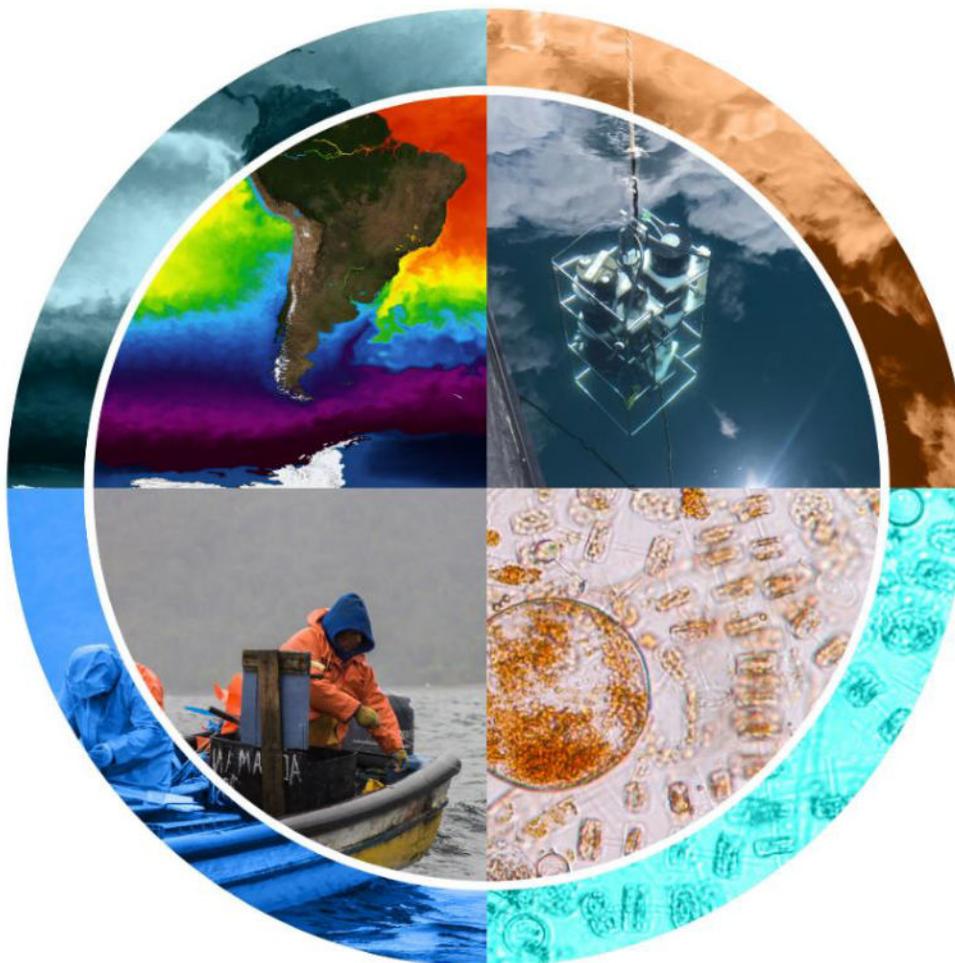


Estado del arte de la biodiversidad marina

Camila Fernández I*, Leonardo Núñez M, Ricardo Norambuena C, Francisca Rojas M, Fernanda Pino D,

Miguel Ángel Penna D.

*camilafernandez@oceanografia.udec.cl



Índice

1. Resumen Ejecutivo	4
2. Introducción	5
3. Metodología	6
Recopilación de la información de la vulnerabilidad del cambio climático en la biodiversidad a nivel internacional IPCC IPBES para la región Latinoamérica y la revisión de literatura científica a nivel nacional.	6
Actualización del Plan oceanográfico de adaptación, el cual consiste en una actualización de informe SIOCC (Sistema integrado observación del océano).	8
Actualización de plan nacional de pesca y acuicultura (MMA).	8
Análisis e integración de las estrategias y los planes de adaptación existentes a nivel nacional y latinoamericanos de america del sur en la cuenca de océano pacífico.	8
4. Resultados.....	9
4.1 Recopilación de la información de la vulnerabilidad del cambio climático en la biodiversidad a nivel internacional IPCC IPBES para la región Latinoamérica y la revisión de literatura científica a nivel nacional.	9
Antecedentes generales del efecto del cambio climático en la biodiversidad marina	9
4.2 Actualización del Plan oceanográfico de adaptación, el cual consiste en una actualización de informe SIOCC (Sistema integrado observación del océano).	16
I. Antecedentes para el diseño e implementación de un sistema integrado de observación del océano para el monitoreo del cambio climático (SIOCC).	16
II. Componentes de gobernanza para un sistema integrado de observación del océano para el monitoreo del cambio climático.....	19
III. Lecciones aprendidas en sistemas de observación del océano internacionales	21
IV. Aspectos críticos en la operación de un sistema de observación del océano para el monitoreo del cambio climático.	22
4.3 Actualización de plan nacional de pesca y acuicultura (MMA).	23
1. Estado de avance de la aplicación del PACCPA 2015-2020	23
Principales amenazas climáticas, impactos y brechas identificadas para la pesca y la acuicultura.....	24
Directrices para el diseño de los objetivo general y específicos del PACCPA 2023-2028.....	25
Propuesta de plan	26
Objetivo general del PACCPA 2023-2028	26
Objetivo Específico 1.....	26
Objetivo Específico 2.....	27
Objetivo Específico 3.....	27
Objetivo Específico 4.....	28
Objetivo Específico 5.....	28
4.4 Análisis e integración de las estrategias y los planes de adaptación existentes a nivel nacional y latinoamericanos de america del sur en la cuenca de océano pacífico.	29
5. Discusión	33
Recopilación de la información de la vulnerabilidad del cambio climático en la biodiversidad a nivel internacional IPCC IPBES para la región Latinoamérica y la revisión de literatura científica a nivel nacional.	33

Adaptabilidad comprometida al límite	33
Pérdida progresiva de hábitats y sus consecuencias	34
Especies invasoras	35
Múltiples usuarios del borde costero continental chileno	36
Sugerencias y consideraciones	36
Análisis e integración de las estrategias y los planes de adaptación existentes a nivel nacional y latinoamericanos de america del sur en la cuenca de océano pacífico.....	37
6. Conclusiones	39
7. Análisis de brechas	39
8. Bibliografía.....	40
9. Anexos	44

1. Resumen Ejecutivo

La pérdida de la biodiversidad, y de los servicios ecosistémicos puede tener efectos significativos en los ecosistemas; lo que ejerce presión sobre sus capacidades adaptativas. Se analizaron bases de datos de la UICN y MMA, con información de especies con distribución biogeográfica en las costas chilenas, las cuales fueron evaluadas para establecer una aproximación relacionada a su sensibilidad frente a los efectos del cambio climático.

Se identificaron 70 especies sensibles representados por sus agrupaciones macroecológicas como peces, aves, mamíferos, reptiles, invertebrados y plantas, las cuales fueron rankeadas en su nivel de sensibilidad; a las cuales también se les identificó su distribución biogeográfica por ecorregión marina. Adicionalmente se identificaron otros organismos sensibles sin categoría de conservación o faltos de información. Entre estas especies se encuentra un gran número de algas e invertebrados, sensibles a efectos oceanográficos catalizados por efecto del cambio climático y por la actividad antrópica.

Las comunidades humanas asociadas a los ecosistemas de las comunidades costeras de Chile continental se verán afectadas a nivel social y económico de manera inminente para las próximas décadas bajo los efectos del cambio climático y eventos climáticos extremos que generan pérdida de biodiversidad y de servicios ecosistémicos, por lo que es fundamental generar estrategias para mitigar los efectos, y de esta manera buscar medidas para adaptar a las comunidades costeras y así fortalecer la resiliencia ante las futuras condiciones que se presentarán en el escenario global.

En este contexto, se describe una revisión de las especies marinas con categoría de conservación y una estimación de sensibilidad preliminar frente al cambio climático, una propuesta de actualización del plan de adaptación al cambio climático en pesca y acuicultura, una propuesta de protocolo de trabajo para diseñar, implementar y operar un sistema integral de observación del océano para la generación de datos oceanográficos que permitan alimentar modelos de pronósticos de la condiciones del mar y sus potenciales efectos sobre la biodiversidad marina y finalmente un análisis regional de los planes y estrategias para la conservación y adaptación al cambio climático en biodiversidad en países de América central y del Sur del océano Pacífico.

2. Introducción

El informe IPBES del año 2019 indica que las actividades humanas han tenido un impacto considerable y generalizado en los océanos, afectando a los ecosistemas, la biodiversidad marina, y los servicios ecosistémicos que estos proveen. Entre ellas se incluyen la explotación directa, de los recursos biológicos, la contaminación terrestre y marina, especialmente de las redes fluviales, y el cambio de uso de la tierra y el mar, sobre todo el desarrollo de infraestructura litoral y el uso por instalaciones dedicadas a la acuicultura (IPBES 2019).

El efecto de las actividades humanas en la biodiversidad representa una gran deuda ambiental del ser humano con su principal base de bienestar y sustento (Bitrán et al. 2022). Se ha identificado que el futuro de las costas chilenas se encuentra bajo amenaza por efecto del cambio climático (Aguilera et al. 2019, Martínez et al. 2021), con altos costos para los múltiples usuarios de la zona costera (Winkler et al.2023).

El objetivo principal de este trabajo corresponde a desarrollar el estado del arte marino a nivel nacional de la biodiversidad marina de acuerdo con las siguientes actividades:

- i. Recopilación de la información de la vulnerabilidad del cambio climático en la biodiversidad a nivel internacional IPCC IPBES para la región Latinoamérica y la revisión de literatura científica a nivel nacional.
- ii. Actualización del Plan oceanográfico de adaptación, el cual consiste en una actualización de informe SIOCC (Sistema integrado observación del océano) preparado en el marco de COP25 y de sistemas de observación existentes utilizando la plataforma de OCC y otras disponibles.
- iii. Actualización del plan nacional de pesca y acuicultura (MMA).
- iv. Análisis e integración de las estrategias y los planes de adaptación existentes a nivel nacional y latinoamericanos.

3. Metodología

Recopilación de la información de la vulnerabilidad del cambio climático en la biodiversidad a nivel internacional IPCC IPBES para la región Latinoamérica y la revisión de literatura científica a nivel nacional.

Se realizó una revisión de diversas fuentes secundarias de información referidas al conocimiento actualmente disponible sobre las especies y comunidades biológicas de interés para la conservación, de alcance nacional e internacional sobre la biodiversidad marina de los grupos macroecológicos más representativos de la costa chilena. Se revisaron las siguientes bases de datos para especies marinas con distribución geográfica que incluyan a Chile:

- i. Para especies con distribución Global, con enfoque en Mesoamérica y Sudamérica, se usó la base de datos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN en su sigla en inglés, <https://www.iucnredlist.org/statistics>).
- ii. Para especies restringidas a las costas nacionales, se revisó la base de datos del Ministerio del Medio Ambiente de Chile – Listado de Especies Clasificadas desde el 1° al 17° Proceso de Clasificación RCE, actualizado a mayo de 2022 (MMA, <https://clasificacionespecies.mma.gob.cl/>).

En primera instancia la información fue filtrada individualmente para cada una de las bases de datos anteriormente mencionadas de manera independiente. Para ello, se seleccionaron únicamente especies con distribución oceánica, costera, y de estuarios para Chile continental. Luego, fueron seleccionadas especies con categoría de conservación agrupada en como especies amenazadas según los criterios de la UICN (Fig.1), las que incluyen las subcategorías de: Vulnerable (VU), en peligro (EN), y en peligro crítico (CR). Se dejaron fuera de la selección a las especies con clasificación de conservación categorizados como: Preocupación menor (LC), casi amenazado (NT), y con datos insuficientes (DD) y sin datos (ND). Según los criterios de la UICN (UICN 2012).

Ambas fuentes de información se integraron en una sola base de datos y se utilizó el siguiente criterio para su integración. En el caso de existir nombres de especies repetidas, se compararon ambas fuentes y se consideró la fuente de información con datos más detallados sobre la distribución geográfica de la especie, su estado de conservación y tendencia poblacional.

Para evaluar la sensibilidad se consideraron las categorías de conservación que agrupan a las “especies amenazadas”; y de la presencia o ausencia de endemismo para su distribución espacial, por considerarse que el endemismo representa una distribución geográfica limitada y altamente sensibles, por la baja adaptabilidad de este tipo de especies a otros hábitats. Con la finalidad de establecer una aproximación para crear un índice de sensibilidad al cambio climático, para cada grupo macroecológico vinculado a la costa chilena. Se procedió a establecer un ranking con los siguientes criterios para establecer una puntuación de sensibilidad para cada especie:

Categoría de conservación. En un puntaje de 0 a 3, se consideraron las siguientes categorías amenazadas según los criterios de la UICN (**Fig.1**): 1 punto para categoría “Vulnerable (VU)”; 2 puntos para categoría “En peligro” (EN); y 3 puntos para categoría “En peligro crítico (CR)”.

El endemismo, fue evaluado en tres niveles para cada especie. Se asignaron 0 puntos a especies con distribución no endémica, se asignó 1 punto a especies endémicas de Chile, y se asignaron 2 puntos a especies endémicas específicas de solo un hábitat único o con una distribución muy limitada.

En síntesis, mientras más puntos acumule una especie, se considerará que esta especie presenta una alta sensibilidad al cambio climático, el máximo puntaje individual por especie corresponderá a 5 puntos totales. Luego se ponderó el puntaje según los criterios de evaluación asignando un 60% de ponderación al puntaje obtenido para la categoría de conservación, y un 40% de ponderación al puntaje obtenido para la tasa de endemismo. El puntaje total se ordenó de mayor a menor, y se consideró para establecer un ranking. Finalmente, se vincularon las distribuciones geográficas de las especies en las costas de Chile continental, identificando de manera individual las especies pertenecientes para cada zona biogeográfica. Se clasificaron las especies según sus grupos macroecológicos, como aves, invertebrados, mamíferos, peces, plantas y reptiles; y se representó su distribución por ecorregión marina según Spalding et al. 2012.

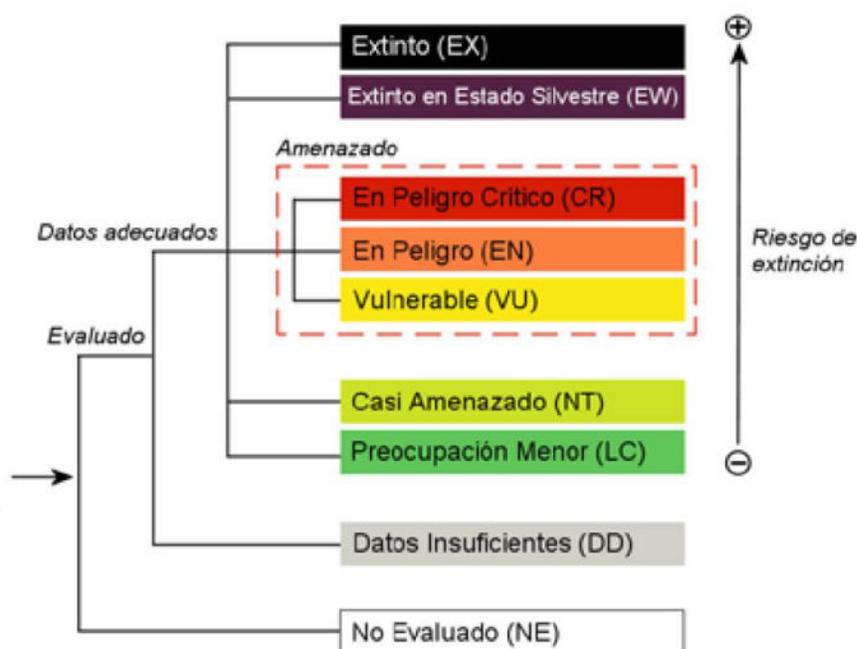


Figura 1. Diagrama correspondiente a la estructura de categorías de conservación IUCN. Fuente: UICN 2012.

Para el caso de especies que no están representadas en el listado de las bases de datos revisadas de la UICN y MMA. Se realizó una revisión de información secundaria disponible en las plataformas Google scholar, Web of science; y publicaciones científicas de páginas de centros de información relacionadas a autoecología y cambio climático, y de sus referencias citadas. Se revisaron otras especies que no presentaban categoría de conservación, o que su categoría de conservación correspondía a niveles por debajo de la agrupación de especies amenazadas (Fig. 1). Para diagnosticar la sensibilidad de estas especies en función de la evidencia bibliográfica. Se procedió a identificar la distribución biogeográfica de las especies, y a identificar los efectos del cambio climático que influyen tanto positivamente, así como negativamente a las especies desde el punto de vista oceanográfico y de presión antrópica. En consecuencia, se utilizó como criterio que mientras más efectos negativos acumule la especie, es más sensible. Se identificaron las variables de sensibilidad y se realizó un diagnóstico de los potenciales impactos.

Actualización del Plan oceanográfico de adaptación, el cual consiste en una actualización de informe SIOCC (Sistema integrado observación del océano).

En base al documento de Farías, L., C. Fernández, R. Garreaud, L. Guzmán, S. Hormazábal, C. Morales, D. Narváez, S. Pantoja, I. Pérez, D. Soto y P. Winckler (2019). *Propuesta de un Sistema Integrado de Observación del Océano Chileno (SIOCC)*. Santiago: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. que describe un sistema integrado de observación, se actualizó los equipos disponibles en operación de registro de datos del oceano y se estructuró una propuesta preliminar de gestión para su operación.

Actualización de Plan nacional de pesca y acuicultura (MMA).

En base al documento Ricardo Norambuena C., Leonardo Núñez M., Doris Soto B., Jeanne Simon R., Fabian Klein, Luis Cubillos S., Ilse Munzenmayer G. y Renato Quiñones., 2022 Asesoría para la implementación y actualización del plan de adaptación al cambio climático en pesca y acuicultura (PACCPA). Código ID-4728-16-LE21. Informe final FIPA 2021-5-DAP elaborado por el equipo de COPAS coastal.

Los resultados del citado documento se estructuraron en una síntesis de los principales aspectos para la actualización del PACCPA. Cabe destacar que las etapas para la elaboración de una propuesta de actualización del PACCPA para el período 2023-2028, se realizó en primera instancia con una revisión del estado del conocimiento de los efectos del cambio climático en la pesca y acuicultura y la identificación de los niveles de conocimiento de los usuarios de las pesquerías y de la acuicultura. Con la información recopilada y sistematizada se estructuró una propuesta de actualización del PACCPA que fue analizada en 3 talleres regionales con los usuarios de la pesca y la acuicultura, y autoridades locales.

Análisis e integración de las estrategias y los planes de adaptación existentes a nivel nacional y latinoamericanos de América del sur en la cuenca de océano pacífico.

Se exploraron sitios web de instituciones gubernamentales nacionales y sectoriales, asociadas a la gestión del cambio climático y de organismos intergubernamentales que apoyan a los países con diagnósticos y análisis ad hoc (FAO, CEPAL). Se recopiló información sobre leyes, políticas, estrategias, programas y planes nacionales de adaptación al cambio climático en biodiversidad. Posteriormente, la información fue estructurada de acuerdo con los siguientes aspectos:

- i. Políticas y/o estrategias públicas a nivel nacional.
- ii. Planes nacionales y/o sectoriales de adaptación a nivel nacional y sectorial.

4. Resultados

4.1 Recopilación de la información de la vulnerabilidad del cambio climático en la biodiversidad a nivel internacional IPCC IPBES para la región Latinoamérica y la revisión de literatura científica a nivel nacional.

Antecedentes generales del efecto del cambio climático en la biodiversidad marina

Según el informe de la IPCC de 2022, el cambio climático es una amenaza para el bienestar humano, y que puede desencadenar efectos catastróficos a nivel global si es que no se toman las medidas pertinentes en el corto y mediano plazo. El informe de IPBES (2020), señala que la pérdida de biodiversidad global para todos los grupos macroecológicos es progresiva en el transcurso del tiempo con una aceleración definida desde el año 1900 en adelante, la pérdida de biodiversidad de los últimos 30 años va en declinación abrupta para algunos grupos de especies muy específicas (**Fig. 2**).

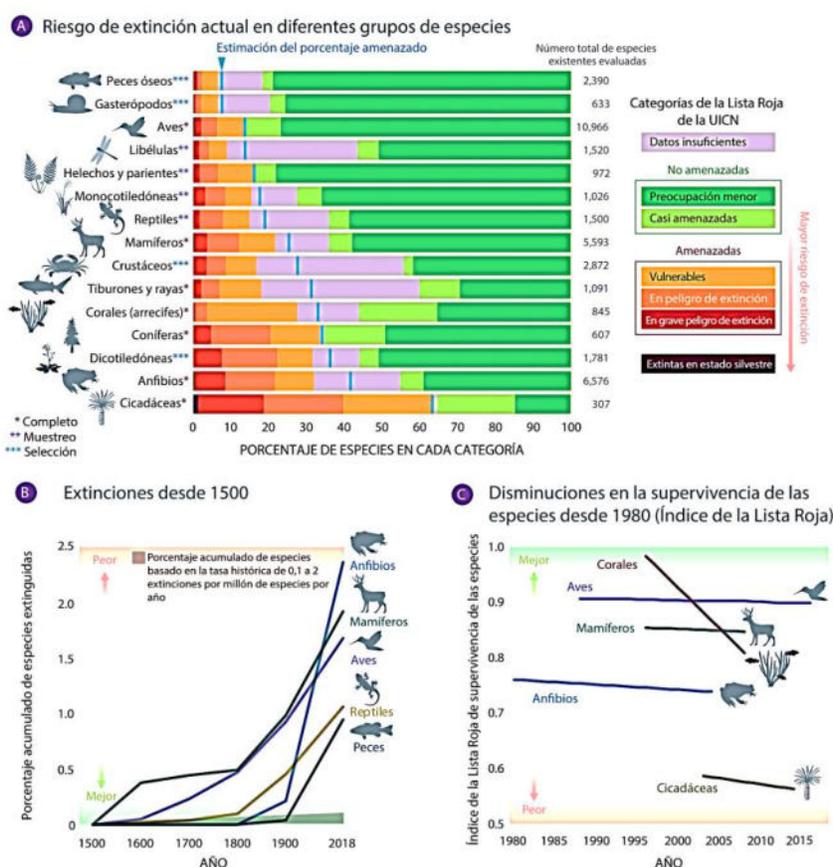


Figura 2. Representación global de grupos de especies con categoría de conservación IUCN. **A)** Porcentaje de especies en peligro de extinción en grupos taxonómicos de la lista roja de especies amenazadas de la IUCN, evaluados totalmente (*), bajo muestreo (**), o de las que ha evaluado subgrupos seleccionados (***). Los grupos se han ordenado en función de la proporción de especies amenazadas (líneas azules verticales). **B)** Extinciones desde 1500 para grupos de vertebrados. Las tasas de reptiles y peces no se han evaluado totalmente. **C)** Índice de la lista roja de supervivencia de especies de grupos taxonómicos evaluados para lista roja de especies. Un valor de 1 equivale a que todas las especies están catalogadas como de preocupación menor (LC); un valor igual a cero corresponde a las especies catalogadas como extinguidas (EX). Fuente IPBES, 2022

La base de datos de la lista roja de la UICN, para Mesoamérica y Sudamérica contiene un total de 15829 registros de especies, dominadas principalmente por plantas, peces y anfibios (**Fig.3**). En el caso de Chile, se identifican un total de 283 especies, de las cuales 42 se distribuyen en la zona continental y oceánica de las costas de Chile (**Fig.4**). Se identifican diversos grupos macroecológicos, principalmente de vertebrados, con categoría de conservación UICN como: vulnerable (VU), en peligro (EN), y en peligro crítico (CR); que agrupados se consideran en la categoría de especies amenazadas (**Fig.1**). Según los criterios establecidos por la UICN (UICN 2012), esta base de datos énfasis en su estado actual, y su tendencia poblacional categorizado como en aumento, sin cambios, en retroceso, y no observado. Un alto porcentaje de las especies identificadas en esta base de datos presenta la distribución oceánica cosmopolita, o con capacidad migratoria a las costas chilenas.

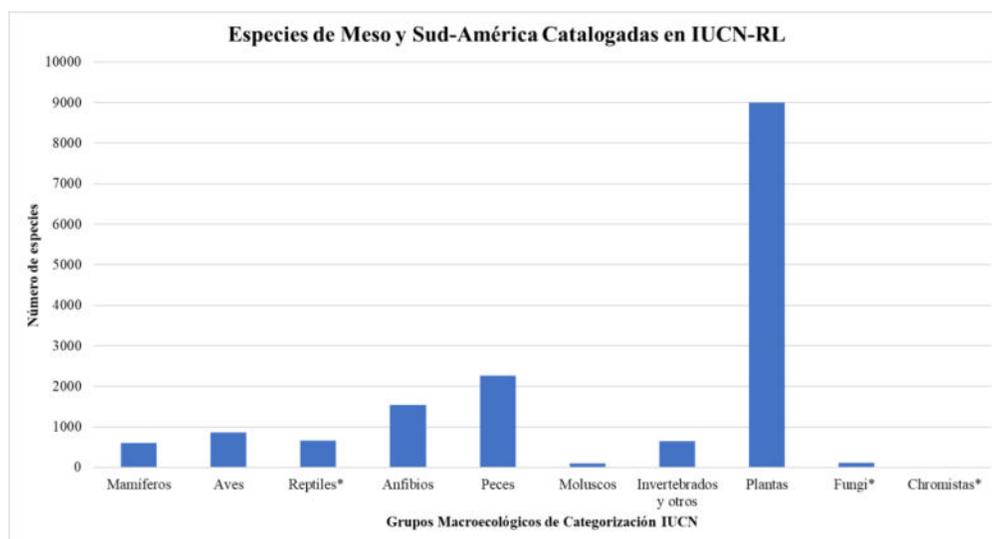


Figura 3. Número total de especies con categoría de conservación de la UICN para Meso y Sudamérica. Fuente: UICN.

La base de datos del Ministerio del Medio Ambiente de Chile (BD-MMA 2022, versión 17, <https://clasificacionespecies.mma.gob.cl/>), arrojó la identificación de 1455 especies, de las cuales alrededor de 100 especies están categorizadas para hábitats costeros marinos, de ese total 30 especies se encuentran en estado de Amenaza, bajo los criterios del RCE (Reglamento de clasificación de especies, ver MMA 2012), y el CAZA (Reglamento de ley de caza; ver SAG 2015). Identificándose a los grupos macroecológico en esta base de datos, por clase y distribución geográfica. Esta base de datos presenta una mayor diversidad de especies; sin embargo, se identifica que muchas especies de invertebrados y algas no se encuentran considerados, ya que no cuentan con categoría de conservación vigente a la fecha.

La consolidación de las bases de datos permitió identificar 70 especies que se registros de especies marinas costeras y oceánicas de la costa chilena continental, las cuales fueron agrupadas por ecorregión (**Fig.3**). Para la búsqueda de especies sensibles al cambio climático, sin categoría de conservación y bajo el umbral de la categoría de amenazadas (**Fig.1**), se consideraron para el registro 108 especies distribuidas en la costa chilena continental. En total, la base de datos considera cerca de 170 registros para el análisis de información relacionada.

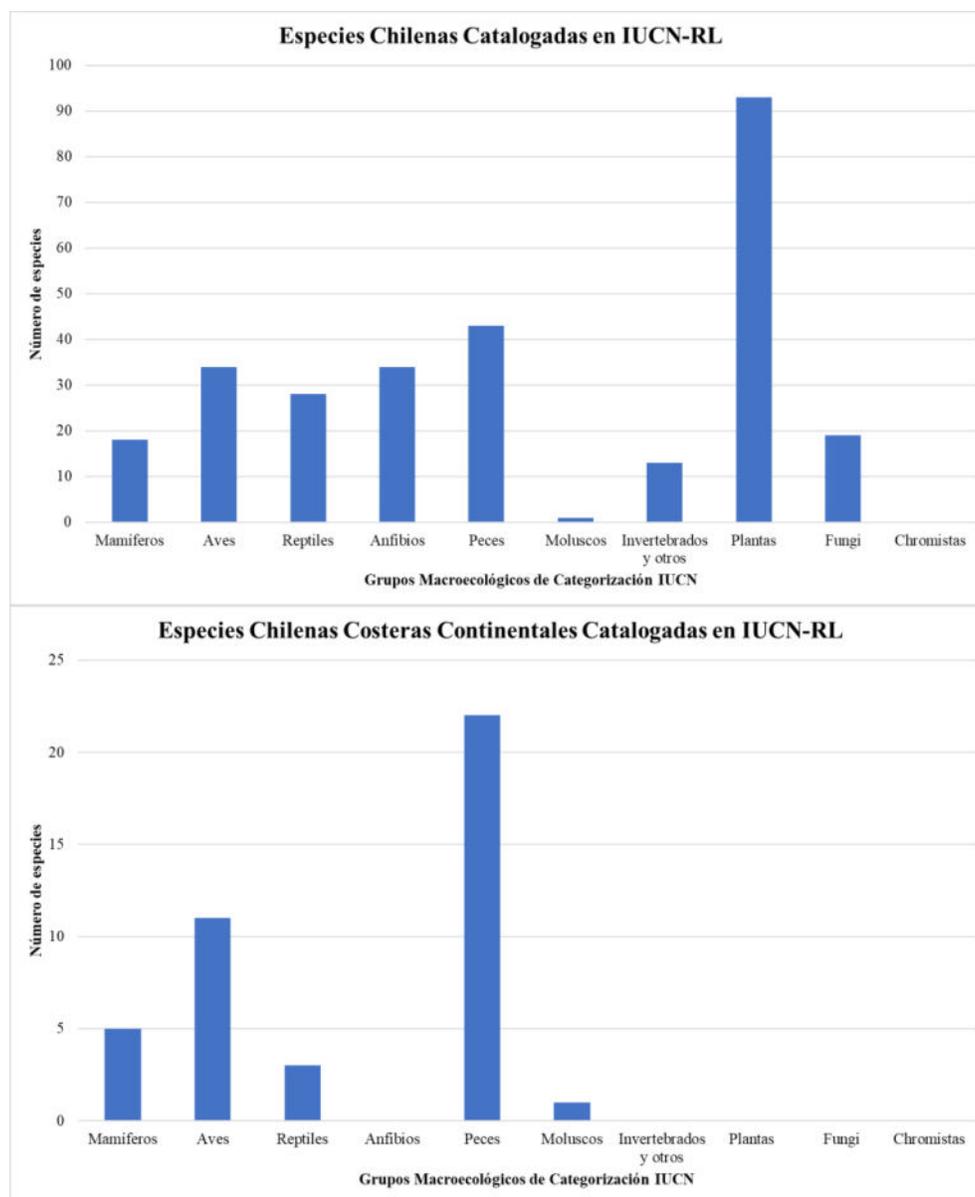


Figura 4. Número total de especies amenazadas con categoría de conservación de la UICN para A) Chile tricontinental, y B) Costa continental Sudamericana de Chile. Fuente:UICN.

Según el ranking (**Tab. 1**), cinco especies se consideran críticamente sensibles en las cuales corresponden a: El Tollo pintado (*Triakis maculata*) que habita zonas costeras de Chile, limítrofes con Perú en extremo de la macrozona norte; y el caracol de Paposo (Chilina angusta) que habita específicamente los humedales de la zona norte, en la localidad de Paposo. En la zona norte, casi al límite con la zona centro de Chile se ubican las praderas de pasto marino (*Zostera chilensis*), en la zona centro se encuentra el caracol de concha piramidal (*Chellius pyramidalis*); en la zona sur caracol costillado de Hualpén (*Pichikadi hualpensis*), y en el extremo austral la gorgona amarilla-roja (*Swiftia comauensis*). Otras 27 especies se consideran altamente sensibles, y otras 38 especies solo son sensibles.

El grupo macro taxonómico más amenazado corresponde a los peces, específicamente a los Condrictios, que además presentan una tendencia poblacional en disminución según la base de datos de conservación de la UICN; este grupo amenazado se distribuye principalmente en la provincia “cálida templada del sureste pacífico”, específicamente en las ecorregiones Humboldtiana, de Chile central, y Araucanía (Spalding et al. 2012; Ecorregiones #176, #177, #178 respectivamente). Luego le siguen las aves y los mamíferos que también se extienden por provincia “Magallánica”, comprendiendo también a las ecorregiones anteriormente mencionadas, extendiéndose hasta la ecorregión Chiloense y de los canales y fiordos del sur de Chile (Spalding et al. 2012; Ecorregiones #188, #187 respectivamente; **Fig. 5**).

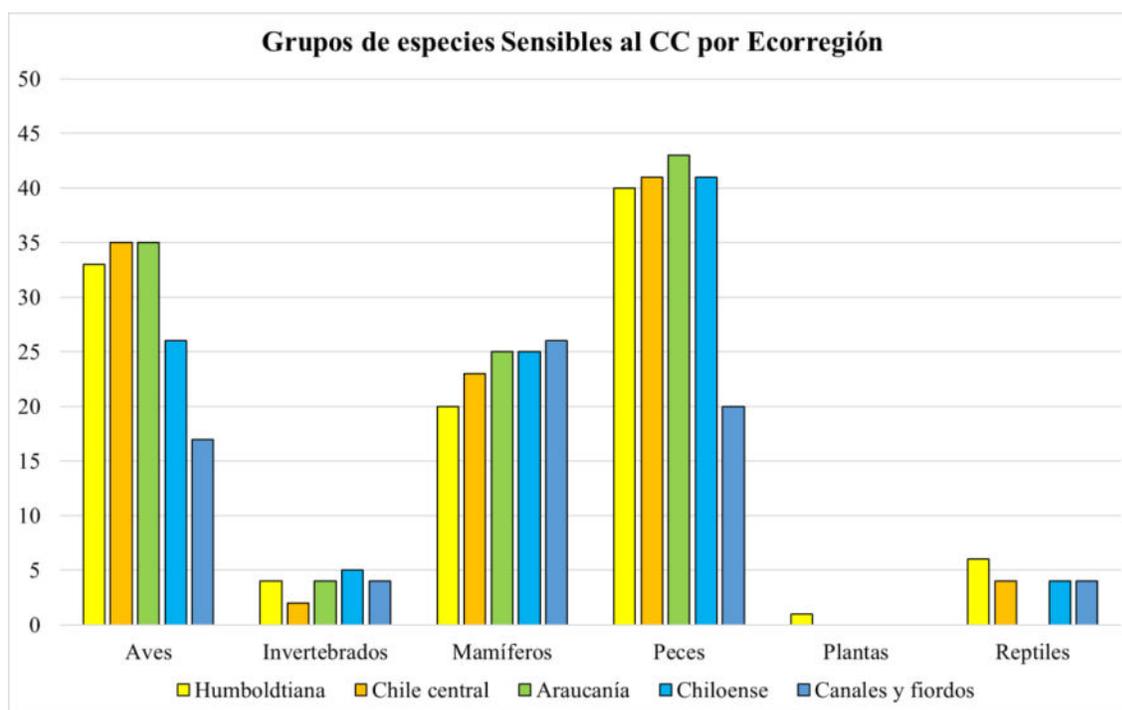


Figura 5. Sensibilidad de especies representada por su categoría por macro grupo taxonómico y distribución biogeográfica por ecorregión marina según Spalding et al. 2012. Fuente: base de datos UICN y MMA.

Tabla 1: Ranking de especies costeras de Chile continental sensibles a los efectos del cambio climático. Nota: Se consideran a las especies con ranking 1, 2, y 3 como especies “extremadamente sensibles” al cambio climático (color rojo oscuro); a las del ranking 4, 5, y 6 como especies “muy sensibles” al cambio climático (color rojo claro); y finalmente a las del ranking 7, y 8 como especies “sensibles” al cambio climático (color naranja). Fuente: base de datos IUCN y MMA. Fuente : Elaboración propia.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Agrupación de especies descripción simple	Ranking
<i>Chellius pyramidalis</i>	Caracol de concha piramidal	Invertebrados	1
<i>Pichikadi hualpensis</i>	Caracol costillado de Hualpén	Invertebrados	1
<i>Swiftia comauensis</i>	Gorgona amarilla-roja	Invertebrados	1
<i>Triakis maculata</i>	Tollo pintado	Peces	2
<i>Zostera chilensis</i>	Pasto marino	Plantas	3
<i>Galeorhinus galeus</i>	Tiburón Cazón, Tiburón aceitoso, Tollo	Peces	4
<i>Mustelus whitneyi</i>	Tollo común	Peces	4
<i>Sphyma mokarran</i>	Tiburón cabeza de martillo	Peces	4
<i>Squatina armata</i>	Angelote chileno	Peces	4
<i>Heleobia chimbaensis</i>	Caracol de vertiente	Invertebrados	5
<i>Aplochiton marinus</i>	Peladilla	Peces	6
<i>Aplochiton taeniatus</i>	Peladilla	Peces	6
<i>Balaenoptera borealis</i>	Ballena Sei	Mamíferos	6
<i>Balaenoptera musculus</i>	Ballena azul	Mamíferos	6
<i>Bathyraja griseocauda</i>	Raya gris	Peces	6
<i>Cephalorhynchus commersoni</i>	Tonina overa	Mamíferos	6
<i>Cetorhinus maximus</i>	Tiburón peregrino	Peces	6
<i>Diomedea sanfordi</i>	Albatros real del norte	Aves	6
<i>Diomedea sanfordi</i>	Albatros real del norte	Aves	6
<i>Dipturus chilensis</i>	Raya volántin	Peces	6
<i>Isurus oxyrinchus</i>	Tiburón Mako (de aleta corta), ó marrajo común	Peces	6
<i>Laterallus jamaicensis</i>	Pidencito	Aves	6
<i>Lontra felina</i>	Chungungo, nutria marina, gato de mar, chinchimén	Mamíferos	6
<i>Lontra provocax</i>	Huillín, Nutria de los ríos	Mamíferos	6
<i>Mobula tarapacana</i>	Manta chilena, manta comuda	Peces	6
<i>Mobula thurstoni</i>	Manta diablo	Peces	6
<i>Nycticryphes semicollaris</i>	Becacina pintada	Aves	6
<i>Oceanodroma markhami</i>	Golondrina de mar negra	Aves	6
<i>Pelecanoides garnotii</i>	Yunco	Aves	6
<i>Primnoella chilensis</i>	Látigo de mar	Invertebrados	6
<i>Rhincodon typus</i>	Tiburón ballena	Peces	6
<i>Sterna lorata</i>	Gaviotín chico	Aves	6
<i>Cephalorhynchus eutropia</i>	Delfín chileno	Mamíferos	7
<i>Chilina angusta / Heleobia chimbaensis</i>	Caracol de Paposo	Invertebrados	7
<i>Alopias vulpinus</i>	Tiburón zorro	Peces	8
<i>Ardenna bulleri</i>	Fardela de lomo gris	Aves	8
<i>Ardenna creatopus</i>	Fardela blanca	Aves	8
<i>Balaenoptera physalus</i>	Ballena de aletas ó Ballena Fin	Mamíferos	8
<i>Bathyraja albomaculata</i>	Raya de Lunares	Peces	8
<i>Carcharodon carcharias</i>	Tiburón blanco	Peces	8
<i>Caretta caretta</i>	Tortuga boba, Caguama, Cabezona	Reptiles	8
<i>Centroscyllium granulatum</i>	Tollo granulado	Peces	8
<i>Centroscymnus owstonii</i>	Zapata lija	Peces	8
<i>Chloephaga hybrida</i>	Caranca, caque, cauquén costero, cauquén blanco	Aves	8
<i>Cryphiops caementarius</i>	Camarón de río del norte	Invertebrados	8
<i>Dermodochelys coriacea</i>	Tortuga laud	Reptiles	8
<i>Diomedea epomophora</i>	Albatros real del sur	Aves	8
<i>Diomedea exulans</i>	Albatros viajero ó errante	Aves	8
<i>Erina antarctica</i>	Hidrocoral	Invertebrados	8
<i>Eudyptes chrysocome</i>	Pingüino de penacho amarillo	Aves	8
<i>Eudyptes chrysolophus</i>	Pingüino Macaroni	Aves	8
<i>Geotria australis</i>	Lamprea de bolsa	Peces	8
<i>Istiophorus platypterus</i>	Pez vela	Peces	8
<i>Lepidochelys olivacea</i>	Tortuga oliva	Reptiles	8
<i>Leucophaeus modestus</i>	Gaviota garuma	Aves	8
<i>Makaira nigricans</i>	Pez espada, Marlin azul	Peces	8
<i>Mola mola</i>	Pez luna	Peces	8
<i>Myliobatis chilensis</i>	Aguila de mar	Peces	8
<i>Myliobatis peruvianus</i>	Raya aguila	Peces	8
<i>Notorynchus cepedianus</i>	Tiburón pinto	Peces	8
<i>Oceanodroma hombyi</i>	Golondrina de mar de collar	Aves	8
<i>Oceanodroma tethys</i>	Golondrina de mar peruana	Aves	8
<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote	Mamíferos	8
<i>Pseudobatos planiceps</i>	Pez guitarra	Peces	8
<i>Pterodroma longirostris</i>	Petrel de Stejneger	Aves	8
<i>Spheniscus humboldti</i>	Pingüino de Humboldt	Aves	8
<i>Sphyma zygaena</i>	Tiburón martillo liso	Peces	8
<i>Thalassarche chrysostoma</i>	Albatros de cabeza gris	Aves	8
<i>Thalassarche salvini</i>	Albatros de Salvin	Aves	8
<i>Thunnus obesus</i>	Atún de ojos grandes	Peces	8

Para la identificación de especies no amenazadas, y sin categoría de conservación con sensibilidad al cambio climático (**Tab. 2**), se identificaron especies características de las costas chilenas, con información referente a amenazas provocadas por efecto directo del cambio climático. Aguilera et al. 2019 caracteriza a las especies más representativas de la zona costera desde la zona norte, centro y sur de Chile continental; caracterizando a las especies según sus hábitats de intermareal rocoso, playas de arena (complementado con la descripción de Jaramillo 1987, y Brazeiro 1999), y humedales costeros. Agrupando las especies según sus grupos ecológicos funcionales y estableciendo zonación intermareal de presencia y ausencia. Ibáñez et al. 2009 identifica a todos los cefalópodos conocidos para Chile, que, si bien no son endémicos, son de gran importancia ecosistémica y de interés comercial. Solo se consideran las especies más representativas y frecuentemente explotadas para integrar la base de datos. Otros autores proveen información independiente para especies muy puntuales (**ver anexos**).

Tabla 2. Especies no amenazadas, y sin categoría de conservación sensibles a los efectos oceanográficos, ecológicos y antrópicos.

Nombre especie	Macro grupo taxonómico	Descripción taxonómica	Temperatura	Salinidad	Acidificación	Disponibilidad sustrato	Enfermedades zoonóticas	Explotación humana
<i>Leptograpsus variegatus</i>	Invertebrados	Crustáceo	Si					No
<i>Orchestoidea tuberculata</i>	Invertebrados	Crustáceo	Si					Si
<i>Heterocarpus reedi</i>	Invertebrados	Crustáceo						Si
<i>Lithodes santolla</i>	Invertebrados	Crustáceo						Si
<i>Paralomis granulosa</i>	Invertebrados	Crustáceo						Si
<i>Cancer edwardsi</i>	Invertebrados	Crustáceo						Si
<i>Cervimunida Johni</i>	Invertebrados	Crustáceo						Si
<i>Pleuromcodes monodon</i>	Invertebrados	Crustáceo						Si
<i>Heliaspher hellianthus</i>	Invertebrados	Equinodermo						No
<i>Concholepas concholepas</i>	Invertebrados	Molusco	Si		Si			Si
<i>Acanthina monodon</i>	Invertebrados	Molusco	Si					Si
<i>Meyenaster gelatinosus</i>	Invertebrados	Equinodermo	Si					No
<i>Stichaster striatus</i>	Invertebrados	Equinodermo	Si					No
<i>Luidia magellanica</i>	Invertebrados	Equinodermo	Si					No
<i>Octopus mimus</i>	Invertebrados	Molusco	Si					Si
<i>Octopus mimus</i>	Invertebrados	Molusco	Si	Si				Si
<i>Dosidicus gigas</i>	Invertebrados	Molusco	Si	Si				Si
<i>Jehlius cirratus</i>	Invertebrados	Cirripedio	Si					No
<i>Perumytilus purpuratus</i>	Invertebrados	Mitilidos	Si		Si			No
<i>Anemonia alicemartinae</i>	Invertebrados	Anémona	Si					No
<i>Notochthamalus scabrosus</i>	Invertebrados	Cirripedio	Si					No
<i>Patalius mollis</i>	Invertebrados	Equinodermo	Si					Si
<i>Phymactis papillosa</i>	Invertebrados	Anémona	Si					No
<i>Semimytilus algosus</i>	Invertebrados	Mitilidos	Si					Si
<i>Austromegabalanus psittacus</i>	Invertebrados	Cirripedio	Si					Si
<i>Balanus fuscus</i>	Invertebrados	Cirripedio	Si					No
<i>Venus antiqua</i>	Invertebrados	Molusco						Si
<i>Tawera gay</i>	Invertebrados	Molusco						Si
<i>Mesodesma donacium</i>	Invertebrados	Molusco						Si
<i>Trochodon geversianus</i>	Invertebrados	Molusco						Si
<i>Ensis macha</i>	Invertebrados	Molusco						Si
<i>Argopecten purpuratus</i>	Invertebrados	Molusco	No					Si
<i>Chlamys vitrea</i>	Invertebrados	Molusco						Si
<i>Zygochlamys patagonica</i>	Invertebrados	Molusco						Si
<i>Austrochlamys natans</i>	Invertebrados	Molusco						Si
<i>Ostrea chilensis</i>	Invertebrados	Molusco						Si
<i>Mytilus chilensis</i>	Invertebrados	Mitilidos	No		Si			Si
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Invertebrados	Mitilidos	No					
<i>Echinolittorina peruviana</i>	Invertebrados	Molusco	Si					No
<i>Austrolittorina araucana</i>	Invertebrados	Molusco	Si					No
<i>Lottia orbigny</i>	Invertebrados	Molusco	Si					
<i>Siphonaria lessoni</i>	Invertebrados	Molusco	Si					
<i>Scurria viridula</i>	Invertebrados	Molusco	Si		Si	Si		
<i>Microlophus atacamensis</i>	Invertebrados	Reptil	Si					No
<i>Microlophus quadrivittatus</i>	Invertebrados	Reptil	Si					No
<i>Scurria zebra</i>	Invertebrados	Molusco	Si					
<i>Scurria variabilis</i>	Invertebrados	Molusco	Si		Si	Si		
<i>Scurria araucana</i>	Invertebrados	Molusco	Si					
<i>Chiton granosus</i>	Invertebrados	Molusco	Si					No
<i>Scurria ceciliania</i>	Invertebrados	Molusco	Si					
<i>Fissurella crassa</i>	Invertebrados	Molusco	Si					Si
<i>Enoplochiton niger</i>	Invertebrados	Molusco	Si					No
<i>Tetraogys niger</i>	Invertebrados	Equinodermo	Si					No
<i>Loxechinus albus</i>	Invertebrados	Equinodermo	Si					Si
<i>Fissurella limbata</i>	Invertebrados	Molusco	Si					Si
<i>Tequila atra</i>	Invertebrados	Molusco	Si					Si
<i>Prisoaster niger</i>	Invertebrados	Molusco	Si					Si
<i>Fissurella latimarginata</i>	Invertebrados	Molusco	Si					Si
<i>Fissurella picta</i>	Invertebrados	Molusco	Si					Si
<i>Nacella magellanica</i>	Invertebrados	Molusco	Si					
<i>Nacella deaurata</i>	Invertebrados	Molusco	Si					
<i>Acartia tonsa</i>	Invertebrados	Crustáceo			Si			
<i>Mesophyllum sp.</i>	Planta	Alga	Si					
<i>Lithophyllum sp.</i>	Planta	Alga	Si					
<i>Corallina officinalis</i>	Planta	Alga	Si					No
<i>Ulva rigida</i>	Planta	Alga	Si					No
<i>Ulva compressa</i>	Planta	Alga	Si					No
<i>Pyropia sp.</i>	Planta	Alga	Si					

<i>Bangia sp.</i>	Planta	Alga	Si					
<i>Ulothrix flacca</i>	Planta	Alga	Si					
<i>Pyropia sp.</i>	Planta	Alga	Si					
<i>Centroceras clavulatum</i>	Planta	Alga	Si					
<i>Polysiphonia sp.</i>	Planta	Alga	Si					
<i>Caulacanthus ustulatus</i>	Planta	Alga	Si					
<i>Petalonia fascia</i>	Planta	Alga	Si					
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	Planta	Alga	Si					
<i>Ceramium rubrum</i>	Planta	Alga	Si					
<i>Colpomenia sinuosa</i>	Planta	Alga	Si					
<i>Colpomenia trabeculata</i>	Planta	Alga	Si					
<i>Mazzaella denticulata</i>	Planta	Alga	Si					
<i>Glossophora kunthii</i>	Planta	Alga	Si					
<i>Mazzaella laminarioides</i>	Planta	Alga	Si					
<i>Gelidium chilense</i>	Planta	Alga	Si					Si
<i>Gelidium linguatum</i>	Planta	Alga	Si					Si
<i>Gelidium rex</i>	Planta	Alga	Si					Si
<i>Dicyyota dicotoma</i>	Planta	Alga	Si					
<i>Gelidium pseudointricatum</i>	Planta	Alga	Si					
<i>Mastocarpus latissimus</i>	Planta	Macroalga	Si					Si
<i>Sarcotialia crispata</i>	Planta	Alga						Si
<i>Gigartina skottsbergii</i>	Planta	Alga						Si
<i>Agarophyton chilaense (Gracilaria chilensis)</i>	Planta	Alga						Si
<i>Verrucaria sp.</i>	Planta	Alga	Si					
<i>Thelidium litoralis</i>	Planta	Alga	Si					
<i>Hildenbrandia lecanelleri</i>	Planta	Alga	Si					
<i>Ralfsia sp.</i>	Planta	Alga	Si					
<i>Codium bernabei</i>	Planta	Alga	Si					
<i>Ulvellia lens</i>	Planta	Alga	Si					
<i>Lessonia berteronana</i>	Planta	Macroalga	Si					Si
<i>Lessonia spicata</i>	Planta	Macroalga	Si					Si
<i>Macrocystis pyrifera</i>	Planta	Macroalga	Si					Si
<i>Durvillaea antarctica</i>	Planta	Macroalga	Si					Si
<i>Leucophaeus modestus</i>	Vertebrado	Ave	Si			Si		No
<i>Larus belcheri</i>	Vertebrado	Ave	Si			Si		No
<i>Larus dominicanus</i>	Vertebrado	Ave	Si			Si		No
<i>Haematopus ater</i>	Vertebrado	Ave	Si			Si		No
<i>Chroicocephalus maculipennis</i>	Vertebrado	Ave	Si			Si		No
<i>Pyura chilensis</i>	Vertebrado	Tunicado	Si					Si

4.2 Actualización del Plan oceanográfico de adaptación, el cual consiste en una actualización de informe SIOCC (Sistema integrado observación del océano; 2019).

De acuerdo con la magnitud de la tarea de diseñar, implementar y operar un sistema integrado de observación del océano, se elaboró una propuesta de pauta de trabajo con los aspectos clave que debería considerar la agencia pública implementadora elegida para desarrollar esta iniciativa en el país.

I. Antecedentes para el diseño e implementación de un sistema integrado de observación del océano para el monitoreo del cambio climático (SIOCC) en Chile.

Ficha descriptiva que define el objetivo estratégico del SIOCC, su alcance, resultados, socios estratégicos y aspectos del financiamiento.

OBJETIVO ESTRATÉGICO: Fortalecer la investigación científica para mejorar el conocimiento de los cambios de las condiciones oceanográficas en los escenarios de cambio climático y sus efectos en los componentes y servicios de los ecosistemas		
Alcance: Desarrollo de estudios aplicados para dimensionar y pronosticar los efectos del cambio climático en el océano y en los recursos naturales		
ANTECEDENTES INSTRUMENTOS	RESULTADOS E INDICADORES	FINANCIAMIENTO, IMPULSORES Y PLAZOS
<p>Descripción : Sistema integrado de observación en el océano chileno que proporcione, de forma rutinaria y continua, datos e información de relevancia y calidad sobre el estado actual y futuro de las condiciones oceanográficas en función de los escenarios de cambio climático</p>	<p>Resultados e impacto esperado: Establecimiento de un sistema de diagnóstico y pronóstico de los nuevos escenarios climáticos y su impacto en la productividad de los ecosistemas y especies marinas. Para fortalecer la seguridad alimentaria y mantener la sustentabilidad de las actividades económicas que dependen de los componentes y servicios del ecosistema.</p>	<p>Costo: En desarrollo</p>
<p>Objetivo específico: Estructurar un sistema sinóptico para predecir la variabilidad de las condiciones ambientales efecto sobre los ecosistemas y recursos pesqueros</p>	<p>Indicadores de seguimiento propuesto: En desarrollo</p>	<p>Soporte financiero: Fondos CORFO Fondo de innovación para la competitividad (FIC) Ley de pre supuesto de la agencia implementadora</p>
<p>Brechas: Falta de sistemas integrados de observación del océano con el objetivo de abordar de forma operacional el riesgo y la vulnerabilidad frente al cambio climático, utilizando información continua sobre el estado del océano y sus recursos.</p>	<p>Beneficiarios: Actividad portuaria Operadores turísticos Productores de cultivo de mitilidos y ostiones Pescadores de la pesca artesanal e industrial</p>	<p>Socios impulsores y estratégicos: • COPAS costal UDEC • SUBPESCA • GOREs • IFOP • Ministerio de ciencia y tecnología • Ministerio de medio ambiente • CORFO</p>
<p>Políticas, Planes y Programas vigentes que apalancan la acción: • Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático • Planes sectoriales de adaptación al Cambio Climático • Planes Regionales de Adaptación al Cambio Climático</p>		<p>Periodo de ejecución de la acción: Programa anual permanente</p>

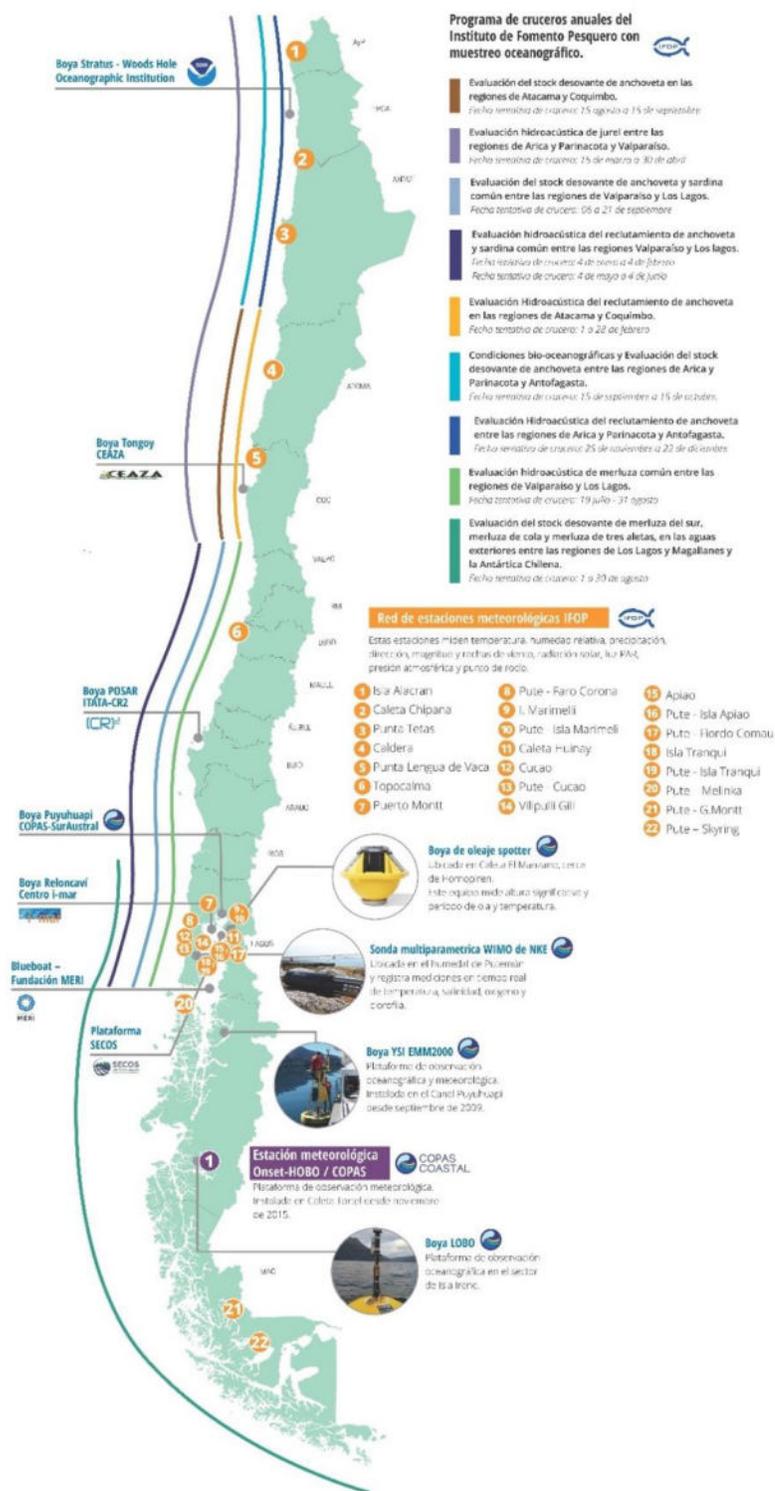


Figura 6 Descripción de las plataformas de recolección de datos oceanográficos e instrumentos que operan en la observación del océano y meteorología en Chile. Fuente: Elaboración propia.

Preguntas de trabajo para desarrollar los objetivos, su descripción, indicadores y operación del SIOOC en su versión actualizada.

1. ¿Cuál es el propósito principal del sistema de observación del océano?
2. ¿Cuál es el alcance geográfico del sistema de observación?
3. ¿Qué variables oceánicas y climáticas se deben medir y monitorear? Algunas posibles variables incluyen la temperatura del agua, los patrones de corrientes, la salinidad, los niveles de oxígeno disuelto, la concentración de nutrientes, la biodiversidad microbiana, entre otros.
4. ¿Qué tipo de tecnologías se utilizarán para la recopilación de datos? Algunas posibles incluyen boyas de observación, boyas oceanográficas autónomas (argo), satélites, vehículos submarinos autónomos (AUV), radares costeros, estaciones meteorológicas.
5. ¿Cómo se recopilarán los datos y con qué frecuencia se realizarán las mediciones?
6. ¿Cómo se almacenarán y procesarán los datos recopilados?
7. ¿Cómo se accederá y compartirá la información obtenida a través del sistema de observación? ¿Se creará una plataforma en línea para que los investigadores, científicos y responsables de la toma de decisiones puedan acceder a los datos y análisis?
8. ¿Cuáles son los desafíos técnicos, logísticos y financieros asociados con la actualización del plan de sistema de observación del océano?
9. ¿Qué coordinación y alianzas se pueden establecer con instituciones científicas, agencias gubernamentales, organizaciones no gubernamentales u otros actores relevantes que estén observando el océano?
10. ¿Cuál es el plan de seguimiento y evaluación del sistema de observación del océano?

II. Componentes de gobernanza para un sistema integrado de observación del océano aplicado al monitoreo del cambio climático

Autoridad Coordinadora: Se debe establecer una autoridad central que tenga la responsabilidad de coordinar y supervisar el sistema de observación del océano. Esta autoridad podría ser un organismo gubernamental, como un ministerio o una agencia específica, con experiencia en temas marinos y cambio climático. Su papel sería liderar la implementación del sistema, establecer políticas, asignar recursos y promover la colaboración entre los diferentes actores involucrados.

Comité Directivo: Se debe crear un comité directivo interdisciplinario y multisectorial que incluya representantes de los sectores gubernamentales, académicos y de la sociedad civil. Este comité sería responsable de la toma de decisiones estratégicas, la definición de prioridades y la coordinación de las actividades del sistema de observación. Su función sería garantizar una gobernanza participativa, asegurando que los participantes estén representados en la toma de decisiones.

Colaboración Interinstitucional: Es fundamental establecer mecanismos de colaboración entre las instituciones relevantes a nivel nacional, como ministerios relacionados con el medio ambiente, la pesca y la investigación científica, así como organizaciones científicas, académicas y la industria marítima. Se deben fomentar alianzas estratégicas y acuerdos de colaboración para compartir recursos, conocimientos y tecnologías, y evitar la duplicación de esfuerzos.

Marco Normativo: Es necesario desarrollar un marco normativo claro que respalde la implementación y operación del sistema de observación. Esto puede incluir leyes y regulaciones relacionadas con la recolección, gestión y uso de datos, la protección de la propiedad intelectual, la privacidad y la seguridad de la información, entre otros aspectos. El marco normativo debe estar alineado con los estándares internacionales.

Financiamiento Sostenible: Es fundamental asegurar un financiamiento sostenible a largo plazo para el sistema de observación del océano. Esto puede incluir una combinación de financiamiento público y privado, así como la búsqueda de fondos internacionales y la cooperación con otros países y organizaciones. Se deben establecer mecanismos claros para la asignación de recursos y la rendición de cuentas en la utilización de los fondos.

Transparencia y difusión de resultados.

Promover la difusión y transparencia de los resultados obtenidos a través del sistema de observación. Esto implica poner a disposición del público la información recopilada en plataformas y sitios web pertinentes y la traducción de la información para uso societal.

Preguntas de trabajo para la gobernanza del sistema integrado de observación del océano.

1. ¿Cuáles son los objetivos y metas de la gobernanza del sistema de observación del océano?
2. ¿Qué actores deben participar en la gobernanza del sistema? ¿Incluye a agencias gubernamentales, instituciones científicas, organizaciones no gubernamentales, comunidades locales, industrias y otros grupos de interés relevantes? ¿Cómo se fomentará la participación inclusiva y equitativa de estos actores?
3. ¿Cuál será el marco legal y regulatorio para la gobernanza del sistema? ¿Existen regulaciones existentes que se pueden adaptar o se requerirá la creación de nuevas leyes y políticas? ¿Cómo se abordarán los desafíos de coordinación entre las diferentes jurisdicciones y niveles de gobierno?
4. ¿Cómo se establecerán los mecanismos de coordinación y colaboración entre los actores involucrados? ¿Se requerirá la creación de un comité directivo, un grupo de trabajo o una red de colaboración? ¿Cómo se tomarán las decisiones y se asignarán las responsabilidades?
5. ¿Cómo se garantizará la calidad, integridad y disponibilidad de los datos recopilados a través del sistema de observación? ¿Existirán estándares y protocolos para la recolección, almacenamiento y compartición de datos? ¿Cómo se abordarán los problemas de acceso y uso compartido de datos?
6. ¿Qué mecanismos se establecerán para la comunicación y divulgación de los resultados y hallazgos del sistema de observación del océano? ¿Cómo se asegurará la transferencia efectiva de conocimientos científicos a los responsables de la toma de decisiones, el público en general y otras partes interesadas?
7. ¿Cuál será el marco financiero para la gobernanza del sistema? ¿Cómo se asegurará la sostenibilidad financiera a largo plazo? ¿Se explorarán fuentes de financiamiento múltiples, como fondos públicos, donaciones, asociaciones público-privadas u otros mecanismos?
8. ¿Cómo se evaluará y supervisará la efectividad de la gobernanza del sistema de observación del océano?
9. ¿Cómo se abordarán los aspectos éticos y legales relacionados con la gobernanza del sistema de observación?

III. Lecciones aprendidas en sistemas de observación del océano internacionales

Programa de Observación del Océano Austral (SOOS, por sus siglas en inglés):

Programa internacional para la observación del Océano Austral. Es necesario combinar diferentes plataformas de observación, como boyas, buques y satélites, para obtener una cobertura más completa. Además, han destacado la importancia de la colaboración internacional y la necesidad de un financiamiento sostenible para mantener las operaciones a largo plazo.

Sistema de Observación Oceánica Integrada en Europa (EuroGOOS):

EuroGOOS es una red de observación del océano en Europa. Es clave la estandarización de los datos, la armonización de las metodologías de medición, la coordinación efectiva entre las diferentes instituciones y actores incumbentes y el involucramiento de los usuarios finales en la planificación y diseño del sistema de observación.

Integrated Marine Observing System (IMOS) en Australia:

IMOS es un programa nacional en Australia de observación del océano en diferentes regiones. Es esencial establecer una gobernanza clara y efectiva, con roles y responsabilidades definidos para las instituciones involucradas, la integración de datos y la colaboración con otras disciplinas científicas, como la meteorología y la climatología, para obtener una imagen más completa del sistema oceánico y su respuesta al cambio climático.

Sistema de Observación del Océano Pacífico Tropical (TPOS, por sus siglas en inglés):

El TPOS es un programa multinacional regional centrado en el Pacífico tropical (entre 10° norte -10°sur). La cooperación internacional es fundamental para la implementación exitosa de un sistema de observación en una región vasta y diversa y la formación de capacidades locales para operar y mantener las plataformas de observación de manera sostenible.

IV. Aspectos críticos en la operación de un sistema de observación del océano para el monitoreo del cambio climático.

Diseño y planificación: Identificación de los objetivos de monitoreo, determinar las variables y parámetros claves a medir, seleccionar las plataformas de observación apropiadas, definir las ubicaciones estratégicas para la recolección de datos, cobertura espacial y temporal, la calidad de los datos, los recursos disponibles y las necesidades científicas.

Selección de instrumentación: La elección de los instrumentos de medición es fundamental para obtener datos precisos y confiables. Se deben seleccionar instrumentos calibrados y validados. Se debe considerar la compatibilidad de los instrumentos con las plataformas de observación y la capacidad de registro de datos en tiempo real.

Calibración y mantenimiento: Los instrumentos de medición deben ser calibrados regularmente para garantizar su precisión y confiabilidad. Establecer procedimientos y protocolos de calibración, contar con personal capacitado, programas de mantenimiento de los instrumentos y plataformas de observación para garantizar su buen funcionamiento a lo largo del tiempo.

Recolección y gestión de datos: La recolección de datos debe ser sistemática y planificada. Se deben establecer protocolos de recolección de datos para garantizar la coherencia y consistencia en todas las mediciones. Es esencial contar con sistemas eficientes de gestión de datos, que incluyan la estandarización, el almacenamiento seguro y validación de la información recolectada.

Cooperación y colaboración: El monitoreo del cambio climático en el océano requiere la colaboración entre diferentes actores, incluidas instituciones gubernamentales, de investigación, internacionales y grupos de interés. La cooperación permite compartir recursos, conocimientos y experiencia, y garantiza la complementariedad de los esfuerzos de observación. La colaboración también es importante para abordar desafíos comunes y promover la armonización de metodologías y estándares.

4.3 Actualización de plan nacional de pesca y acuicultura (MMA).

Los antecedentes analizados y la propuesta para la actualización del plan nacional de adaptación al cambio climático en pesca y acuicultura es la siguiente:

1. Estado de avance de la aplicación del PACCPA 2015-2020

En función del análisis descrito del cumplimiento de las 29 acciones de adaptación del PACCPA 2015 -2020, se han estructurado las siguientes recomendaciones:

I. Enfoque ecosistémico, enfoque precautorio de la pesca y planificación espacial marina.

En este ámbito, se ha avanzado significativamente en el monitoreo de las especies asociadas a la pesca (fauna acompañante y especies incidentales). No obstante, se requiere incorporar en los planes de manejo de las pesquerías el enfoque ecosistémico y la variable cambio climático como una forma de contribuir a la resiliencia de los ecosistemas marinos en las cuales se realiza la pesca y en la planificación espacial marina. Esta visión sistémica y geográfica contribuye a que la explotación de las especies objetivo de la pesca, se realice en forma precautoria para evitar dañar la estructura y organización de los ecosistemas, evitando desequilibrios y manteniendo su salud. A fin de reducir el riesgo frente al cambio climático disminuyendo la sensibilidad de la actividad de pesca.

II. Investigación para el cambio climático:

Se requiere avanzar en la implementación de una red nacional de monitoreo y observación de la biodiversidad marina.

Complementariamente, se requiere avanzar en el desarrollo de la oceanografía operacional en la costa nacional que implica mantener el monitoreo del océano y la difusión de la información con el objetivo de:

- Suministrar una predicción continua de las futuras condiciones del mar con la mayor antelación y la descripción más precisa posible, desde el punto de vista utilitario, del estado actual del mar.
- Reunir datos climáticos a largo plazo que suministrarán la información necesaria para describir estados pasados.
- Consolidar series de tiempo que muestren las tendencias y cambios.

En el ámbito de la acuicultura marina se requiere:

- Desarrollar iniciativas tendientes a la identificación de nuevas especies de acuicultura y ampliar la investigación e la potencialidad de el co-cultivo entre algas y moluscos como una estrategia para el cultivo en nuevos escenarios modulados por el cambio climático.
- Incorporar la variable del cambio climático a los programas que ejecuta el Instituto Fomento Pesquero (IFOP) en los ámbitos del seguimiento de la disponibilidad de larvas de choritos para la captación natural; el seguimiento integral (abundancia y toxinas) de las floraciones algales nocivas.

|

III. Se requiere incrementar el esfuerzo de difundir y comunicar el riesgo de los efectos del cambio climático para el desarrollo productivo de la pesca y acuicultura, a través de todos los niveles involucrados privado y público.

Es necesario, desarrollar estrategias de comunicación que permitan traducir la información científica y los alcances del riesgo del cambio climático para la pesca y acuicultura. Se debería utilizar para este fin un “lenguaje efectivo”, es decir con expresiones y medios audio visuales que faciliten la comprensión de este fenómeno.

IV. Marco normativo, político y administrativo.

Es necesario realizar modificaciones legales para que el Enfoque Ecosistémico en la Pesca pueda contribuir como un instrumento de gestión para mejorar la resiliencia de los ecosistemas a los efectos del cambio climático en la pesca y acuicultura.

Respecto del enfoque ecosistémico, la FAO (2016) determinó que lo descrito en la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA) no cumple con los estándares internacionales en dos aspectos:

El principio atiende solo a la “interrelación de especies predominantes en un área determinada” y la recomendación es emplear un enfoque integrado al manejo de las pesquerías. No incorpora la dimensión social, económica, de interrelaciones ecológicas e institucionales.

Principales amenazas climáticas, impactos y brechas identificadas para la pesca y la acuicultura

Amenazas

- Aumento o disminución significativa de la temperatura
- Cambio en el régimen de precipitaciones
- Cambio en los regímenes de vientos y corrientes marinas
- Disminución de la concentración de oxígeno disuelto
- Acidificación del agua.

Impactos

- Desplazamiento de stocks de pesca y aumento de la mortalidad de organismos cultivados (por ej., moluscos).
- Aumento del número de “zonas muertas” en el océano por la desoxigenación
- Aumento de frecuencia e intensidad de FAN.
- Cambios en la estabilidad de los suministros afectada por irregularidades estacionales y la variabilidad en la productividad de los ecosistemas.
- Aumento en la frecuencia e intensidad de marejadas.

Brechas.

- Gobernanza débil e insuficiente en la gestión sectorial para enfrentar la emergencia climática que afecta a la pesca y la acuicultura.
- Incertidumbre de las tendencias de la magnitud y consecuencias de las amenazas e impactos sobre la pesca y la acuicultura en los escenarios futuros de CC.
- Débil comunicación de las amenazas y los riesgos de impactos en la sostenibilidad de la pesca y la acuicultura.

En el contexto descrito, se consideraron los siguientes aspectos de referencia para la elaboración específica de los objetivos y acciones:

- Reducir el riesgo de la pesca y la acuicultura frente al cambio climático.
- Contribuir a la sustentabilidad de las pesquerías y la acuicultura.
- Coordinación con LGPA y otras políticas y regulaciones relevantes (Estrategia Climática de Largo Plazo, Política Nacional de Uso del Borde Costero).
- Marco normativo pertinente, oportuno y flexible.
- Creación/fortalecimiento de capacidades, estructura y ejecución.
- Integrar enfoque de género, aspectos de interculturalidad entre/con pueblos originarios y comunidades costeras (en forma transversal).

Directrices para el diseño de los objetivo general y específicos del PACCPA 2023-2028

Para la estructuración del PACCPA 2023- 2027 y particularmente en la definición de su Objetivo general y Específicos, se consideraron la tipología de directrices recomendadas por Aldunce y Vicuña (2019).

Incorporación de procesos participativos en el diseño, implementación y seguimiento del PACCPA.

Incorporación del manejo con enfoque ecosistémico y la gobernanza participativa orientadas a mejorar la resiliencia a los impactos del cambio climático de los ecosistemas y la sustentabilidad de sus servicios ambientales que aprovechan las pesquerías y la acuicultura.

Actualización y ampliación de los análisis de amenazas y riesgos asociados al cambio climático de los ecosistemas y recursos a una escala espacial costera que permita la implementación oportuna de estrategias de adaptación.

Fortalecimiento de la participación de distintos actores sociales en todos los niveles administrativos del territorio costero, con énfasis en el nivel local y sus comunidades, que representan la primera línea en sufrir los impactos y requieren adaptarse al cambio climático.

Implementación de las medidas de adaptación con una estrategia robusta y consistente a distintos niveles de incertidumbre en escenarios futuros, incluyendo el diseño de medidas asociadas a la protección o restauración de ecosistemas para asegurar los servicios ambientales que proveen.

Propuesta de plan

Objetivo general del PACCPA 2023-2028

Fortalecer la capacidad de adaptación de la pesca y acuicultura para responder a los impactos del cambio climático

1. Considerando los enfoques precautorio y ecosistémico.
2. Con enfoque inclusivo y multidisciplinario.
3. Correlacionado con la conservación de los ecosistemas y su uso sostenible para aminorar riesgos y aprovechar las oportunidades CC.
4. Para responder a los desafíos climáticos.
5. Para incrementar la resiliencia de los ecosistemas marinos y de las comunidades costeras y disminuir su vulnerabilidad frente a los impactos adversos del CC.

Objetivo Específico 1.

Fortalecer el marco político, normativo, y administrativo, para abordar eficaz y eficientemente los desafíos y oportunidades de adaptación sectorial al cambio climático a nivel nacional, regional y local en un contexto de emergencia climática

1. Armonizar normas y procesos administrativos.
2. Fortalecer la coordinación intra- e intersectorial.
3. Fortalecer y consolidar el GTA de la SUBPESCA para priorizar iniciativas de investigación vinculada a la variabilidad y al CC.
4. Colaborar en el diseño, implementación y financiamiento incremental y permanente del monitoreo de los sistemas acuáticos incluyendo los recursos, aspectos ambientales, económicos y sociales.
5. Promover un sistema de información de acceso público, transparente, actualizado en relación con el ítem anterior.
6. Integrar la adaptación al CC en el proyecto de cooperación interinstitucional, Subpesca, Sernapesca y la FAO para formulación de una estrategia y plan de acción para combatir la pesca ilegal.
7. Establecer un programa de capacitación de funcionarios públicos sobre adaptación de la pesca y acuicultura al cambio climático.
8. Integrar la adaptación al CC en los planes de manejo de las AMPs del Estado y en las acciones de protección de especies acuáticas que le atañe al sector.

Objetivo Específico 2.

Promover la implementación del enfoque precautorio y ecosistémico en la pesca y acuicultura, para mejorar la resiliencia frente al CC de los ecosistemas acuáticos y de las comunidades cuya economía depende de su productividad.

1. Integrar la adaptación al CC en los planes de manejo con enfoque ecosistémico y territorial.
2. Fortalecer estrategias y acciones de observación con monitoreo electrónico para complementar el programa de observadores científicos y reducir el descarte y la pesca incidental.
3. Promover/articular la planificación espacial marina (PEM), basada en riesgos.
4. Facilitar la implementación de estándares de sustentabilidad factibles de ser certificados en la pesca y la acuicultura.
5. Promover la restauración ecológica de ecosistemas bentónicos que sustentan pesquerías artesanales y actividades acuícolas de Chile para incrementar su resiliencia al CC.

Objetivo Específico 3.

Fomentar la investigación científica para mejorar el conocimiento sobre el impacto del CC en los servicios ecosistémicos en los cuales se sustenta la actividad de la pesca y de la acuicultura.

1. Promover estudios e implementación de normas ambientales secundarias en ambientes marinos.
2. Promover estudios sobre el impacto del CC en mamíferos marinos, aves y tortugas marinas en la costa chilena.
3. Promover estudios para identificar “áreas refugio” para recursos hidrobiológicos.
4. Promover análisis y gestión de riesgos de la pesca y la acuicultura frente al CC
5. Recopilar, sistematizar y promover estudios sobre el impacto del CC en recursos hidrobiológicos en Chile, con énfasis en los “recursos olvidados”.
6. Promover estudios que discriminen efectos del CC con la sobreexplotación y/o efectos sinérgicos entre ambos procesos.
7. Integrar la adaptación al CC en los planes de producción de semillas claves para la acuicultura nacional.
8. Promover la evaluación de especies de interés para la acuicultura con atributos / características resilientes frente diferentes escenarios climáticos.
9. Promover estudios sobre los efectos del CC en las actividades de acuicultura desarrolladas en espacios fluviales y lacustres.
10. Promover la elaboración de un catastro de especies cultivadas y las enfermedades, parásitos y plagas asociadas que pueden incrementarse con el CC.

Objetivo Específico 4.

Fomentar la difusión y la participación informada de los actores de los territorios costeros con programas de educación sobre los impactos del cambio climático y los costos de inacción, en la pesca y acuicultura.

1. Campaña comunicacional sobre los impactos del cambio climático en la P y A (diferenciados por género) y los principales costos de inacción.
2. Promover la implementación de programas de educación ambiental y CC, con foco en liceos técnicos y escuelas rurales.
3. Promover programas de capacitación a comunidades locales costeras, con consideración al enfoque de género.
4. Capacitación para actores territoriales relevantes sobre las plataformas de información (ARCLIM) sobre los efectos de cambio climático en pesca y acuicultura por zona, identificando los principales costos de inacción bajo diferentes escenarios climáticos.
5. Apoyar la participación informada y efectiva de las comunidades costeras, pesqueras y acuícolas en procesos de planificación territorial.

Objetivo Específico 5.

Desarrollar medidas de adaptación directas en los territorios costeros tendientes a reducir riesgos y vulnerabilidad frente al impacto del cambio climático en las actividades de pesca y acuicultura.

1. Fomentar la diversificación productiva y de servicios, en contextos de largo plazo (cambio cultural).
2. Diseñar e implementar estrategias y planes de turismo sustentable en caletas pesqueras seleccionadas.
3. Implementar sistema de monitoreo de temperatura en flotas artesanales pesqueras y en sistemas de cultivo de pequeña escala, a lo largo de Chile.
4. Promover la adaptación de la infraestructura portuaria de la pesca artesanal a los posibles impactos del cambio climático.
5. Fortalecer la implementación de técnicas de recirculación de agua en acuicultura dulceacuícola.
6. Fomentar consumo humano de productos pesqueros y acuícolas.
7. Promover el valor agregado en los recursos de la pesca y acuicultura artesanal.
8. Promover programas de economía circular en pesca artesanal y APE.

4.4 Análisis e integración de las estrategias y los planes de adaptación existentes a nivel nacional y latinoamericanos de america del sur en la cuenca de océano pacífico.

En la **Figura 7**, se describen las principales acciones de los países de américa central y del sur con costa en el océano Pacífico en función de las estrategias y planes de gestión para la conservación y adaptación al cambio climático para la biodiversidad de los países descritos.



Chile

- ✔ Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030.
- ✔ Plan de adaptación al cambio climático en biodiversidad.

Acciones:

- ✔ Desarrollar mecanismos institucionales para la investigación, monitoreo y evaluación del estado de la biodiversidad marina y costera del país.
- ✔ Aplicar mecanismos públicos y privados para la valoración y promoción de los conocimientos y/o prácticas sustentables de ecosistemas y biodiversidad marina y costera.
- ✔ Implementar un programa permanente de educación y difusión pública en materias de conservación.
- ✔ Desarrollar el inventario de ecosistemas marinos del país según estado de conservación.
- ✔ Integrar los intereses de las comunidades locales, comunidades indígenas y otros actores interesados en las decisiones de conservación de la biodiversidad marina.
- ✔ Implementar un programa de fortalecimiento institucional y creación de capacidades en materias de conservación marina.
- ✔ Definir, en acuerdo con los organismos competentes, objetivos de biodiversidad zonificados para la Zona Económica Exclusiva (ZEE) y Borde Costero, para ser considerados en los instrumentos de planificación contemplados en la zonificación del Borde Costero y programas.
- ✔ Fortalecer el marco regulatorio e implementar una red de áreas marinas protegidas manejado de manera eficaz y efectiva.



Perú

- ✔ Estrategia Nacional de Biodiversidad de Diversidad Biológica al 2021.

Acciones:

- ✔ Impulsar experiencias de cogestión de áreas de importancia ecológica marino costeras con participación activa de asociaciones locales de pescadores, empresas y actores claves.
- ✔ Plan nacional de comunicaciones y educación sobre la diversidad biológica que considere actividades para mejorar la conciencia y la valoración de los peruanos, con énfasis en las especies marino costeras amenazadas.
- ✔ Divulgación del conocimiento sobre el estado de la diversidad biológica marino costera del Perú mediante la elaboración de informes nacionales.
- ✔ Inventario nacional de la diversidad biológica marino costera.



Ecuador

- ✔ Estrategia Nacional de Biodiversidad 2015-2020.

Acciones:

- ✔ Fortalecimiento de las capacidades de adaptación frente al cambio climático mediante un manejo integral de la franja Marino - Costera.
- ✔ Fortalecimiento de las capacidades de adaptación frente al cambio climático en la franja marino-costera.
- ✔ Conservación de la biodiversidad marina y costera del Ecuador (red de áreas protegidas).
- ✔ Manejo integrado de espacios marinos y costeros de alto valor para la biodiversidad en el Ecuador continental (manglares y pesquerías).
- ✔ Conservación de los manglares en el paisaje del Pacífico Este Tropical.
- ✔ Fortalecimiento de áreas protegidas marino costeras y corredores de conservación para la protección de megafauna marina y medios de vida sostenibles (planes de manejo, difusión, monitoreo).
- ✔ Aumento del territorio marítimo - costero continental bajo conservación o manejo ambiental (ampliación delimites, ajustes cartográficos y recategorización de AMP).
- ✔ Programas específicos de especies en peligro (pingüino de Galápagos, Comorán no volador, Albatros, Petreles, Tortugas marinas, Tiburones).
- ✔ Caracterización y conservación de ecosistemas marinos.



Colombia

- ✔ Política nacional para la gestión de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.

Acciones:

- ✔ Fortalecimiento de las capacidades de los administradores de las zona costeras reducción del riesgo asociado al aumento del nivel del mar por CC (Adaptación-climares).
- ✔ Incremento en un 15% el porcentaje de ecosistemas o unidades de análisis ecosistémicos no representados o subrepresentados incluidas en el SINAP-Colombia.



México

- ✔ Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018.
- ✔ Estrategia Nacional de Cambio Climático 2013-2018.
- ✔ Estrategia Nacional sobre biodiversidad de Mexico y Plan de Acción 2016-2030.

Acciones:

- ✔ Planes de adaptación específicos para la biodiversidad, para conservación de ecosistemas (manglares y selva tropical).
- ✔ Establecer refugios pesqueros que apoyen la sostenibilidad de la producción y equilibrio del ecosistema, considerando variables de cambio climático en su manejo.
- ✔ Coordinar y consolidar el programa de restauración de arrecifes de coral integrando consideraciones de cambio climático.



Guatemala



El Salvador



Honduras



Nicaragua

- ✔ Plan nacional de adaptación al cambio climático de Honduras 2018.
- ✔ Estrategia Nacional de Biodiversidad El Salvador 2013.
- ✔ Estrategia Nacional de Biodiversidad y su plan de acción Nicaragua 2015-2020.
- ✔ Plan de Acción Nacional de Cambio Climático Guatemala 2016.

Acciones:

- ✔ Iniciativa Regional Conservación de Biodiversidad y Adaptación al Cambio Climático en Ecosistemas Prioritarios (ICCA). Protección de corredores biológicos y la gestión de áreas protegidas.
- ✔ Plan para la reducción de la vulnerabilidad e impactos del cambio climático sobre la biodiversidad y servicios ecosistémicos en el litoral Pacífico de Guatemala.



Costa Rica

- ✔ Estrategia y plan de acción para la adaptación y plan de acción para la adaptación del sector biodiversidad de Costa Rica al cambio climático (2015-2025).

Acciones:

- ✔ Programa BIOMARCC- 2014 Biodiversidad marino-costera de Costa Rica - Desarrollo de capacidades y adaptación al cambio climático.

Instrumentos de gestión y acciones de adaptación al cambio climático en biodiversidad de países de América central y Latinoamericanos con costa en el Océano Pacífico.

Figura 7. Identificación de las estrategias y planes de acción en biodiversidad para su conservación y adaptación al cambio climático de los países de América central y del sur en el Océano Pacífico. Fuente: Elaboración propia.

En este contexto, se describen a continuación acciones relevantes derivadas de los las estrategias y planes más relevantes para la conservación marina de cada país:

México:

- i. Implementación de estrategias de conservación y restauración de manglares y arrecifes de coral.
- ii. Promoción de prácticas sostenibles en la pesca y acuicultura para reducir la presión sobre las poblaciones marinas.
- iii. Establecimiento de áreas marinas protegidas para conservar la biodiversidad marina

Guatemala:

- i. Desarrollo de planes de manejo para áreas costeras y marinas protegidas.
- ii. Fomento de la pesca artesanal sostenible y la diversificación de fuentes de ingresos para las comunidades costeras.
- iii. Implementación de medidas de adaptación en los sistemas de producción agrícola cercanos a la costa para reducir la erosión y la contaminación.

Nicaragua:

- i. Promoción de prácticas agrícolas y ganaderas resilientes al clima en áreas costeras.
- ii. Restauración de manglares y otros ecosistemas costeros para proteger contra inundaciones y mejorar la biodiversidad.
- iii. Desarrollo de estrategias de gestión costera integral.

Honduras:

- i. Fortalecimiento de la capacidad de las comunidades pesqueras para enfrentar impactos climáticos.
- ii. Establecimiento y gestión de áreas marinas protegidas para la conservación de especies y hábitats marinos.
- iii. Desarrollo de planes de reforestación y restauración de manglares y humedales costeros.

El Salvador:

- i. Implementación de estrategias para la gestión sostenible de recursos marinos y costeros.
- ii. Promoción de prácticas agrícolas y ganaderas resilientes al clima.
- iii. Desarrollo de programas de educación y concienciación sobre la importancia de la conservación marina.

Costa Rica:

- i. Establecimiento y gestión de áreas marinas protegidas y refugios de vida silvestre marina.
- ii. Promoción de la pesca sostenible y la acuicultura responsable.
- iii. Integración de la adaptación al cambio climático en la planificación de la gestión costera.

Colombia:

- i. Implementación de planes de manejo y restauración para ecosistemas marinos clave como manglares y corales.
- ii. Fomento de la pesca sostenible y la diversificación de fuentes de ingresos para las comunidades costeras.
- iii. Fortalecimiento de la capacidad local para enfrentar eventos extremos.

Ecuador:

- i. Desarrollo de estrategias para la gestión sostenible de la pesca y acuicultura.
- ii. Establecimiento de áreas marinas protegidas y corredores biológicos marinos.
- iii. Implementación de medidas de adaptación en la agricultura costera y la infraestructura.

Chile:

- i. Desarrollo de planes de manejo para áreas marinas protegidas y reservas marinas.
- ii. Fomento de la acuicultura sustentable y la diversificación de especies cultivadas.
- iii. Integración de la adaptación al cambio climático en la planificación de la gestión costera y la ordenación del territorio.

5. Discusión

Recopilación de la información de la vulnerabilidad del cambio climático en la biodiversidad a nivel internacional IPCC IPBES para la región Latinoamérica y la revisión de literatura científica a nivel nacional.

Para los grupos macroecológicos más representativos de la costa chilena, se han identificado reportes indicando especies sensibles a los efectos del cambio climático en su rango de distribución descrito, sin embargo, estos límites se han desplazado en rangos climáticos que representen un menos riesgo para la supervivencia de las especies asociadas a los distintos hábitats. Las especies mayormente afectadas son las que tienen movilidad reducida, como ocurre con las especies sésiles del intermareal. Si bien disponen de las adaptaciones biológicas para sobrevivir cambios extremos en su ciclo diario, otros factores climáticos como la abrasión por eventos como marejadas y eventos anormales para el borde costero como las heladas que congelan a los organismos más expuestos del intermareal, afectan negativamente la capacidad de asentamiento y supervivencia de macroalgas, e invertebrados bentónicos (Aguilera et al. 2019, Mora-Soto et al. 2022).

Los eventos climáticos que afectan la dinámica de las costas generan eventos de pérdida de bancos de arena, consecuentemente causando la erosión de las playas (Martínez et al. 2021), lo que a su vez impacta socialmente a las comunidades humanas que subsisten de actividades realizadas en las playas; generando pérdidas económicas cuantificables para el rubro del turismo, puertos, recolectores de orilla (Winkler et al. 2023). Asimismo, esta pérdida de playas de arenas es una pérdida del hábitat y una amenaza para la supervivencia de especies de la macroinfauna que habita en las playas de arena (ver Jaramillo 1987, Brazeiro 1999).

Según la base de datos de la IUCN y MMA, las especies que se encuentran sobre el límite de la vulnerabilidad de conservación, en el grupo de especies amenazadas, corresponden a 70 especies que se distribuyen en las costas de Chile continental (**Tab. 1**). Porcentualmente los grupos macroecológicos se ven representados mayormente por, peces, aves, y mamíferos; y en menor medida por organismos invertebrados, plantas y reptiles. Se aprecia una falta de caracterización para la categoría de conservación de grupos de invertebrados marinos, que en gran medida presentan datos “no observados”, o se categorizan como especies con “datos insuficientes” (**Tab. 2**). También se observa la falta de información en las categorías de conservación para especies de macroalgas de las costas de Chile continental.

Adaptabilidad comprometida al límite

Muchas especies ya se encuentran al límite extremo de sus capacidades adaptativas, lo que intrínsecamente las hace extremadamente sensibles a las condiciones climáticas que las afectan. El desplazamiento de especies es una realidad que afectará a comunidades humanas asociadas a la explotación de este tipo de recursos naturales (Peel et al. 2017). El riesgo se manifiesta al producirse cambios en las dinámicas y ciclos biológicos de las especies, que se ven forzadas a desplazarse y migrar a otras zonas en las cuales su nivel de estrés fisiológico no se encuentre tan forzosamente al límite de su supervivencia. Las presiones abióticas representan un importante estrés para las especies en desarrollo, lo que afecta la disponibilidad de larvas de poblaciones silvestres que proveen a la acuicultura (Broitman et al. 2022). La acidificación de los océanos producida por la acumulación de pCO_2 en la columna de agua, impactan a los organismos costeros de manera temprana en

el inicio de su fase larval (Vargas et al. 2017), durante su desarrollo y en su etapa reproductiva, comprometiendo la supervivencia de los organismos hasta su adultez (Vargas et al. 2022), ya que dificulta el proceso de formación de conchas y otras estructuras calcáreas a una amplia diversidad de especies (e.g., corales, gastrópodos, mitílidos, ostras, y erizos; ver tabla 1 en Vargas et al. 2022). Asimismo, otras barreras fisiológicas producidas por alteraciones físicas como la temperatura y variaciones en la salinidad del agua de las costas chilenas producen quiebres biogeográficos que limitan la propagación larval de algunas especies marinas (Lara et al. 2018), y que también limitan la productividad primaria dada la disponibilidad de nutrientes (Tapia et al. 2014). También la biodisponibilidad de sustrato y relaciones entre especies que proliferan puede afectar o beneficiar al asentamiento de reclutas en las praderas de macroalgas, específicamente en el caso de *Lessonia spicata*, una especie que es explotada por recolectores de algas, y que para asentarse y reclutar depende de algas rojas coralinas articuladas (Parada et al. 2017).

El solapamiento de especies comprendidas en un rango geográfico de transición de temperaturas genera competencias interespecíficas dentro del gremio ecológico de los pastoreadores; afectando la cubierta algal, reduciendo la riqueza local de especies, y aumentando el aprovisionamiento de espacios vacíos, tal es el caso de las especies del género *Scurria*, que debido a fenómenos climáticos inducidos por causas antrópicas su rendimiento ecológico se ve reducido (Aguilera et al. 2020). Esta interdependencia entre especies implica un alto nivel de complejidad en los ecosistemas, y también nos demuestra su fragilidad, ya que todos los procesos se encuentran encadenados unos a otros.

Algunas especies tienen una sensibilidad diferente a las condiciones climáticas, las cuales se pueden ver favorecidas en ciertos aspectos de su distribución. Asimismo, algunas especies seleccionadas para la acuicultura se podrían ver beneficiadas estacionalmente dado el aumento de temperatura, como sucede con *Argopecten purpuratus* y *Mytilus chilensis* (Saavedra et al. 2021); y en condiciones de acidificación de los océanos, tal es el caso de *Mytilus galloprovincialis*, (Saavedra et al. 2021) por lo que es importante tener en cuenta estas consideraciones en el caso sea necesario adaptar la acuicultura al nuevo escenario de cambio climático. Por otro lado, las industrias dependientes de stock larval de poblaciones silvestres pueden verse fuertemente afectadas dadas las variabilidades estacionales en los rangos de temperaturas (Broitman et al. 2022). Se prevé que la acuicultura tiene un amplio potencial de desarrollo para las próximas décadas, y que su función será de vital importancia para proveer y asegurar la alimentación de las personas, es por ello por lo que la actividad debe mantenerse sustentable siguiendo políticas acordes a la adaptabilidad (Broitman et al. 2017).

Pérdida progresiva de hábitats y sus consecuencias

La pérdida de hábitats ha generado daños irreversibles en los ecosistemas; el retroceso de las playas representa una realidad alarmante a nivel global, se estima que en un gran porcentaje esto ocurrirá por un aumento del nivel del mar (Voudoskas et al. 2020). En Chile se estima que 45 playas presentan erosión (Martínez et al. 2021, Winckler et al. 2023), debido a actividad tectónica, y a una reducción del flujo de sedimentos arrastrado por los ríos, así como la intervención humana debido a la falta de políticas administrativas sobre el uso del borde costero, lo que se estima generará cuantiosas pérdidas ecológicas y económicas (Winkler et al. 2023). Históricamente las playas de arena han representado el sustento de las comunidades costeras que se establecieron hace más de 11.000 años, se considera que la especie macha (*Mesodesma donacium*) se ha extraído de manera regular

por milenios, gracias al análisis del registro fósil (Carré 2007). Desafortunadamente los eventos climáticos extremos propiciados por El niño oscilación sur (ENSO), han mermado la población de machas (Barriga y Quiroy 2002), reduciendo la distribución histórica de la especie y produciendo escasez del recurso o dificultando su extracción tradicional de recolección de orilla a la necesidad de buceadores (Carré 2007). La biodiversidad en las playas de arena está dada por la pendiente y la latitud; la macroinfauna de las playas es bastante definida para la zona intermareal, así como su caracterización de especies para la zona norte, centro y sur de Chile (ver Jaramillo 1987, Brazeiro 1999); por lo que la reducción o desaparición de playas por la pérdida de sedimento es una amenaza importante para todo este hábitat y comunidades biológicas asociadas. Asimismo, los hábitats de bosques costeros con una alta tasa de endemismo se encuentran fraccionados o solo quedan remanentes porque han sido pocos los esfuerzos de conservación, ya que los objetos de conservación se han enfocado en bosques húmedos de zonas templadas por sobre los 600 m sobre el nivel del mar (Smith-Ramírez 2004).

Algunos de los riesgos asociados a la pérdida de hábitats es la proliferación de enfermedades desconocidas de origen posiblemente zoonótico (Peel et al. 2017). Estas enfermedades causan graves problemas a la salud y a las actividades humanas, generando pérdidas cuantiosas en la cadena de suministro, agravando los costos de transporte, generando escases de mano de obra, pérdida de empleo, problemas logísticos (Mangano et al. 2022). Al mismo tiempo estas crisis sanitarias, permiten a las industrias explorar nuevos mercados con nuevas formas de comercializar ciertos productos, para disminuir las mermas. Actualmente nuestro país está enfrentando una amenaza de gripe aviar, que en conjunto con la manifestación del fenómeno del niño oscilación sur (ENSO), está diezmando las poblaciones de aves marinas.

Especies invasoras

Interacciones entre especies de ecosistemas muy distantes han ocurrido debido a la actividad humana marítima o introducidas debido a la acuicultura (Castilla y Neil 2009). Algunas especies no nativas han sido trasladadas accidentalmente desde otros ecosistemas, y se han asentado exitosamente en ecosistemas locales, como ocurre con *Codium fragile* y *Ciona intestinalis*, las cuales pueden representar ser una peste para los centros de acuicultura. La presencia de estas especies va aumentando linealmente en el tiempo, y se encuentra probablemente subestimada, y poco estudiada en zonas costeras con alto tráfico marino (Villaseñor-Parada et al. 2017). Si bien algunos límites biogeográficos permiten mantener limitada la dispersión y propagación larval de algunas especies (Lara et al. 2018), estas especies invasoras por selección en su transporte han conseguido sobrevivir a las barreras fisiológicas extremas, y ser más robustas a las condiciones adversas, lo que implica que son competidores aventajados frente a especies locales por presentar tolerancias mayores a diversos tipos de estrés (Lenz et al. 2018). Estas especies invasoras, pueden representar una amenaza para ciertas comunidades biológicas; así como un beneficio comercial para algunas comunidades (e.g. *Pyura praeputialis* en Bahía de Antofagasta disminuye rápidamente debido a éxito comercial; ver Aqua 2017). En el escenario de cambio climático, se podría esperar que algunas de las especies no nativas sean más resistentes a las nuevas condiciones ambientales que se avecinan.

Múltiples usuarios del borde costero continental chileno

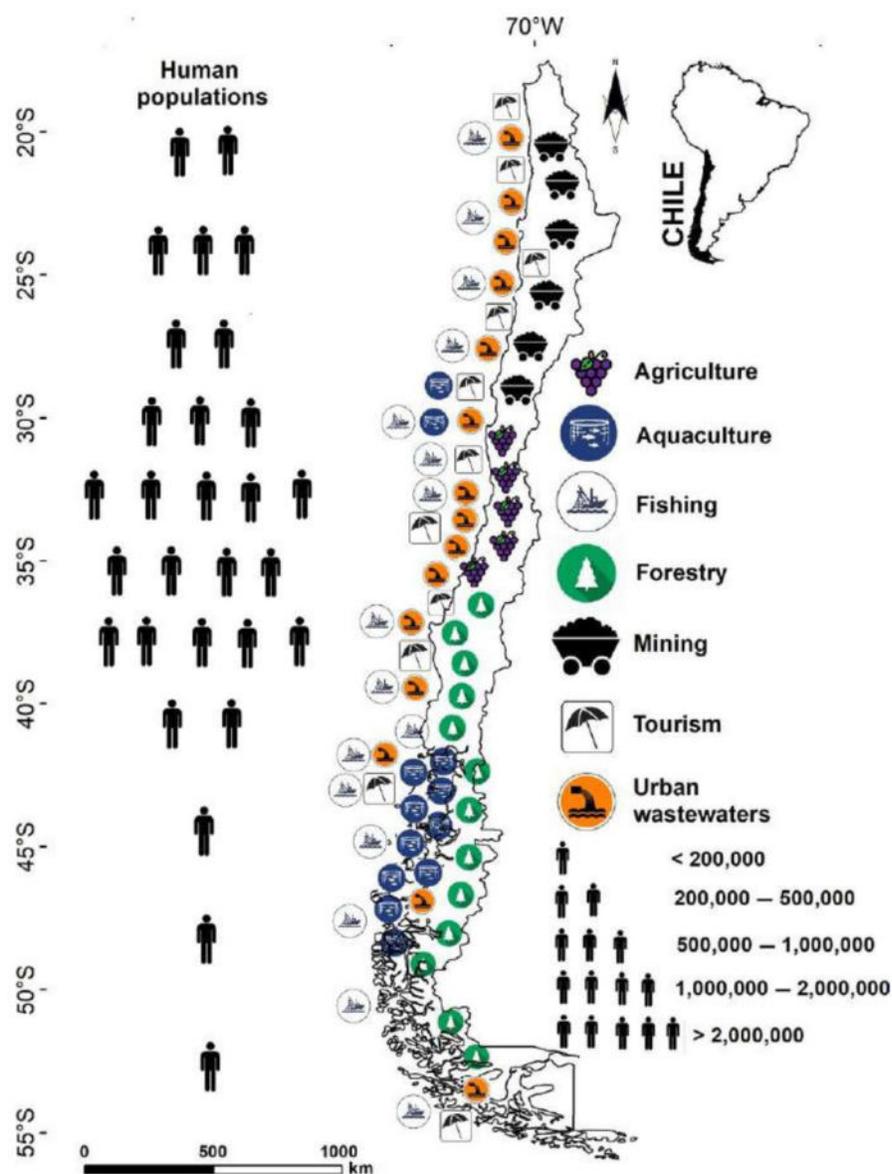


Figura 8. Distribución de densidad poblacional humana, y actividades antrópicas desarrolladas en Chile continental. Fuente: Aguilera et al 2019.

Sugerencias y consideraciones

Se estima que el cambio climático es acelerado por la presión y necesidad creciente de recursos naturales (IPCC 2019), y el cambio de uso de suelos (IPBES 2019). La actividad humana (ver **Fig. 8**), la intervención del borde costero genera una serie de problemas, desde la pérdida de sedimento (Martínez et al. 2021), a la acumulación de basura de origen antrópico (Aguilera et al. 2016). Ecosistemas tan relevantes como los causes de los ríos, humedales costeros, y campos dunares deberían ser lugares prioritarios para su conservación y protección. El uso inmobiliario, y el establecimiento de construcciones en el borde costero debería ser regulado de manera estricta, para impedir fenómenos tan graves como la erosión de las playas (Winckler et al. 2023). Por otra parte, el extractivismo de

recursos naturales debería regularse, ya que genera pérdida de biodiversidad, afectando a las mismas comunidades costeras asociadas, dejando huellas ecosistémicas no recuperables. El océano representa una gran oportunidad como medio de remediación al cambio climático, entregando oportunidades sustentables para la producción de energía renovable, el transporte, la pesca responsable, la acuicultura (Hoegh-Gulberg et al. 2019), por lo que las acciones ejecutadas sobre el mismo no deberían ser desaprovechadas para producir un cambio en la dinámica de su uso.

Análisis e integración de las estrategias y los planes de adaptación existentes a nivel nacional y latinoamericanos de América del Sur en la cuenca de océano pacífico.

La biodiversidad proporciona beneficios esenciales para los seres humanos y la naturaleza, y también es importante el hecho de que es una fuente directa e indirecta de recursos y bienestar para los grupos de población más vulnerables, gracias al autoempleo y la diversificación de los ingresos y las opciones de consumo. En este sentido, regiones como América Latina y el Caribe, es esencial hacer un uso sostenible de la biodiversidad, dado que millones de personas dependen de ella como modo de vida y para subsistir. Alrededor de una quinta parte del empleo de América Latina y el Caribe depende en gran medida de los servicios ecosistémicos (por ejemplo, el empleo en la agricultura y el turismo), aunque la gran mayoría corresponde a microempresas y pequeñas y medianas empresas (mipymes) y a sectores de subsistencia que tienen poca capacidad para llevar a cabo una transición sostenible sin apoyo (Cepal, 2023).

En la región, la principal causa de la degradación y pérdida de biodiversidad son (WWF, 2020; CEPAL, 2015):

Directas:

- i. El cambio de uso de la tierra (desaparición del hábitat)
- ii. La sobreexplotación
- iii. La contaminación
- iv. El cambio climático
- v. La introducción de especies exóticas invasoras.

Indirectas

Las culturales, económicas y de gobernanza, entre otras —por ejemplo, las deficiencias institucionales a la hora de medir y contrarrestar los incentivos perversos y las externalidades negativas— y no se han abordado lo suficiente debido a su complejidad.

La toma de decisiones en materia de política de desarrollo ha carecido de la información y la voluntad política necesarias para internalizar las consecuencias de la pérdida de biodiversidad. Entre las dificultades que surgen a la hora de crear indicadores de biodiversidad y darles seguimiento se encuentran los siguientes: la relación sinérgica entre los factores que impulsan la pérdida de biodiversidad y la consiguiente complejidad de las

previsiones; la complejidad local y la complejidad intrínseca de los procesos de los ecosistemas, su funcionamiento y su relación con los procesos a gran escala; el tiempo variable de los ciclos de respuesta; la escasa comprensión del papel que la biodiversidad desempeña en el bienestar, y la escasez de información y seguimiento sistemático.

En los países latinoamericanos y de América central con Costa se han elaborado estrategias de biodiversidad y planes de acción asociados. Una de las principales respuestas de los gobiernos a la crisis ambiental ha sido crear zonas protegidas que, aunque son necesarias, para garantizar la salud y la resiliencia de la biodiversidad no resuelven las causas en su totalidad las causas de la pérdida de biodiversidad descritas, y no cambian las tendencias actuales de pérdida de biodiversidad.

Sin embargo, se han adoptado otras medidas de conservación eficaces basadas en una visión integral, que considera la riqueza biocultural local y la complementariedad en las áreas protegidas; entre ellas, el pago por servicios ambientales, las soluciones basadas en la naturaleza, la adaptación al cambio climático basada en los ecosistemas, la restauración, la infraestructura verde-azul y la planificación del borde costero, cabe destacar la iniciativa de Ecuador para el desarrollo de la planificación espacial marina basada en el enfoque ecosistémico.

En este contexto los países de América centro y del sur deben garantizar servicios ecosistémicos de provisión en los cuales se basa la economía de estos países. En julio de 2022, la Asamblea General de las Naciones Unidas, mediante su resolución 76/300, reconoció el derecho humano a “un medio ambiente limpio, saludable y sostenible”. Es urgente priorizar la pérdida de la biodiversidad y a garantizar los servicios ecosistémicos a toda la población, sobre todo en los territorios donde hay grupos marginados como los Pueblos Indígenas y las comunidades locales.

De modo que los países deben tomar medidas urgentes para abordar de forma transversal las causas directas e indirectas de la pérdida de biodiversidad. Medir los efectos negativos de la producción y la actividad económica, y diseñar estadísticas y cuentas nacionales en que se integre la biodiversidad son un primer paso fundamental, seguido del diseño y la aplicación de políticas públicas destinadas a revertir esos efectos negativos y promover el desarrollo sostenible.

6. Conclusiones

- i. Los países de América central y del sur, deben construir como estados regulación y promover de cambios estructurales integrales y progresivos, para transformar los retos en oportunidades en coordinación con todas las partes interesadas. Se requiere voluntad y compromisos políticos claros. Asimismo es fundamental mejorar el acceso a datos sobre biodiversidad y medio ambiente que sean abiertos, gratuitos, robustos, organizados a fin de que sean útiles para los distintos niveles de la administración, la industria, la academia, los grupos comunitarios y la sociedad en general. Ese acceso impulsa la innovación tecnológica, la coproducción de conocimientos y la creación de una visión común centrada en el desarrollo multidimensional de la biodiversidad (económico y social).
- ii. Reforzar y completar el marco institucional y fomentar el cumplimiento de los marcos regulatorios en materia de medio ambiente y biodiversidad en lo que atañe al alcance (poder político) y a la capacidad (conocimientos, recursos humanos y financiamiento). Es fundamental adaptar a escala local los marcos internacionales, las estrategias nacionales y otras políticas y programas.
- iii. Invertir en biodiversidad es esencial para obtener y mantener los servicios ecosistémicos. La inversión destinada a aumentar el patrimonio natural (la biodiversidad y los servicios ecosistémicos) exige mantener ese patrimonio, hacer un uso sostenible, invirtiendo en: conservación, uso y regulación, recuperación y restablecimiento de hábitats críticos y reorientación de las inversiones perjudiciales para la biodiversidad. Para contribuir a fomentar la diversificación productiva y a asegurar el empleo, recuperar el patrimonio natural, promover la productividad regional, y aumentar la resiliencia social, económica y ambiental.

7. Análisis de brechas

- i. Falta de datos y conocimiento: Se requiere recopilar más datos sobre los impactos del cambio climático en la biodiversidad marina. Esto ayudará a identificar los problemas más urgentes y a desarrollar soluciones más efectivas.
- ii. Falta de recursos: Es necesario aumentar la inversión en investigación y en sistemas integrados de observación del océano, de acuerdo al enfoque planteado en el número 4.2 de este informe, a fin de disponer de la información para el diseño e implementación de medidas de adaptación al cambio climático a gran escala.
- iii. Baja coordinación regional: Es necesario que los países de la costa del océano pacífico mejoren la coordinación en sus esfuerzos de adaptación al cambio climático en biodiversidad. La coordinación regional es importante para compartir información y experiencia, y para promover la cooperación sur-sur entre los países, por ejemplo, para fortalecer acciones conjuntas en corredores biológicos de especies marinas de interés, coordinar medidas de regulación de recursos marinos de interés pesquero de explotación compartida.
- iv. La falta de políticas públicas sobre la administración y legislación del borde costero es una amenaza para la conservación de los ecosistemas marinos que sustentan la economía de los países de la costa del océano Pacífico; puesto que la ausencia de herramientas administrativas de planificación especial marina. Bajo un enfoque basado en ecosistema y con una participación activa y efectiva de las comunidades y partes interesadas que conforman los sistemas socioecológicos que dependen del uso de la zona costera, impide la protección adecuada de ecosistemas marinos críticos que están bajo amenaza de pérdida irrecuperable.

8. Bibliografía

- Aguilera, M. A., Broitman, B. R., & Thiel, M. (2016). Artificial breakwaters as garbage bins: structural complexity enhances anthropogenic litter accumulation in marine intertidal habitats. *Environmental pollution*, 214, 737-747.
- Aguilera, M. A., Aburto, J. A., Bravo, L., Broitman, B. R., García, R. A., Gaymer, C. F., ... & Thiel, M. (2019). Chile: environmental status and future perspectives. *World seas: An environmental evaluation*, 673-702.
- Aguilera, M. A., Valdivia, N., Broitman, B. R., Jenkins, S. R., & Navarrete, S. A. (2020). Novel co-occurrence of functionally redundant consumers induced by range expansion alters community structure. *Ecology*, 101(11), e03150.
- Aqua (2017). Piure de Antofagasta disminuye rápidamente por sobreexplotación, 7 mayo 2017. Último acceso 24 Julio, 2023. Disponible en: [<https://www.aqua.cl/2017/05/09/piure-antofagasta-disminuye-rapidamente-sobreexplotacion/>].
- Barriga, E., & Quiroy, M. (2002). Impacts of El Niño and La Niña events on the populations of clam (*Mesodesma donacium*, Lamarck 1818) along the southern Peruvian coast. *Investigaciones marinas*, 30(1), 134-135.
- Brazeiro, A. L. E. J. A. N. D. R. O. (1999). Community patterns in sandy beaches of Chile: richness, composition, distribution and abundance of species. *Revista Chilena de Historia Natural*, 72(1), 93-105.
- Broitman, B. R., Halpern, B. S., Gelcich, S., Lardies, M. A., Vargas, C. A., Vásquez-Lavín, F., ... & Birchenough, S. N. (2017). Dynamic interactions among boundaries and the expansion of sustainable aquaculture. *Frontiers in Marine Science*, 15
- Broitman, B. R., Lara, C., Flores, R. P., Saldías, G. S., Piñones, A., Pinochet, A., ... & Navarrete, S. A. (2022). Environmental variability and larval supply to wild and cultured shellfish populations. *Aquaculture*, 548, 737639.
- Caldecott, J. O., Jenkins, M. D., Johnson, T. H., & Groombridge, B. (1996). Priorities for conserving global species richness and endemism. *Biodiversity & Conservation*, 5, 699-727.
- Carré, M. (2007). El mes de recolección de la macha (*Mesodesma donacium*) determinado por sus líneas de crecimiento: aplicaciones arqueológicas. *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, (36 (2)), 299-304.
- Castilla, J. C., & Neill, P. E. (2009). Marine bioinvasions in the southeastern Pacific: status, ecology, economic impacts, conservation and management. In *Biological Invasions in Marine Ecosystems: Ecological, Management, and Geographic Perspectives* (pp. 439-457). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- CEPAL, 2015. el cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina. Botero, Eduardo. Cepal-Euroclima.

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Panorama de los recursos naturales en América Latina y el Caribe. Resumen ejecutivo (LC/PUB.2023/7), Santiago, 2023
- Hoegh-Guldberg, O., Lovelock, C., Caldeira, K., Howard, J., Chopin, T., & Gaines, S. (2019). The ocean as a solution to climate change: five opportunities for action. Report, World Resources Institute, Washington, DC, EEUU. Disponible online en [<http://www.oceanpanel.org/climate>].
- Ibanez, C. M., Camus, P. A., & Rocha, F. J. (2009). Diversity and distribution of cephalopod species off the coast of Chile. *Marine Biology Research*, 5(4), 374-384.
- IPBES (2019): Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondízio E.S., H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneeth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis, and C. N. Zayas (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Alemania.
- IPCC. (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.). Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, y New York, NY, EEUU.
- Jaramillo, E. (1987). Sandy beach macroinfauna from the Chilean coast: zonation patterns and zoogeography. *Vie et Milieu/Life & Environment*, 165-174.
- Farías, L., Fernández, C., Garreaud, R., Guzmán, L., Hormazábal, S., Morales, C., Narváez, D., Pantoja, S., Pérez, I., Soto, D., y Winckler, P., 2019. Propuesta de un Sistema Integrado de Observación del Océano Chileno (SIOOC). Santiago: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. Accedido el 23 abril, 2022 [<http://www.cr2.cl/propuesta-de-un-sistema-integrado-de-observacion-del-oceano-chileno/>].
- Lamilla, J., C. Bustamante, R. Roa, E. Acuña, F. Concha, R. Melendez, S. López, G. Aedo, H. Flores & C. Vargas. 2010. Estimación del descarte de condrictios en pesquerías artesanales. Informe Final Proyecto del Fondo de Investigación Pesquera (F.I.P.) N° 2008-60. Subsecretaría de Pesca. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 254 pp.
- Lenz, M., Ahmed, Y., Canning-Clode, J., Díaz, E., Eichhorn, S., Fabritzek, A. G., ... & Wahl, M. (2018). Heat challenges can enhance population tolerance to thermal stress in mussels: a potential mechanism by which ship transport can increase species invasiveness. *Biological Invasions*, 20, 3107-3122.
- Mangano, M. C., Berlino, M., Corbari, L., Milisenda, G., Lucchese, M., Terzo, S., ... & Sarà, G. (2022). The aquaculture supply chain in the time of covid-19 pandemic:

Vulnerability, resilience, solutions and priorities at the global scale. *Environmental science & policy*, 127, 98-110.

- Marquet, P.A., A. Altamirano, M. T. K. Arroyo, M. Fernández, S. Gelcich, K. Górski, E. Habit, A. Lara, A. Maass, A. Pauchard, P. Plischoff, H. Samaniego y C. Smith-Ramírez (editores) (2019). Biodiversidad y cambio climático en Chile: Evidencia científica para la toma de decisiones. Informe de la mesa de Biodiversidad. Santiago: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. Santiago, Chile.
- Martinez, C., Grez, P. W., Martín, R. A., Acuña, C. E., Torres, I., & Contreras-López, M. (2022). Coastal erosion in sandy beaches along a tectonically active coast: The Chile study case. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 46(2), 250-271.
- MMA (Ministerio del Medio Ambiente) (2012). Decreto 29 de 2012: Aprueba reglamento para la clasificación de especies silvestres según estado de conservación. Ministerio del Medio Ambiente, Santiago, Chile. Último acceso 5 de julio, 2023. Disponible en: [<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1039460>].
- MMA (Ministerio del Medio Ambiente) (2023). Clasificación de especies - Clasificación según estado de conservación. Base de datos Ministerio del Medio Ambiente de Chile (Versión 17). Último acceso 5 de julio, 2023. Disponible en: [<https://clasificacionespecies.mma.gob.cl/>].
- Moreno, R. A., Hernández, C. E., Rivadeneira, M. M., Vidal, M. A., & Rozbaczylo, N. (2006). Patterns of endemism in south-eastern Pacific benthic polychaetes of the Chilean coast. *Journal of Biogeography*, 33(4), 750-759.
- Saavedra, L. M., Saldías, G. S., Broitman, B. R., & Vargas, C. A. (2021). Carbonate chemistry dynamics in shellfish farming areas along the Chilean coast: natural ranges and biological implications. *ICES Journal of Marine Science*, 78(1), 323-339.
- SAG (Servicio Agrícola y Ganadero) (2015). Legislación, La ley de caza y su reglamento. Ministerio de Agricultura, Servicio Agrícola y Ganadero, Santiago, Chile.
- Smith-Ramírez, C. (2004). The Chilean coastal range: a vanishing center of biodiversity and endemism in South American temperate rainforests. *Biodiversity & Conservation*, 13, 373-393.
- Spalding, M. D., Fox, H. E., Allen, G. R., Davidson, N., Ferdaña, Z. A., Finlayson, M. A. X., ... & Robertson, J. (2007). Marine ecoregions of the world: a bioregionalization of coastal and shelf areas. *BioScience*, 57(7), 573-583.
- Spalding, M. D., Agostini, V. N., Rice, J., & Grant, S. M. (2012). Pelagic provinces of the world: a biogeographic classification of the world's surface pelagic waters. *Ocean & Coastal Management*, 60, 19-30.
- Suazo, C. G., Cabezas, L. A., Moreno, C. A., Arata, J. A., Luna Jorquera, G., Simeone, A., ... & Robertson, G. (2014). Seabird bycatch in Chile: a synthesis of its impacts, and a review of strategies to contribute to the reduction of a global phenomenon. *Pacific Seabirds*, 41(1,2), 1-13.

- SUBDERE. (2011). Guía análisis de riesgos naturales para el ordenamiento territorial Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE), Gobierno de Chile, Santiago, Chile.
- Tapia, F. J., Largier, J. L., Castillo, M., Wieters, E. A., & Navarrete, S. A. (2014). Latitudinal discontinuity in thermal conditions along the nearshore of central-northern Chile. *PLoS One*, 9(10), e110841.
- UICN. (2012). Categorías y criterios de la lista roja de la UICN: Versión 3.1. Segunda edición. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN. vi + 34pp. Originalmente publicado como IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Segunda edición. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.
- Vargas, C. A., Cuevas, L. A., Broitman, B. R., San Martín, V. A., Lagos, N. A., Gaitán-Espitia, J. D., & Dupont, S. (2022). Upper environmental p CO₂ drives sensitivity to ocean acidification in marine invertebrates. *Nature Climate Change*, 12(2), 200-207.
- Vargas, C. A., Lagos, N. A., Lardies, M. A., Duarte, C., Manríquez, P. H., Aguilera, V. M., ... & Dupont, S. (2017). Species-specific responses to ocean acidification should account for local adaptation and adaptive plasticity. *Nature Ecology & Evolution*, 1(4), 0084.
- Villaseñor-Parada, C., Pauchard, A., & Macaya, E. C. (2017). Ecología de invasiones marinas en Chile continental: ¿Qué sabemos y que nos falta por saber?. *Revista de biología marina y oceanografía*, 52(1), 01-17.
- Vousdoukas, M. I., Ranasinghe, R., Mentaschi, L., Plomaritis, T. A., Athanasiou, P., Luijendijk, A., & Feyen, L. (2020). Reply to: Sandy beaches can survive sea-level rise. *Nature climate change*, 10(11), 996-997.
- Winckler, P., Martín, R. A., Esparza, C., Melo, O., Sactic, M. I., & Martínez, C. (2023). Projections of Beach Erosion and Associated Costs in Chile. *Sustainability*, 15(7), 5883.
- WWF. (2020). Informe Planeta Vivo 2020: Revertir la curva de la pérdida de biodiversidad. Resumen. Almond, R.E.A., Grooten M. y Petersen, T. (Eds). WWF, Gland, Suiza.

9. Anexos

Tabla A1. Especies con categoría de conservación según base de datos consolidada de la UICN y MMA para Chile continental, distribuido en macrozonas y biorregión.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Agrupación de especies descripción simple	Zona Norte	Zona Central	Zona Sur	Zona Austral	Ecorregion (Spalding et al. 2007)
<i>Alopias vulpinus</i>	Tiburón zorro	Peces	1	1	1	0	176, 177, 178, 188
<i>Aplochiton marinus</i>	Peladilla	Peces	0	0	1	1	178, 188, 187
<i>Aplochiton taeniatus</i>	Peladilla	Peces	0	0	1	1	178, 188, 187
<i>Ardenna bulleri</i>	Fardela de lomo gris	Aves	1	1	0	0	176, 177
<i>Ardenna creatopus</i>	Fardela blanca	Aves	1	1	1	0	176, 177, 178, 188
<i>Balaenoptera borealis</i>	Ballena Sei	Mamíferos	1	1	1	1	176, 177, 178, 188, 187
<i>Balaenoptera musculus</i>	Ballena azul	Mamíferos	1	1	1	1	176, 177, 178, 188, 187
<i>Balaenoptera physalus</i>	Ballena de aletas ó Ballena Fin	Mamíferos	1	1	1	1	176, 177, 178, 188, 187
<i>Bathyraja albomaculata</i>	Raya de Lunares	Peces	1	1	1	1	176, 177, 178, 188, 187
<i>Bathyraja griseocauda</i>	Raya gris	Peces	0	1	1	1	177, 178, 188, 187
<i>Carcharodon carcharias</i>	Tiburón blanco	Peces	1	1	0	0	176, 177
<i>Caretta caretta</i>	Tortuga boba, Caguama, Cabezona	Reptiles	1	0	0	0	176
<i>Centroscyllum granulatum</i>	Tollo granulado	Peces	1	1	1	0	176, 177, 178, 188
<i>Centroscymnus owstonii</i>	Sapata lija	Peces	1	1	1	0	176, 177, 178, 188
<i>Cephalorhynchus commersoni</i>	tonina overa	Mamíferos	0	0	0	1	187
<i>Cephalorhynchus eutropia</i>	delfín chileno	Mamíferos	0	1	1	1	177, 178, 188, 187
<i>Cetorhinus maximus</i>	Tiburón peregrino	Peces	1	1	1	0	176, 177, 178, 188
<i>Chellius pyramidalis</i>	caracol de concha piramidal	Moluscos	0	1	0	0	178
<i>Chilina angusta / Heleobia chimbaensis</i>	Caracol de Paposo	Moluscos	1	0	0	0	176
<i>Chloephaga hybrida</i>	caranca, cagüe, cauquén costero, cauquén blanco	Aves	0	0	1	1	178, 188, 187
<i>Cryphiops caementarius</i>	camarón de río del norte	Invertebrados	1	1	0	0	176, 177
<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortuga laud	Reptiles	1	1	1	1	176, 177, 178, 188, 187
<i>Diomedea epomophora</i>	Albatros real del sur	Aves	0	1	0	0	178
<i>Diomedea exulans</i>	Albatros viajero ó errante	Aves	0	1	0	0	177
<i>Diomedea sanfordi</i>	albatros real del norte	Aves	1	1	1	1	176, 177, 178, 188, 187
<i>Diomedea sanfordi</i>	Albatros real del norte	Aves	1	1	1	1	176, 177, 178, 188, 187
<i>Dipturus chilensis</i>	Raya volantín	Peces	0	1	1	1	177, 178, 188, 187
<i>Errina antarctica</i>	hidrocoral	Invertebrados	0	0	1	1	188, 187
<i>Eudyptes chrysocome</i>	Pingüino de penacho amarillo	Aves	0	0	0	1	187
<i>Eudyptes chrysolophus</i>	Pingüino Macaroni	Aves	0	0	0	1	187
<i>Galeorhinus galeus</i>	Tiburón Cazón, Tiburón aceitoso, Tollo	Peces	1	1	1	0	176, 177, 178, 188
<i>Geotria australis</i>	lamprea de bolsa	Peces	0	1	1	1	177, 178, 188, 187
<i>Heleobia chimbaensis</i>	caracol de vertiente	Moluscos	1	0	0	0	176
<i>Istiophorus platypterus</i>	Pez vela	Peces	1	0	0	0	176
<i>Isurus oxyrinchus</i>	Tiburón Mako (de aleta corta), ó marrajo común	Peces	1	0	0	0	176
<i>Laterallus jamaicensis</i>	pidencito	Aves	1	1	1	0	176, 177, 178
<i>Lepidochelys olivacea</i>	Tortuga oliva	Reptiles	1	0	0	0	176
<i>Leucophaeus modestus</i>	gaviota garuma	Aves	1	1	1	0	176, 177, 178, 188
<i>Lontra felina</i>	Chungungo, nutria marina, gato de mar, chinchimén	Mamíferos	1	1	1	1	176, 177, 178, 188, 187

<i>Lontra provocax</i>	Huillín, Nutria de los ríos	Mamíferos	0	0	1	1	178, 188, 187
<i>Makaira nigricans</i>	Pez espada, Marlin azul	Peces	1	0	0	0	176
<i>Mobula tarapacana</i>	Manta chilena, manta cornuda	Peces	1	1	1	0	176, 177, 178, 188
<i>Mobula thurstoni</i>	Manta diablo	Peces	1	0	0	0	176
<i>Mola mola</i>	Pez luna	Peces	1	0	0	0	176
<i>Mustelus whitneyi</i>	Tollo común	Peces	1	0	0	0	176
<i>Myliobatis chilensis</i>	Águila de mar	Peces	1	1	1	0	176, 177, 178, 188
<i>Myliobatis peruvianus</i>	Raya águila	Peces	1	0	0	0	176
<i>Notorynchus cepedianus</i>	Tiburón pinto	Peces	1	0	0	0	176
<i>Nycticryphes semicollaris</i>	becacina pintada	Aves	1	1	1	0	177, 178
<i>Oceanodroma hombyi</i>	golondrina de mar de collar, Ringed Storm Petrel (Inglés)	Aves	1	0	0	0	
<i>Oceanodroma markhami</i>	golondrina de mar negra, Markham's storm-petrel	Aves	1	0	0	0	176
<i>Oceanodroma tethys</i>	golondrina de mar peruana, Wedge-rumped Storm Petrel (Inglés)	Aves	1	0	0	0	
<i>Pelecanoides garnotii</i>	yunco	Aves	1	1	1	0	176, 177, 178, 188
<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote	Mamíferos	1	1	1	1	176, 177, 178, 188, 187
<i>Pichikadi hualpensis</i>	caracol costillado de Hualpén	Moluscos	0	1	0	0	178
<i>Primnoella chilensis</i>	látigo de mar	Invertebrados	0	0	1	1	178, 188, 187
<i>Pseudobatos planiceps</i>	Pez guitarra	Peces	1	0	0	0	176
<i>Pterodroma longirostris</i>	Petrel de Stejneger	Aves	0	1	1	0	177, 178
<i>Rhincodon typus</i>	Tiburón ballena	Peces	1	0	0	0	176
<i>Spheniscus humboldti</i>	Pingüino de Humboldt	Aves	1	1	1	0	176, 177, 178, 188
<i>Sphyrna mokarran</i>	Tiburón cabeza de martillo	Peces	1	0	0	0	176
<i>Sphyrna zygaena</i>	Tiburón martillo liso	Peces	0	1	1	0	177, 178
<i>Squatina armata</i>	Ángelote chileno	Peces	0	1	1	1	177, 178, 188, 187
<i>Sternula lorata</i>	gaviotín chico	Aves	1	0	0	0	176
<i>Swiftia comauensis</i>	gorgona amarilla-roja	Invertebrados	0	0	1	0	188
<i>Thalassarche chrysostoma</i>	albatros de cabeza gris	Aves	0	0	0	1	187
<i>Thalassarche salvini</i>	albatros de Salvin	Aves	1	1	1	1	176, 177, 178, 188, 187
<i>Thunnus obesus</i>	Atún de ojos grandes	Peces	1	0	0	0	176
<i>Triakis maculata</i>	Tollo pintado	Peces	1	0	0	0	176
<i>Zostera chilensis</i>	pasto marino	Plantas	1	0	0	0	176

Tabla A2. Evaluación de sensibilidad de especies, según la información de su categoría de conservación, tendencia poblacional y endemismo considerado para elaborar la puntuación, ponderación y posicionamiento en el ranking, ordenado desde las especies más críticamente sensibles al cambio climático, a las sensibles. Fuente: base de datos integrada de UICN y MMA.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA VIGENTE: CR = En peligro crítico EN = En Peligro VU = Vulnerable	ENDÉMICO A respecto de Chile (? = dudoso)	Puntaje		Ponderación		Puntuación final	Ranking
				Puntaje ITEM 1: Categoría de conservación	Puntaje ITEM 2: Endemismo	ITEM 1: 60%	ITEM 2: 40%		
<i>Chellius pyramidalis</i>	Caracol de concha piramidal	CR	SI	3	2	1,8	0,8	2,60	1
<i>Pichikadi hualpensis</i>	Caracol costillado de Hualpén	CR	SI	3	2	1,8	0,8	2,60	1
<i>Swiftia comauensis</i>	Gorgona amarilla-roja	CR	SI	3	2	1,8	0,8	2,60	1
<i>Triakis maculata</i>	Tollo pintado	CR	SI	3	1	1,8	0,4	2,20	2
<i>Zostera chilensis</i>	Pasto marino	EN	SI	2	2	1,2	0,8	2,00	3
<i>Galeorhinus galeus</i>	Tiburón Cazón, Tiburón aceitoso, Tollo	CR	No	3	0	1,8	0	1,80	4
<i>Mustelus whitneyi</i>	Tollo común	CR	No	3	0	1,8	0	1,80	4
<i>Sphyrna mokarran</i>	Tiburón cabeza de martillo	CR	No	3	0	1,8	0	1,80	4
<i>Squatina armata</i>	Angelote chileno	CR	No	3	0	1,8	0	1,80	4
<i>Heleobia chimbaensis</i>	Caracol de vertiente	VU	SI	1	2	0,6	0,8	1,40	5
<i>Aplochiton marinus</i>	Peladilla	EN	No	2	0	1,2	0	1,20	6
<i>Aplochiton taeniatus</i>	Peladilla	EN	No	2	0	1,2	0	1,20	6
<i>Balaenoptera borealis</i>	Ballena Sei	EN	No	2	0	1,2	0	1,20	6
<i>Balaenoptera musculus</i>	Ballena azul	EN	No	2	0	1,2	0	1,20	6
<i>Bathyraja griseocauda</i>	Raya gris	EN	No	2	0	1,2	0	1,20	6
<i>Cephalorhynchus commersoni</i>	Tonina overa	EN	No	2	0	1,2	0	1,20	6
<i>Cetorhinus maximus</i>	Tiburón peregrino	EN	No	2	0	1,2	0	1,20	6
<i>Diomedea sanfordi</i>	Albatros real del norte	EN	No	2	0	1,2	0	1,20	6
<i>Diomedea sanfordi</i>	Albatros real del norte	EN	No	2	0	1,2	0	1,20	6
<i>Dipturus chilensis</i>	Raya volantín	EN	No	2	0	1,2	0	1,20	6
<i>Isurus oxyrinchus</i>	Tiburón Mako (de aleta corta), ó marrajo común	EN	No	2	0	1,2	0	1,20	6
<i>Laterallus jamaicensis</i>	Pidencito	EN	No	2	0	1,2	0	1,20	6
<i>Lontra felina</i>	Chungungo, nutria marina, gato de mar, chinchimén	EN	No	2	0	1,2	0	1,20	6
<i>Lontra provocax</i>	Huillín, Nutria de los ríos	EN	No	2	0	1,2	0	1,20	6
<i>Mobula tarapacana</i>	Manta chilena, manta cornuda	EN	No	2	0	1,2	0	1,20	6
<i>Mobula thurstoni</i>	Manta diablo	EN	No	2	0	1,2	0	1,20	6
<i>Nycticyphes semicollaris</i>	Becacina pintada	EN	No	2	0	1,2	0	1,20	6
<i>Oceanodroma markhami</i>	Golondrina de mar negra, Markham's storm-petrel	EN	No	2	0	1,2	0	1,20	6
<i>Pelecanoides garnotii</i>	Yunco	EN	No	2	0	1,2	0	1,20	6
<i>Primnoella chilensis</i>	Látigo de mar	EN	No	2	0	1,2	0	1,20	6
<i>Rhincodon typus</i>	Tiburón ballena	EN	No	2	0	1,2	0	1,20	6

<i>Sternula lorata</i>	Gaviotín chico	EN	No	2	0	1,2	0	1,20	6
<i>Cephalorhynchus eutropia</i>	Delfín chileno	VU	Si	1	1	0,6	0,4	1,00	7
<i>Chilina angusta / Heleobia chimbaensis</i>	Caracol de Paposo	VU	Si	1	1	0,6	0,4	1,00	7
<i>Alopias vulpinus</i>	Tiburón zorro	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Ardenna bulleri</i>	Fardela de lomo gris	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Ardenna creatopus</i>	Fardela blanca	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Balaenoptera physalus</i>	Ballena de aletas ó Ballena Fin	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Bathyraja albomaculata</i>	Raya de Lunares	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Carcharodon carcharias</i>	Tiburón blanco	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Caretta caretta</i>	Tortuga boba, Caguama, Cabezona	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Centroscyllium granulatum</i>	Tollo granulado	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Centroscymnus owstonii</i>	Sapata lija	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Chloephaga hybrida</i>	Caranca, cagüe, cauquén costero, cauquén blanco	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Cryphiops caementarius</i>	camarón de río del norte	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortuga laud	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Diomedea epomophora</i>	Albatros real del sur	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Diomedea exulans</i>	Albatros viajero ó errante	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Errina antarctica</i>	Hidrocoral	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Eudyptes chrysochome</i>	Pingüino de penacho amarillo	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Eudyptes chrysolophus</i>	Pingüino Macaroni	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Geotria australis</i>	Lamprea de bolsa	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Istiophorus platypterus</i>	Pez vela	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Lepidochelys olivacea</i>	Tortuga oliva	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Leucophaeus modestus</i>	Gaviota garuma	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Makaira nigricans</i>	Pez espada, Marlin azul	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Mola mola</i>	Pez luna	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Myliobatis chilensis</i>	Aguila de mar	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Myliobatis peruvianus</i>	Raya aguila	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Notorynchus cepedianus</i>	Tiburón pinto	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Oceanodroma hornbyi</i>	Golondrina de mar de collar	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Oceanodroma tethys</i>	Golondrina de mar peruana	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Pseudobatos planiceps</i>	Pez guitarra	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Pterodroma longirostris</i>	Petrel de Stejneger	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Spheniscus humboldti</i>	Pingüino de Humboldt	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Sphyrna zygaena</i>	Tiburón martillo liso	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Thalassarche chrysostoma</i>	Albatros de cabeza gris	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Thalassarche salvini</i>	Albatros de Salvín	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8
<i>Thunnus obesus</i>	Atún de ojos grandes	VU	No	1	0	0,6	0	0,60	8

Tabla A.3. Especies más representativas de los diferentes grupos funcionales presentes en hábitats intermareales rocosos a lo largo de la costa continental de Chile (desde la macrozona norte, centro, y sur). Tabla de datos copiada y traducida de Aguilera et al. 2019.

Grupo funcional	Nivel intermareal	Norte (18°S–30°S)	Centro (31°S–35°S)	Sur (36°S–42°S)
Algas efímeras-oportunistas	Alto	<i>Ulva rigida</i> , <i>U. compressa</i> , <i>Pyropia</i> sp.	<i>Ulva rigida</i> , <i>U. compressa</i> , <i>Pyropia</i> sp., <i>Bangia</i> sp.	<i>Ulvothrix flacca</i> , <i>Ulva compressa</i>
	Medio	<i>Ulva rigida</i> , <i>U. compressa</i> , <i>Centroceras clavulatum</i> , <i>Polysiphonia</i> sp. <i>Caulacanthus ustulatus</i>	<i>Ulva rigida</i> , <i>U. compressa</i> , <i>Petalonia fascia</i> , <i>Scytosiphon lomentaria</i> , <i>Centroceras clavulatum</i> , <i>Polysiphonia</i> sp. <i>Ceramium rubrum</i>	<i>Ulva rigida</i> , <i>U. compressa</i>
	Bajo			
	Medio	<i>Colpomenia sinuosa</i> , <i>C. trabeculata</i> , <i>Mazzaella denticulata</i> , <i>Glossophora kunthii</i>	<i>Mazzaella laminarioides</i> , <i>Gelidium chilense</i> , <i>G. linguatum</i> , <i>G. rex</i> , <i>Dyctyota dicotoma</i>	<i>Mazzaella laminarioides</i> , <i>Gelidium chilense</i> , <i>G. pseudointricatum</i> , <i>Mastocarpus latissimus</i>
	Bajo	<i>Gelidium chilense</i>	<i>G. linguatum</i> , <i>G. rex</i>	<i>G. linguatum</i> , <i>G. rex</i>
Macroalgas (Kelps y Fucoideas)	Bajo	<i>Lessonia berteroa</i> , (<i>Lessonia berteroa</i> and <i>L. spicata</i> present at 30°S), <i>Macrocystis pyrifera</i>	<i>Lessonia spicata</i> , <i>Macrocystis pyrifera</i> , <i>Durvillaea antarctica</i>	<i>Lessonia spicata</i> , <i>Macrocystis pyrifera</i> , <i>Durvillaea antarctica</i>
Algas y Líquenes - Crustosos no-calcareos	Alto	<i>Verrucaria</i> sp.	<i>Thelidium litoralis</i> , <i>Verrucaria</i> sp., <i>Hildenbrandia lecanelleri</i>	<i>Verrucaria</i> sp., <i>Hildenbrandia lecanelleri</i>
	Medio	<i>Hildenbrandia lecanelleri</i> , <i>Ralfsia</i> sp.	<i>Hildenbrandia lecanelleri</i> , <i>Ralfsia</i> sp.	<i>Hildenbrandia lecanelleri</i> , <i>Ralfsia</i> sp.
	Bajo		<i>Codium bernabei</i> , <i>Ulva lens</i>	
Algas calcáreas, incrustantes y articuladas	Bajo	<i>Mesophyllum</i> sp., <i>Lithophyllum</i> sp.	<i>Mesophyllum</i> sp., <i>Lithophyllum</i> sp., <i>Corallina officinalis</i>	<i>Mesophyllum</i> sp., <i>Lithophyllum</i> sp., <i>Corallina officinalis</i>
Filtradores	Alto	<i>Jehlius cirratus</i>	<i>Jehlius cirratus</i>	<i>Jehlius cirratus</i>
	Medio	<i>Perumytilus purpuratus</i> , <i>Jehlius cirratus</i> , <i>Anemonia alicemartinae</i> , <i>Notochthamalus scabrosus</i> , <i>Patalius mollis</i> , <i>Phymactis papillosa</i>	<i>Jehlius cirratus</i> , <i>Notochthamalus scabrosus</i> , <i>Perumytilus purpuratus</i> , <i>Phymactis papillosa</i> , <i>Anemonia alicemartinae</i> , <i>Pyura chilensis</i>	<i>Perumytilus purpuratus</i> , <i>Jehlius cirratus</i> , <i>Notochthamalus scabrosus</i>
	Bajo	<i>Semimytilus algosus</i> , <i>Austromegabalanus psittacus</i>	<i>Semimytilus algosus</i> , <i>Balanus flosculus</i>	<i>Austromegabalanus psittacus</i>
Carroñeros	Alto	<i>Leptograpsus variegatus</i> , <i>Orchestoidea tuberculata</i>	<i>Orchestoidea tuberculata</i>	<i>Orchestoidea tuberculata</i> ?
Pastoreadores	Alto	<i>Echinolittorina peruviana</i> , <i>Austrolittorina araucana</i> , <i>Lottia orbigny</i> , <i>Siphonaria lessoni</i> , <i>Scurria viridula</i> , <i>Microlophus atacamensis</i> , <i>M. quadrivittatus</i>	<i>Echinolittorina peruviana</i> , <i>Austrolittorina araucana</i> , <i>Lottia orbigny</i> , <i>Scurria zebrina</i> , <i>S. variabilis</i> , <i>S. araucana</i> , <i>Siphonaria lessoni</i> , <i>Microlophus quadrivittatus</i>	<i>Austrolittorina araucana</i> , <i>Lottia orbigny</i> , <i>Scurria zebrina</i> , <i>S. variabilis</i> , <i>Siphonaria lessoni</i>
	Medio	<i>Chiton granosus</i> , <i>Scurria viridula</i> , <i>S. cecilian</i> , <i>S. variabilis</i> , <i>Siphonaria lessoni</i>	<i>Chiton granosus</i> , <i>Scurria zebrina</i> , <i>S. cecilian</i> , <i>S. variabilis</i> , <i>Siphonaria lessoni</i> , <i>Fissurella crassa</i>	<i>Chiton granosus</i> , <i>Scurria zebrina</i> , <i>S. cecilian</i> , <i>S. variabilis</i> , <i>Siphonaria lessoni</i> , <i>Fissurella crassa</i>
	Bajo	<i>Enoplochiton niger</i> , <i>Tetrapygos niger</i> , <i>Loxechinus albus</i> , <i>Fissurella limbata</i> , <i>Chiton granosus</i> , <i>Tegula atra</i> , <i>Prisogaster niger</i>	<i>Tetrapygos niger</i> , <i>Loxechinus albus</i> , <i>Fissurella limbata</i> , <i>F. latimarginata</i> , <i>Chiton granosus</i> , <i>Tegula atra</i> , <i>Prisogaster niger</i>	<i>Fissurella picta</i> , <i>Chiton granosus</i> , <i>Nacella magellanica</i> , <i>N. deaurata</i>
Depredadores	Alto	<i>Leucophaeus modestus</i> , <i>Larus belcheri</i>	<i>Larus dominicanus</i> , <i>Haematopus ater</i>	<i>Larus dominicanus</i> , <i>Haematopus ater</i> , <i>Chroicocephalus maculipennis</i>
	Medio	<i>Haematopus ater</i> , <i>Leucophaeus modestus</i> , <i>Heliasther helianthus</i>	<i>Heliasther helianthus</i> , <i>Larus dominicanus</i> , <i>Haematopus ater</i> , <i>Concholepas concholepas</i>	<i>Larus dominicanus</i> , <i>Haematopus ater</i> , <i>Acanthina monodon</i>
	Bajo	<i>Meyenaster gelatinosus</i> , <i>Stichaster striatus</i> , <i>Heliasther helianthus</i> , <i>Luidia magellanica</i> , <i>Concholepas concholepas</i> , <i>Octopus mimus</i>	<i>Meyenaster gelatinosus</i> , <i>Stichaster striatus</i> , <i>Heliasther helianthus</i> , <i>Concholepas concholepas</i> , <i>Luidia magellanica</i>	<i>Meyenaster gelatinosus</i> , <i>Luidia magellanica</i> , <i>Stichaster striatus</i> , <i>Concholepas concholepas</i>

Tabla A.4. Especies más representativas de los diferentes grupos funcionales presentes en hábitats intermareales de playas de arena a lo largo de la costa continental de Chile (desde la macrozona norte, centro, y sur). Datos obtenidos de Jaramillo 1987, y Brazeiro 1999.

Clase	Género	Especie	Distribución intermareal arena	Macrozona
Anfípodo	<i>Ampelisca</i>			
Anfípodo	<i>Bathyporeiapus</i>	<i>Bathyporeiapus magallanicus</i>		
Anfípodo	<i>Hurape</i>			
Anfípodo	<i>Orchestoidea</i>	<i>Orchestoidea tuberculata</i>	Intermareal alto	Zona centro/sur
Anfípodo	<i>Phoxocephalopsis</i>	<i>Phoxocephalopsis mehuinensis</i>		
Anfípodo	<i>Tryphosella</i>	<i>Tryphosella schelenbergi</i>		
Anfípodo	<i>Tylos</i>	<i>Tylos spinolosus</i>	Intermareal alto	Zona central
Bivalvo	<i>Mesodesma</i>	<i>Mesodesma donacium</i>	Intermareal bajo	Zona norte/centro/sur
Copépodo	<i>Candancia</i>			
Decapodo	<i>Bellia</i>	<i>Bellia picta</i>		
Decapodo	<i>Emerita</i>	<i>Emerita analoga</i>	Intermareal bajo	Zona norte/centro/sur
Decapodo	<i>Lepidopa</i>	<i>Lepidopa chilensis</i>		
Decapodo	<i>Ocypode</i>	<i>Ocypode gaudichaudii</i>	Intermareal alto	Zona norte
Insecto	<i>Phaleresidia</i>	<i>Phaleresidia maculata</i>	Intermareal alto	
Isópodo	<i>Chaetilia</i>	<i>Chaetilia paucidens</i>		
Isópodo	<i>Excirolana</i>	<i>Excirolana braziliensis</i>	Intermareal medio	Zona norte
Isópodo	<i>Excirolana</i>	<i>Excirolana hirsuticauda</i>	Intermareal medio	Zona central
Isópodo	<i>Excirolana</i>	<i>Excirolana monodi</i>	Intermareal medio	Zona centro/sur
Isópodo	<i>Macrochiridotea</i>	<i>Macrochiridotea aff lillianadae</i>		
Isópodo	<i>Macrochiridotea</i>	<i>Macrochiridotea mehuinensis</i>		
Isópodo	<i>Macrochiridotea</i>	<i>Macrochiridotea setifer</i>		
Poliqueto	<i>Euzonus</i>	<i>Euzonus heterocirrus</i>		
Poliqueto	<i>Hemipodus</i>			
Poliqueto	<i>Nephtys</i>	<i>Nephtys impressa</i>	Intermareal bajo	Zona norte/centro/sur
Poliqueto	<i>Nephtys</i>	<i>Nephtys monilibranchiata</i>		
Poliqueto	<i>Polydora</i>			
Poliqueto	<i>Scolecopsis</i>	<i>Scolecopsis chilensis</i>		

Tabla A.5. Especies no amenazadas, y sin categoría de conservación sensibles a los efectos oceanográficos, ecológicos y antrópicos.

Grupo funcional	Nombre especie	Nombre común	Tipo	Descripción	Nativa	Endémica	Norte (18°S – 30°S)	Centro (31°S– 35°S)	Sur (36°S – 42°S)	Austral (43°S– 56°S)	Temperatura	Salinidad	Acidificación	Disponibilidad sustrato	Explotación humana	Enfermedades zoonóticas	Referencia
Algas calcáreas, incrustantes y articuladas	<i>Mesophyllum sp.</i>		Planta	Alga			1	1	1		Si						Aguilera et al. 2019
Algas calcáreas, incrustantes y articuladas	<i>Lithophyllum sp.</i>		Planta	Alga			1	1	1		Si						Aguilera et al. 2019
Algas calcáreas, incrustantes y articuladas	<i>Corallina officinalis</i>		Planta	Alga			0	1	1		Si				No		Aguilera et al. 2019
Algas efimeras-opportunistas	<i>Ulva rigida</i>	Lechuga de mar	Planta	Alga			1	1	1		Si				No		Aguilera et al. 2019
Algas efimeras-opportunistas	<i>Ulva compressa</i>	Lechuga de mar	Planta	Alga			1	1	1		Si				No		Aguilera et al. 2019
Algas efimeras-opportunistas	<i>Pyropia sp.</i>		Planta	Alga			1	1	0		Si						Aguilera et al. 2019
Algas efimeras-opportunistas	<i>Bangia sp.</i>		Planta	Alga			0	1	0		Si						Aguilera et al. 2019
Algas efimeras-opportunistas	<i>Ullothrix fiacca</i>		Planta	Alga			0	0	1		Si						Aguilera et al. 2019
Algas efimeras-opportunistas	<i>Pyropia sp.</i>		Planta	Alga			1	1	0		Si						Aguilera et al. 2019
Algas efimeras-opportunistas	<i>Centroceras clavulatum</i>		Planta	Alga			1	1	0		Si						Aguilera et al. 2019
Algas efimeras-opportunistas	<i>Polysiphonia sp.</i>		Planta	Alga			1	1	0		Si						Aguilera et al. 2019
Algas efimeras-opportunistas	<i>Caulacanthus ustulatus</i>		Planta	Alga			1	0	0		Si						Aguilera et al. 2019
Algas efimeras-opportunistas	<i>Petalonia fascia</i>		Planta	Alga			0	1	0		Si						Aguilera et al. 2019
Algas efimeras-opportunistas	<i>Scytosiphon lomentaria</i>		Planta	Alga			0	1	0		Si						Aguilera et al. 2019
Algas efimeras-opportunistas	<i>Ceramium rubrum</i>		Planta	Alga			1	0	0		Si						Aguilera et al. 2019
Algas efimeras-opportunistas	<i>Colpomenia sinuosa</i>		Planta	Alga			1	0	0		Si						Aguilera et al. 2019
Algas efimeras-opportunistas	<i>Colpomenia trabeculata</i>		Planta	Alga			1	0	0		Si						Aguilera et al. 2019
Algas efimeras-opportunistas	<i>Mazzaella denticulata</i>		Planta	Alga			1	0	0		Si						Aguilera et al. 2019
Algas efimeras-opportunistas	<i>Glossophora kunthii</i>		Planta	Alga			1	0	0		Si						Aguilera et al. 2019
Algas efimeras-opportunistas	<i>Mazzaella laminarioides</i>		Planta	Alga			0	1	1		Si						Aguilera et al. 2019
Algas efimeras-opportunistas	<i>Gelidium chilense</i>		Planta	Alga			0	1	1		Si				Si		Aguilera et al. 2019
Algas efimeras-opportunistas	<i>Gelidium lingulatum</i>		Planta	Alga			0	1	1		Si				Si		Aguilera et al. 2019
Algas efimeras-opportunistas	<i>Gelidium rex</i>		Planta	Alga			0	1	1		Si				Si		Aguilera et al. 2019
Algas efimeras-opportunistas	<i>Dyctyota dicotoma</i>		Planta	Alga			0	1	1		Si						Aguilera et al. 2019
Algas efimeras-opportunistas	<i>Gelidium pseudointricatum</i>		Planta	Alga			0	0	1		Si						Aguilera et al. 2019
Algas efimeras-opportunistas	<i>Sarcothalia crispata</i>	Luga negra, luga lija	Planta	Alga			0	0	1	1					Si		Subpesca
Algas efimeras-opportunistas	<i>Gigartina skottsbergii</i>	Luga roja, cuero de chanco	Planta	Alga			0	0	0	1					Si		Subpesca
Algas efimeras-opportunistas	<i>Agarophyton chilense (Gracilaria chilensis)</i>	Pelillo	Planta	Alga			0	1	1	0					Si		Subpesca

Pastoreadores	<i>Tetrapygyus niger</i>	Erizo negro	Invertebrados	Equinodermos		1	1	0			Si			No		Aguilera et al. 2019
Pastoreadores	<i>Loxechinus albus</i>	Erizo rojo	Invertebrados	Equinodermos		1	1	0			Si			Si		Aguilera et al. 2019
Algas efimeras-opportunistas	<i>Mastocarpus latissimus</i>	Luga roja, Alga roja foranea (No nativa)	Planta	Macroalga	No	1	1	1			Si			Si		Aguilera et al. 2019
Macroalgas (Kelps y Fucoides)	<i>Lessonia berteriana</i>	Huiro negro	Planta	Macroalga		1	0	0			Si			Si		Aguilera et al. 2019
Macroalgas (Kelps y Fucoides)	<i>Lessonia spicata</i>	Huiro palo	Planta	Macroalga		1	1	1			Si			Si		Aguilera et al. 2019
Macroalgas (Kelps y Fucoides)	<i>Macrocystis pyrifera</i>	Huiro flotador	Planta	Macroalga		1	1	1			Si			Si		Aguilera et al. 2019
Macroalgas (Kelps y Fucoides)	<i>Durvillea antarctica</i>	Cochayuyo	Planta	Macroalga		0	1	1			Si			Si		Aguilera et al. 2019
Filtradores	<i>Perumytilus purpuratus</i>	Chorito maico	Invertebrados	Mitilidos		1	1	1			Si	Si		No		Aguilera et al. 2019, Vargas et al. 2017
Filtradores	<i>Semimytilus algosus</i>	Chorito verde	Invertebrados	Mitilidos		1	1	0			Si			Si		Aguilera et al. 2019
Filtradores	<i>Mytilus chilensis</i>	Mejillón, chorito	Invertebrados	Mitilidos		1	1	1	1		No	Si		Si		Saavedra et al. 2021, Subpesca, Vargas et al. 2017
Filtradores	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Mejillón, chorito	Invertebrados	Mitilidos	No	1	1	1	1		No					Saavedra et al. 2021
Depredadores	<i>Concholepas concholepas</i>	Loco	Invertebrados	Molusco		1	1	1	1		Si	Si		Si		Aguilera et al. 2019, Subpesca, Vargas et al. 2017
Depredadores	<i>Acanthina monodon</i>	Caracol con diente	Invertebrados	Molusco		0	0	1			Si			Si		Aguilera et al. 2019
Depredadores	<i>Octopus mimus</i>	Pulpo común	Invertebrados	Molusco		1	1	0	0		Si			Si		Aguilera et al. 2019, Subpesca
Depredadores	<i>Octopus mimus</i>	Pulpo común	Invertebrados	Molusco		1	1	0	0		Si	Si		Si		Ibañez et al. 2009, Subpesca
Depredadores	<i>Dosidicus gigas</i>	Jibia	Invertebrados	Molusco		1	1	1	0		Si	Si		Si		Ibañez et al. 2009, Subpesca
Filtradores	<i>Venus antiqua</i>	Almeja	Invertebrados	Molusco		1	1	1	1					Si		Subpesca
Filtradores	<i>Tawera gay</i>	Juliana	Invertebrados	Molusco	Endémica local	0	0	0	1					Si		Subpesca
Filtradores	<i>Mesodesma donacium</i>	Macha	Invertebrados	Molusco		1	1	0	0					Si		Subpesca
Filtradores	<i>Trophon geversianus</i>	Caracol trophon	Invertebrados	Molusco		0	0	1	1					Si		Subpesca
Filtradores	<i>Ensis macha</i>	Huepo, navaja de mar, espárrago de mar	Invertebrados	Molusco		1	1	1	1					Si		Subpesca
Filtradores	<i>Argopecten purpuratus</i>	Ostión del norte	Invertebrados	Molusco		1	0	0	0		No			Si		Saavedra et al. 2021, Subpesca
Filtradores	<i>Chlamys vitrea</i>	Ostión austral	Invertebrados	Molusco		0	0		1					Si		
Filtradores	<i>Zygochlamys patagonica</i>	Ostión patagonico	Invertebrados	Molusco		0	0	0	1					Si		Rosenfield et al. 2021
Filtradores	<i>Austrochlamys natans</i>	Ostión del sur	Invertebrados	Molusco		0	0	1	1					Si		Rosenfield et al. 2021
Filtradores	<i>Ostrea chilensis</i>	Ostra chilena	Invertebrados	Molusco		0	0	1	1					Si		Subpesca
Pastoreadores	<i>Echinolittorina peruviana</i>	Caracol zebra	Invertebrados	Molusco		1	1	0			Si			No		Aguilera et al. 2019
Pastoreadores	<i>Austrolittorina araucana</i>	Caracol	Invertebrados	Molusco		1	1	1			Si			No		Aguilera et al. 2019
Pastoreadores	<i>Lottia orbigny</i>	Lapa señorita	Invertebrados	Molusco		1	1	1			Si					Aguilera et al. 2019

Pastoreadores	<i>Siphonaria lessoni</i>	Lapa pulmonada	Invertebrados	Molusco	1	1	1		Si								Aguilera et al. 2019
Pastoreadores	<i>Scurria viridula</i>	Lapa	Invertebrados	Molusco	1	0	0		Si		Si	Si					Aguilera et al. 2019, 2020,
Pastoreadores	<i>Scurria zebrina</i>	Gorrito zebra	Invertebrados	Molusco	0	1	1		Si								Aguilera et al. 2019
Pastoreadores	<i>Scurria variabilis</i>	Lapa	Invertebrados	Molusco	0	1	1		Si		Si	Si					Aguilera et al. 2019, 2020,
Pastoreadores	<i>Scurria araucana</i>	Lapa	Invertebrados	Molusco	0	1	0		Si								Aguilera et al. 2019
Pastoreadores	<i>Chiton granosus</i>	Quitón o Chape	Invertebrados	Molusco	1	1	1		Si					No			Aguilera et al. 2019
Pastoreadores	<i>Scurria cecilianana</i>	Lapa	Invertebrados	Molusco	1	1	1		Si								Aguilera et al. 2019
Pastoreadores	<i>Fissurella crassa</i>	Lapa ocho	Invertebrados	Molusco	0	1	1		Si					Si			Aguilera et al. 2019
Pastoreadores	<i>Enoplochiton niger</i>	Quitón o Chape	Invertebrados	Molusco	1	0	0		Si					No			Aguilera et al. 2019
Pastoreadores	<i>Fissurella limbata</i>	Lapa	Invertebrados	Molusco	1	1	0		Si					Si			Aguilera et al. 2019
Pastoreadores	<i>Tegula atra</i>	Caracol negro o melonhué	Invertebrados	Molusco	1	1	0		Si					Si			Aguilera et al. 2019
Pastoreadores	<i>Prisogaster niger</i>	Caracol negro	Invertebrados	Molusco	1	1	0		Si					Si			Aguilera et al. 2019
Pastoreadores	<i>Fissurella latimarginata</i>	Lapa	Invertebrados	Molusco	0	1	0		Si					Si			Aguilera et al. 2019
Pastoreadores	<i>Fissurella picta</i>	Lapa ojo de cerradura pintada	Invertebrados	Molusco	0	0	1		Si					Si			Aguilera et al. 2019
Pastoreadores	<i>Nacella magellanica</i>	Lapa de cobre de magallanes	Invertebrados	Molusco	0	0	1		Si								Aguilera et al. 2019
Pastoreadores	<i>Nacella deaurata</i>	Lapa baja	Invertebrados	Molusco	0	0	1		Si								Aguilera et al. 2019
Pastoreadores	<i>Microlophus atacamensis</i>	Lagarto corredor de atacama	Invertebrados	Reptil	Endémica local	1	0	0	Si					No			Aguilera et al. 2019
Pastoreadores	<i>Microlophus quadrivittatus</i>	Lagarto corredor de cuatro bandas	Invertebrados	Reptil		1	1	0	Si					No			Aguilera et al. 2019
Filtradores	<i>Pyura chilensis</i>	Piure	Vertebrado	Tunicado		0	1	0	Si					Si			Aguilera et al. 2019