14
<i>Lontra felina</i>	Chungungo	VU	3	1	1	5	2	3	4	19

Esta priorización fue validada durante el taller de objetos de conservación desarrollado en Mejillones en enero de 2019. Considerando que el fin de la identificación y actualización de objetos de conservación es priorizar especies para el monitoreo del estado de conservación de la Bahía, se contrastaron los objetos previamente identificados con la nueva propuesta, su aplicación y factibilidad de futuro monitoreo. En la tabla 8 se muestra la comparación entre objetos de conservación previos obtenidos de Hudson et al. (2008), FNDR ID: 6187752-LPP13 y Ulloa et. al. (2013) y la propuesta actual.

**Tabla 8.** Objetos de conservación previos identificados para la Península de Mejillones y Especies focales de la Bahía de Mejillones.

OdC Península de Mejillones	Especies focales Bahía de Mejillones
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avifauna marina,</li> <li>• Comunidades de lobos marinos,</li> <li>• Chungungos</li> <li>• Cetáceos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Spheniscus humboldti</i></li> <li>• <i>Oceanodroma markhami</i></li> <li>• <i>Sula variegata</i></li> <li>• <i>Sternula lorata</i></li> <li>• <i>Balaenoptera physalus</i></li> <li>• <i>Megaptera novaeangliae</i></li> <li>• <i>Phocoena spinipinnis</i></li> <li>• <i>Lontra felina</i></li> </ul>

Se considera que la especie focal *Oceanodroma markhami*, a pesar de estar presente en la BM, su frecuencia y detectabilidad es baja, lo que dificulta su monitoreo, por lo que no se valida como OdC. Se decide mantener “avifauna marina” como OdC, pero considerando prioritario el monitoreo de Pingüino de Humboldt *Spheniscus humboldti*, Piquero común *Sula variegata* y Gaviotín chico *Sternula lorata*. Se acuerda mantener el OdC “cetáceos” considerando que tres especies califican como especie focal, que, a pesar de su frecuencia baja a media en la Bahía, su alto nivel trófico y estado de conservación las permiten priorizar como indicadores claves de la salud del ecosistema. Para el caso particular de marsopa espinosa *Phocoena spinipinnis*, existe un programa de monitoreo en curso. El chungungo *Lontra felina*, califica por si solo como un OdC, su monitoreo permitiría caracterizar el estado del ecosistema marino-costero, un área no representada por el resto de los mamíferos. Finalmente, se considera que la comunidad de lobos marinos no califica como un OdC de la Bahía, ya que no existe respaldo por el proceso de identificación de especies focales, y no hay sitios importantes de reproducción de esta especie en el interior de la Bahía, y previa inclusión como OdC de la Península de Mejillones, tiene justificación por las poblaciones reproductivas al sur de la Bahía. Por lo que los OdC de la Bahía de Mejillones son: avifauna marina (Pingüino de Humboldt *Spheniscus humboldti*, Piquero común *Sula variegata* y Gaviotín chico *Sternula lorata*), comunidad de cetáceos, y chungungo *Lontra felina*.

### 3.5. Amenazas a los objetos de conservación

Según el análisis de la información proporcionada por los actores locales en el taller de amenazas, además del reconocimiento y observaciones en terreno, se pueden identificar cinco grandes actividades que generan amenazas sobre los objetos de conservación de la Bahía de Mejillones (tabla 9), estos son: 1) actividad industrial y energética, 2) actividad turística y recreacional, 3) especies invasoras y otras especies problemáticas, 4) desarrollo residencial y comercial y 5) contaminación. En la tabla 6 se clasifican estos procesos inducidos, perturbaciones e impactos ambientales. Durante el trabajo con actores claves se logró identificar espacialmente las áreas donde ocurren estas perturbaciones, y se presentan en las figuras 13 y 14.

**TABLA 9. PROCESOS INDUCIDOS E IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS ASOCIADOS IDENTIFICADOS PARA LA BAHÍA DE MEJILLONES.**

PROCESOS INDUCIDOS	PERTURBACIONES	IMPACTOS AMBIENTALES (-)
<b>ACTIVIDAD INDUSTRIAL Y ENERGÉTICA</b>		
Pesca y Recolección de recursos acuáticos	Sobreexplotación de recurso pesquero	alteración de la biodiversidad acuática
	Enmallamiento de fauna marina	alteración de la biodiversidad acuática
Rutas de embarcaciones	Colisiones con fauna marina	alteración de la biodiversidad acuática
	Contaminación acústica (ahuyentamiento de especies)	alteración de la biodiversidad acuática
Efluentes industriales y militares	Residuos líquidos y sólidos domésticos en riberas	alteración de la biodiversidad acuática
	Contaminación bacteriológica del agua	alteración de la biodiversidad acuática
	Contaminación acústica y visual	alteración de la biodiversidad acuática
	Contaminación puntual superficial	pérdida de funcionalidad ecosistémica alteración de la estructura del ecosistema alteración de la biodiversidad acuática
	Contaminación difusa por metales	pérdida de funcionalidad ecosistémica
	Contaminación difusa por sales	alteración de la estructura del ecosistema
	Contaminación por aguas servidas	alteración de la estructura del ecosistema
Áreas Industriales y comerciales	Cambio de uso de suelo	alteración de la biodiversidad terrestre
<b>ACTIVIDAD TURÍSTICA Y RECREACIONAL</b>		
Actividades recreativas: tránsito vehículos	Ahuyentamiento de fauna nativa	alteración de la biodiversidad terrestre
	Destrucción de sitios de nidificación	alteración de la biodiversidad terrestre
<b>ESPECIES INVASORAS Y OTRAS ESPECIES PROBLEMÁTICAS</b>		
Invasión de animales no nativos	Depredación de fauna nativa	alteración de la biodiversidad terrestre
	Ahuyentamiento de fauna nativa	alteración de la biodiversidad terrestre
<b>DESARROLLO RESIDENCIAL Y COMERCIAL</b>		
Áreas urbanas y de vivienda: camping no regulado y tomas	Residuos líquidos y sólidos domésticos en riberas	alteración de la estructura del ecosistema alteración de la biodiversidad terrestre
	Contaminación acústica (ahuyentamiento de especies)	alteración de la estructura del ecosistema
		alteración de la biodiversidad terrestre
<b>CONTAMINACIÓN</b>		
Basura y Residuos Sólidos	Residuos líquidos y sólidos domésticos en riberas	alteración de la biodiversidad acuática



**FIGURA 13.** PERTURBACIONES SOBRE LOS ODC Y SU DISTRIBUCIÓN EN LA BAHÍA DE MEJILLONES. TALLER DE TRABAJO CON ACTORES LOCALES. ENERO 2019.



**FIGURA 14.** PERTURBACIONES SOBRE LOS ODC Y SU DISTRIBUCIÓN EN LA BAHÍA DE MEJILLONES. TALLER DE TRABAJO CON ACTORES LOCALES. ENERO 2019.

De esta forma, se establece que los impactos ambientales negativos derivados de las perturbaciones y sus consecuencias son:

- a) Alteración de la biodiversidad acuática: que provoca una degradación de las poblaciones de aves y mamíferos marinos, y se manifiesta en alteración de la diversidad y abundancia, y alteración de los procesos ecológicos de las comunidades.
- b) Pérdida de la funcionalidad ecosistémica: derivado principalmente de los contaminantes industriales que generan contaminación puntual de la Bahía. Destaca la pérdida de combustible de barcos de gran calado durante el proceso de desenganche o las labores de limpieza de bodegas que incluye el uso de distintos ácidos.
- c) Alteración de la estructura del ecosistema: derivado de los efluentes industriales, a diferencia del punto anterior su impacto es menos severo, e incluye procesos de contaminación terrestres y acuáticos, como el vertimiento de ácidos y combustibles en las playas, o modificación de playas por el manejo inapropiados de línea de costa para el establecimiento de puertos.
- d) Alteración de la biodiversidad terrestre: principalmente presente en playas, producido por los cambios de uso de suelo para expansión urbana o industrial, además destaca la contaminación con residuos sólidos, ahuyentamiento y depredación de fauna silvestre (e.g. aves) por perros, o ahuyentamiento por tránsito de vehículos motorizados en playas.

Todos estos impactos están distribuidos a través de toda la Bahía de Mejillones. La mejora en la red vial también ha permitido que las playas al sur de la Bahía se vean afectadas por el mayor acceso para turistas, aumentando la contaminación por residuos sólidos. Sin embargo, hay diferencias en la ponderación de los impactos por lo cual, una vez clasificados como factores tensionantes, perturbaciones asociadas e impactos ambientales se evalúa su manifestación específica sobre los objetos de conservación. La ponderación de las perturbaciones se presenta en la tabla 10. Destacamos la sobreexplotación del recurso pesquero, en particular de la anchoa, por ser un impacto recurrente señalado por informantes claves en todos los talleres desarrollados a la fecha.

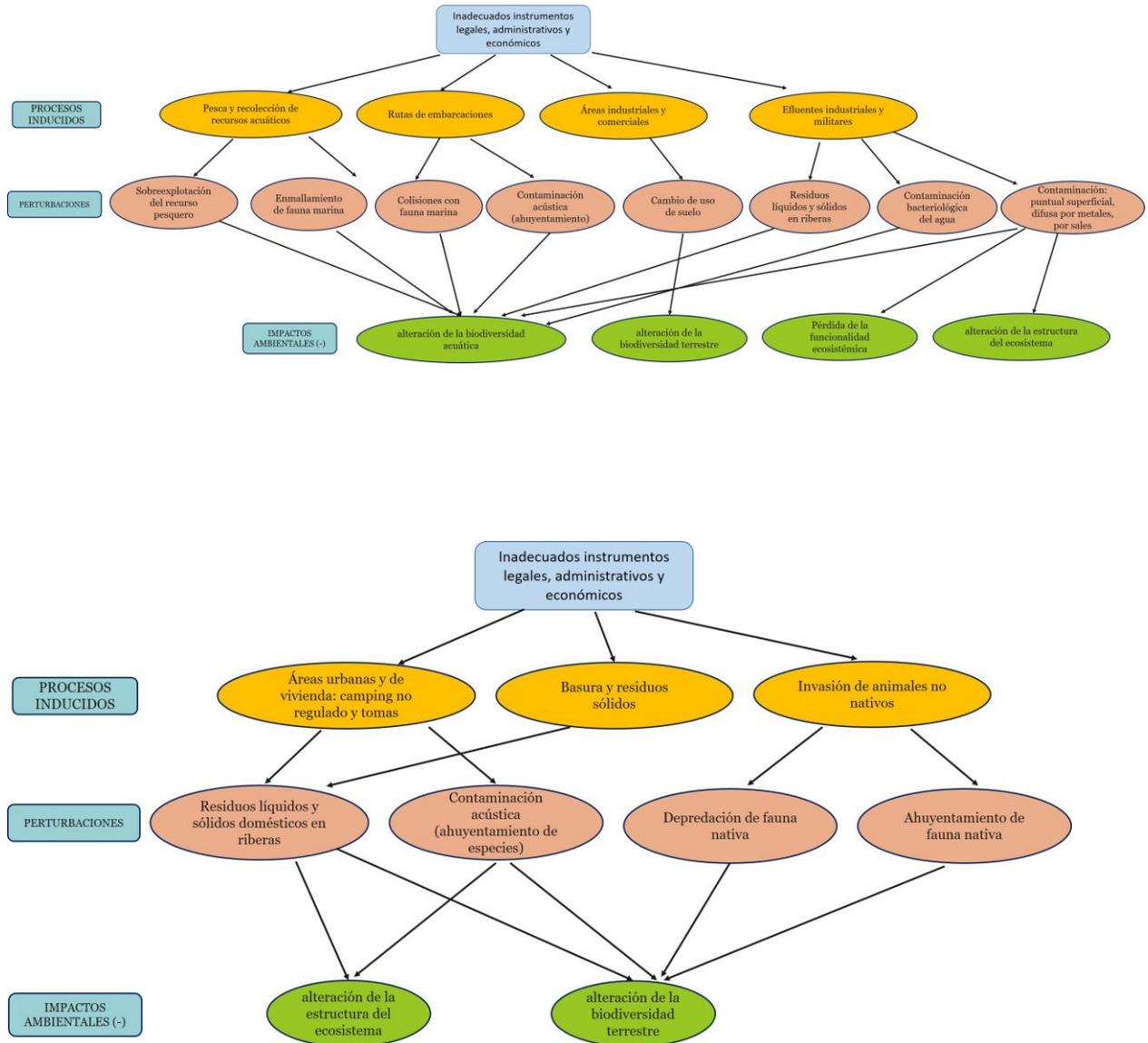
**TABLA 10.** EXTENSIÓN, INTENSIDAD Y FRECUENCIA DE LAS PERTURBACIONES SOBRE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN DE LA BAHÍA DE MEJILLONES. RESULTADOS DEL TALLER 2, MARZO 2019.

PERTURBACIONES	EXTENSIÓN	INTENSIDAD	FRECUENCIA
<b>ACTIVIDAD INDUSTRIAL Y ENERGÉTICA</b>			
Sobreexplotación de recurso pesquero	Grande	Mediana	Alta
Enmallamiento de fauna marina	Grande	Mediana	Alta
Colisiones con fauna marina	Grande	Mediana	Alta
Contaminación acústica (ahuyentamiento de especies)	Grande	Leve	Media
Residuos líquidos y sólidos domésticos en riberas	Grande	Mediana	Alta
Contaminación bacteriológica del agua	Pequeña	Mediana	Alta
Contaminación acústica y visual	Grande	Mediana	Alta
Contaminación puntual superficial	Pequeña	Mediana	Alta
Contaminación difusa por metales	Pequeña	Mediana	Alta
Contaminación difusa por sales	Mediana	Mediana	Alta
Contaminación por aguas servidas	Grande	Mediana	Alta
Cambio de uso de suelo	Grande	Severa	Media
<b>ACTIVIDAD TURÍSTICA Y RECREACIONAL</b>			
Ahuyentamiento de fauna nativa	Grande	Mediana	Alta
Destrucción de sitios de nidificación	Grande	Mediana	Alta
<b>ESPECIES INVASORAS Y OTRAS ESPECIES PROBLEMÁTICAS</b>			
Depredación de fauna nativa	Grande	Mediana	Alta
Ahuyentamiento de fauna nativa	Grande	Mediana	Alta
<b>DESARROLLO RESIDENCIAL Y COMERCIAL</b>			
Residuos líquidos y sólidos domésticos en riberas	Grande	Mediana	Alta
Contaminación acústica (ahuyentamiento de especies)	Grande	Mediana	Alta
<b>CONTAMINACIÓN</b>			
Residuos líquidos y sólidos domésticos en riberas	Grande	Mediana	Alta

### 3.5.1. Diagrama conceptual

Los mapas que a continuación se presentan (Fig. 15), son representaciones gráficas de información, entendida como una red de conceptos circunscritos a círculos u óvalos que se interrelacionan con flechas. Este resumen esquemático es una estructura de proposiciones, que contienen las ideas más importantes del tema de los impactos sobre los objetos de conservación de la Bahía de Mejillones. Así los conceptos más importantes

los ubicamos arriba (causas u orígenes de las perturbaciones/impactos), desprendiéndose hacia abajo los efectos, es decir las perturbaciones/impactos propiamente tales. Todos los componentes están unidos con líneas ya que representan factores interconectados.



**FIGURA 15.** MAPAS CONCEPTUALES DE AMENAZAS SOBRE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN DE LA BAHÍA DE MEJILLONES.

### 3.5.2. Impactos de las perturbaciones actuales sobre los objetos de conservación

- Alteración de la biodiversidad acuática: afecta principalmente el OdC “cetáceos” y en menor medida “aves marinas” y “chungungo”.
- Pérdida de la funcionalidad ecosistémica: afecta a todos los OdC, ocurre principalmente por los eventos de contaminación o modificación severa del hábitat, como por ejemplo producto del cambio de uso de suelo. Si bien la Bahía de Mejillones como ecosistema ha mostrado alta resiliencia, las perturbaciones que sufre son numerosas y de distinto origen, por lo que se requiere gestionar de mejor manera los usos para evitar una pérdida irreversible de la funcionalidad.
- Alteración de la estructura del ecosistema: afecta a todos los OdC, derivado de eventos de contaminación puntual superficial. Las condiciones de circulación de corrientes de la Bahía de Mejillones podrían favorecer que estos eventos se extendieran a áreas de importancia para la reproducción de algunas especies como de la marsopa espinosa en Punta Angamos.
- Alteración de la biodiversidad terrestre: afecta principalmente al OdC “aves marinas”.

### 3.6. Talleres

**Presentación proyecto:** durante la tarde del día 27 de noviembre de 2018, se realizó un taller de presentación del proyecto, con el fin de informar a la comunidad de Mejillones sobre los objetivos, resultados esperados y próximas actividades del proyecto en curso. Esta actividad se realizó en la Biblioteca Municipal de Mejillones, y asistieron 12 personas, incluyendo dos profesionales de la SEREMI del Medio Ambiente de Antofagasta, un profesional de CONAF, dos profesionales de la I. Municipalidad de Mejillones, cuatro investigadores de la ONG CIFAMAC, un profesional del Centro de Ecología Aplicada y tres profesionales del Centro de Estudios Agrarios y Ambientales (Anexo 3).



Taller de presentación del proyecto en Biblioteca Municipal de Mejillones, noviembre 2018.

**Identificación de amenazas:** durante la tarde del día 23 de enero de 2019, se realizó un taller de validación de los objetos de conservación identificados en la Bahía de Mejillones y se identificaron las amenazas sobre ellos. Para esto se realizó trabajo grupal, con el uso de mapas con la zonificación de la Bahía, los participantes identificaron amenazas y su ubicación geográfica. Esta información fue procesada para el desarrollo de los mapas conceptuales de amenazas.



Taller de objetos de conservación y amenazas, desarrollado en Biblioteca Municipal de Mejillones, enero 2019.

El 27 de marzo de 2019 se desarrollo el taller de validación de modelo de amenazas y zonificación de la Bahía de Mejillones. El 7 de junio de 2019 se coorganizó junto a la SEREMI del MMA y la ONG CIFAMAC el 2do Seminario de biodiversidad marina, en este se presentaron los resultados del estudio, se contó con una participación de 30 personas de servicios públicos, ONG, industria portuaria y marina.



Taller de objetos de conservación y amenazas, desarrollado en Biblioteca Municipal de Mejillones, enero 2019.



Taller modelo de amenazas y zonificación de la Bahía de Mejillones, desarrollado en Biblioteca Municipal de Mejillones, marzo 2019.



2do Seminario de biodiversidad marina, co-organizado junto a la SEREMI del MMA de Antofagasta y CIFAMAC y taller presentación de resultados, desarrollado en Biblioteca Municipal de Mejillones, junio 2019.

#### 4. CONCLUSIONES

- Se recopilaron un total de 68 referencias (artículos científicos) con pertinencia a la Bahía de Mejillones.
- La mayoría de las publicaciones (41%) se concentraron en cuatro revistas nacionales, tres de ella indexadas en WoS, Revista Chilena de Historia Natural (nueve artículos), Revista de Biología Marina y Oceanografía (siete artículos), Investigaciones Marinas (seis artículos), Valparaíso y Latin American Journal of Aquatic Research (seis artículos).
- De los temas analizados, el que presentó más publicaciones fue ampliamente el de oceanografía con 51 publicaciones (76%), seguido por ecotoxicología con 6 referencias.
- Existe una falencia de investigaciones en ecología y conservación, por lo que se requieren estudios de estimación de diversidad y abundancia de aves y mamíferos (este estudio), reproducción y dispersión juvenil (tema: ecología), dinámicas de movimiento en la Bahía (ecología), e impacto de contaminantes (e.g. metales pesados y basura) sobre aves y mamíferos marinos (tema: ecotoxicología y ecología). Además, se requieren investigaciones sobre la interacción entre cetáceos y la pesca artesanal e industrial.
- Se han registrado 33 especies de aves y cuatro especies de mamíferos marinos. La abundancia de individuos totales para cada una de las campañas realizadas fue de 15.339 individuos en noviembre 2018, 2.797 en enero 2019 y 2.965 en marzo 2019.
- Según el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE), las especies *Spheniscus humboldti*, *Pelecanoides garnotii*, *Phalacrocorax bougainvillii* y *Leucophaeus modestus* presentan la categoría de conservación de vulnerable (VU) mientras que *Sternula lorata* destaca por tener la categoría de En peligro (EN).
- Se registraron ocho especies focales para la Bahía de Mejillones, distribuidas en cuatro aves y cuatro mamíferos marinos.
- Los OdC de la Bahía de Mejillones son: avifauna marina (Pingüino de Humboldt *Spheniscus humboldti*, Piquero común *Sula variegata* y Gaviotín chico *Sternula lorata*), comunidad de cetáceos, y chungungo *Lontra felina*.

- Se identificaron ocho procesos inducidos que generan impactos ambientales en la Bahía de Mejillones: pesca y recolección de recursos acuáticos, rutas de embarcaciones, efluentes industriales y militares, áreas industriales y comerciales, tránsito de vehículos, invasión de animales no nativos, camping no regulado y tomas, y basura y residuos líquidos.
- Los impactos ambientales negativos derivados de las perturbaciones y sus consecuencias son: a) alteración de la biodiversidad acuática, b) pérdida de la funcionalidad ecosistémica, c) alteración de la estructura del ecosistema, d) alteración de la biodiversidad terrestre.

## 5. LITERATURA CITADA Y CONSULTADA

- ANDRES, B. A., J. A. JOHNSON, J. VALENZUELA, R. I. G. MORRISON, L. A. ESPINOSA & R. K. ROSS. 2009. Estimating eastern Pacific coast populations of Whimbrels and Hudsonian Godwits, with an emphasis on Chiloe Island, Chile. *Waterbirds* 32: 216–224.
- BARROS, R., H.V. NORAMBUENA & V. RAIMILLA. 2014. Breeding population of Red-legged Cormorant (*Phalacrocorax gaimardi*) along the La Araucania coast. *Waterbirds* 37(3): 331-334.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. 2012. *Spheniscus magellanicus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012-1.RLTS.T22697822A37820611.en>. Downloaded on 14 November 2015.
- BOERSMA, D. 2009. The penguin maven. *Wildlife Conservation* 112(1): 34-39.
- BROWN, S., C. HICKEY, B. HARRINGTON & R. GILL, eds. 2001. The U.S. Shorebird Conservation Plan, 2nd ed. Manomet Center for Conservation Sciences, Manomet, MA.
- BUCKLAND, S. T., D. R. ANDERSON, K. P. BURNHAM, J. L. LAAKE, D. L. BORCHERS, AND L. THOMAS, 2001. Introduction to distance sampling – Estimating abundance of biological populations. Oxford University Press.
- CASTRO, M. 2006. Avifauna acuática del Fiordo Piti-Palena (43°47' Lat. S.), XI Región (Aysén). Composición y distribución de la comunidad. Informe Final FPA – CONAMA. Parte 2. Avifauna acuática. 13 pp.
- CASTRO, M. C.G. SUAZO, E. QUIROGA, L. BAESSOLO, A.M. ARRIAGADA, G.D. SANTOS-PAVLETIC. 2009. Diet selection of Sanderlings (*Calidris alba*) in Isla Guambiling National Park in the Chilean fjords. *Ornitología Neotropical* 20: 247-253.
- CURSACH, J. A. SIMEONE, R. MATUS, O. SOTO, R. SCHLATTER, C. TOBAR & J. OJEDA. 2010. Distribución reproductiva del Cormorán Imperial (*Phalacrocorax atriceps*) en Chile. *Boletín Chileno de Ornitología* 16: 9-16.
- ELLIS, S., J.P. CROXALL, & J. COOPER. 1998. Penguin conservation assessment and management plan: report from the workshop held 8-9 September 1996, Cape Town, South Africa. IUCN/SSC, Apple Valley, USA.
- ESCRIBANO R, V MARÍN, P HIDALGO & G OLIVARES (2002) Physical-biological interactions in the nearshore zone of the northern Humboldt current system. En: Castilla JC & JL Largier (eds) The oceanography and ecology of the nearshore and bays in Chile: 145-175. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- FRERE, E., P. GANDINI, J. RUÍZ & Y.A. VILINA. 2004. Current status and breeding distribution of Red-legged Cormorant *Phalacrocorax gaimardi* along the Chilean coast. *Bird Conservation International* 14:113-121.
- GANDINI, P.A., E. FRERE, A.D. PETTOVELLO, P.V. CEDROLA. 1999. Interaction between Magellanic Penguins and shrimp fisheries in Patagonia, Argentina. *Condor* 101(4): 783-798.

- GARCÍA, G.O. & A.G. LAICH. 2007 Abundancia y riqueza específica en un ensamble de aves marinas y costeras del sudeste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Hornero* 22: 9-16.
- HAMMER, O., D.A. HARPER, & P.D. RYAN. 2001. PAST: Palaeontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 9.
- HUTCHESON, K. 1970. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. *Journal of Theoretical Biology* 29: 151-154.
- INE, Instituto Nacional de Estadísticas. 2002. Departamento de Informática, Base de datos por entidades de población y categorías censales.
- IUCN. 2015. The IUCN Red list of threatened species. Version 2015-3. <http://www.iucnredlist.org/>
- KIM M, FURNESS R.W., NAGER R.G. 2010. Hatching asynchrony is constrained by parental nest attendance during laying. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 64: 1087-1097.
- KREBS, C.J. 1999. Ecological methodology. Benjamin/Cummings editorial. Second edition. USA.
- MANLY, B.F. 1997. Randomization, Bootstrap and MonteCarlo methods in Biology. Chapman and Hall, Boca Raton, USA.
- MEDRANO, F., R. BARROS, H.V. NORAMBUENA, R. MATUS, F. SCHMITT. 2018. Atlas de las aves nidificantes de Chile. Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile. Santiago. 670 pp.
- MILLS, K.L., SYDEMAN, W.J. & HODUM, P.J. eds. 2005. The California Current marine bird conservation plan. Vol. 1. Chapter 6. Predators, competitors, disease, and human interactions: "topdown" control of seabird population parameters and population dynamics. Petaluma, CA: Point Reyes Bird Observatory Conservation Science, Marine Ecology Division. pp. 144–159.
- MORENO, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.
- OEHLER, D.A., W. FRY, L.A. WEAKLER JR. & M. MARÍN. 2007. Rockhopper and Macaroni Penguin colonies absent from Isla Recalada, Chile. *Wilson Journal of Ornithology* 119: 502-506.
- RAIMILLA, V., E. HAUENSTEIN, H.V. NORAMBUENA, Á. JARAMILLO & R. CAÑETE. 2012. Nuevos antecedentes sobre el estatus y hábitat del Bailarín chico argentino (*Anthus hellmayri*) en el centro-sur de Chile. *Ornitología Neotropical* 23: 151–158.
- RALPH CJ, GEUPEL G. R., PYLE P., MARTIN T.E., DESANTE D. F. & B. MILA. 1996. Manual de Métodos de Campo para el Monitoreo de Aves Terrestres. Reporte Técnico PSW-GTR-159. Albany, CA, Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture. 46 pp.
- SCOFIELD, R.P. & R. REYES-ARRIAGADA. 2013. A population estimate of the Sooty Shearwater *Puffinus griseus* in the Wollaston and Hermite Island Groups, Cape Horn Archipelago, Chile, and concerns over conservation in the area. *Revista de biología Marina y Oceanográfica* 48: 623-628.

- SIERRALTA, L., R. SERRANO, J. ROVIRA & C. CORTÉS, eds. 2011. Las áreas protegidas de Chile, Ministerio del Medio Ambiente, 35 pp.
- SOKAL, R.R. & F.J. ROHLF, 1995. Biometry: The principles and practice of statistics in biological research. Third edition. WH Freeman, New York, USA.
- SUAZO, C. R. CAÑETE, R.P. SCHLATTER, A.M. ARRIAGADA, L. CABEZAS & J. OJEDA. 2013. Fishermen's perceptions of interactions between seabirds and artisanal fisheries in the Chonos archipelago, Chilean Patagonia. *Oryx* 47: 184-189.
- TASKER, M.L., P.H. JONES, T. DIXON & B.F. BLAKE. 1984. Counting seabirds at sea from ships: a review of methods employed and a suggestion for the standardized approach. *Auk* 101: 567-577.
- VALDÉS, J., 1998. Evolución oceanográfica reciente de la Bahía Mejillones del Sur (23°S). Evidencia geoquímica en sedimentos marinos. Tesis Doctoral, Centro EULA-Chile Universidad de Concepción, 114 p.
- VALDÉS, J., LÓPEZ, L., LOMÓNACO, S., ORTLIEB, L., 2000. Condiciones paleoambientales de sedimentación y preservación de materia orgánica en Bahía Mejillones del Sur (23°S), Chile. *Biología Marina y Oceanografía. Rev. Biol. Mar. y Ocean.* 35(2), 169–180.
- VALDÉS, J., & ORTLIEB, L., 2001. Paleoxigenación subsuperficial de la columna de agua en la bahía Mejillones del Sur (23°S), Indicadores geoquímicos en testigos de sedimento marino. *Investigaciones Marinas* 29 (1), 25–35.
- VARGAS, G., 2002. Interactions ocean-atmosphere au cours des derniers siècles sur la côte du Desert d' Atacama, analyse multi-proxies des sédiments laminaires de la Baie de Mejillones (23°S). Tesis Doctoral, Universidad de Bordeaux I, Francia, 270 pp.
- VERNER J. & K.A. MILNE. 1989. Coping with sources of variability when monitoring population trends. *Annales Zoologici Fennici* 26: 191-199.
- WILCOX, C. & C.J. DONLAN, 2007. Resolving economic inefficiencies: compensatory mitigation as a solution to fisheries by catch–biodiversity conservation conflicts. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5: 325–331.
- WINN, B., S. BROWN, C. SPIEGEL, D. REYNOLDS & S. JOHNSTON. 2013. Atlantic flyway shorebirds business strategy: a call to action phase 1. Manomet Center for Conservation Sciences and US Fish & Wildlife Service. 28 pp.
- YORIO, P. & G. CAILLE. 1999. Seabird interactions with coastal fisheries in northern Patagonia: use of discards and incidental captures in nets. *Waterbirds* 22: 207-216.
- YORIO, P., F. QUINTANA & J. LOPEZ DE CASENAVE. 2005. Ecología y conservación de aves marinas del litoral marítimo argentino. *El Hornero* 20(1): 1-3.
- ZÚÑIGA, O., 1974. Cálculo preliminar de la biomasa bentónica de la bahía de Mejillones. *Apuntes Oceanológicos*, 6, 1–10.
- ZÚÑIGA, O., BAEZA, H., CASTRO, R., 1983. Análisis de la macrofauna bentónica del sublitoral de la bahía de Mejillones del Sur. *Estudios Oceanológicos* 3, 41–62.

- ANEXO 1. Referencias bibliográficas\_Bahía de Mejillones
- ANEXO 2. Base de artículos científicos
- ANEXO 3. Anexo cartográfico
- ANEXO 4. Set fotográfico por campaña
- ANEXO 5. Presentaciones en PPT utilizadas en los talleres
- ANEXO 6. Plan de monitoreo y gestión de OdC de la Bahía de Mejillones.

ANEXO 6.

**PLAN DE MONITOREO Y GESTIÓN DE OBJETOS DE CONSERVACIÓN EN BAHÍA  
MEJILLONES, COMUNA DE MEJILLONES, REGIÓN DE ANTOFAGASTA**