



MESA
OCEANOS

Nueve medidas basadas en el océano para las Contribuciones Determinadas a nivel Nacional de Chile



COP25
CHILE
2019

COMITÉ
CIENTÍFICO

COP25CHILE

Nueve medidas basadas en el océano para las Contribuciones Determinadas a nivel Nacional de Chile



COMITÉ
CIENTÍFICO
COP25 CHILE



AUTORES

Coordinadora mesa Océanos

Laura Farías¹

Coordinadora editorial

Karen Ubilla Farías²

Coautores

Catalina Aguirre G.^{3,4}, Luis Bedriñana^{5,6,7}, Rodrigo Cienfuegos^{8,9},
Verónica Delgado^{1,10}, Camila Fernández^{1,11,12,13}, Miriam Fernández^{8,14},
Aurora Gaxiola^{8,15,16}, Humberto González^{5,12}, Rodrigo Huckle-Gaete^{5,6,7},
Pablo Marquet⁸, Vivian Montecino^{17,16}, Carmen Morales^{1,17}, Diego
Narváez^{1,13}, Mauricio Osses^{18,4}, Begoña Peceño¹⁹, Eduardo Quiroga²⁰,
Laura Ramajo²¹, Héctor Hito Sepúlveda¹, Doris Soto^{1,11}, Enrique
Vargas²², Francisco Viddi⁷ y Javiera Valencia⁸.

- 1 Universidad de Concepción
- 2 Universidad San Sebastián
- 3 Universidad de Valparaíso
- 4 Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2)
- 5 Universidad Austral de Chile
- 6 Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas
- 7 ONG Centro Ballena Azul
- 8 Pontificia Universidad Católica de Chile
- 9 Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres (CIGIDEN-FONDAP/Conicyt)
- 10 Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería (CRHAM)
- 11 Centro Interdisciplinario para la Investigación Acuicola (INCAR)
- 12 Centro de investigación dinámica de ecosistemas marinos de altas latitudes (IDEAL-FONDAP)
- 13 Centro COPAS Sur-Austral
- 14 Estación Costera de Investigaciones Marinas de Las Cruces
- 15 Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad (CAPES)
- 16 Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB)
- 17 Instituto Milenio de Oceanografía
- 18 Universidad Técnica Federico Santa María
- 19 Universidad Católica del Norte
- 20 Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
- 21 Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA)
- 22 Armada de Chile, Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante de Chile (DIRECTEMAR)

Apoyo y gestión: Daniela Benavente, Felipe Guarda, Bárbara Morales, Andrea Rudnick

Edición: María Inés Pérez

Diseño: www.negro.cl

Foto portada: Carla Ximena Salinas S.

Citar como:

Farías, L., Ubilla K., C. Aguirre, L. Bedriñana, R. Cienfuegos, V. Delgado, C. Fernández, M. Fernández, A. Gaxiola, H. González, R. Huckle-Gaete, P. Marquet, Vivian Montecino, C. Morales, D. Narváez, M. Osses, B. Peceño, E. Quiroga, L. Ramajo, H. Sepúlveda, D. Soto, E. Vargas, F. Viddi, J. Valencia. *Nueve medidas basadas en el océano para las Contribuciones Determinadas a nivel Nacional de Chile*. Comité científico COP25, mesa Océanos, 93 páginas.



PROCESO

Este documento ha sido elaborado colectiva y participativamente por los miembros de la mesa Océanos del Comité Científico COP25. En primera instancia, la coordinadora de la mesa propuso medidas basadas en la naturaleza y reducción de emisiones; posteriormente, surgieron por parte de los integrantes de la mesa otras medidas pertinentes. Cada medida fue trabajada en grupos de dos a cinco integrantes, quienes elaboraron en línea los contenidos de cada ficha; luego de un plazo de entrega, se revisaron, estandarizaron y editaron los contenidos; cuando fue necesario, se solicitó información adicional. Una vez compiladas todas las fichas, la mesa Océanos participó nuevamente de una revisión y levantamiento de brechas de acuerdo con todos los contenidos compilados, se elaboraron tablas integrativas y otras discusiones que enriquecieron el documento.

Finalmente, se realizó una encuesta en línea entre los días 16 y 22 de noviembre, cuyo propósito fue recabar información relevante para analizar de qué manera el océano y la zona costera están siendo incorporados en la propuesta de actualización de las Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (NDC, 2019), y proponer mejoras desde la mesa que permitan incrementar la ambición de las metas comprometidas.

El cuestionario fue enviado a la totalidad de los investigadores de la mesa Océanos, recibiendo un total de 29 respuestas. Dicha encuesta ha sido procesada y analizada por el equipo de gestión del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2 e incorporada a la consulta ciudadana:

http://consultasciudadanas.mma.gob.cl/mma-pac/app/home_ciudadano?execution=ets2

AGRADECIMIENTOS

El Comité Científico COP25 agradece al Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, al Ministerio del Medio Ambiente, a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, y a la Unión Europea por el apoyo en distintas etapas del trabajo del Comité y la mesa Océanos.

Los contenidos de este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores y no representan necesariamente a sus universidades o centros de investigación de afiliación, ni a las instituciones aquí mencionadas.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Resumen ejecutivo	7
Introducción	8
Objetivos.	12
Medidas basadas en el océano.	13
4.1. Preservar el stock y el secuestro de carbono en ecosistemas marinos y costeros	13
4.2. Reducir emisiones de gases de efecto invernadero en economía del océano	38
4.3. Adaptación y Generación de capacidades en el océano	51
Conclusiones y recomendaciones	62
Referencias.	65

FIGURAS

Figura 1. Tasas medias de secuestro de carbono orgánico (gC m ⁻² año ⁻¹) en suelos de bosques y sedimentos de ecosistemas costeros con vegetación. Las barras de error indican tasas máximas de enterramiento. Eje Y en escala logarítmica; tomado de Mcleod <i>et al.</i> (2011)..	9
Figura 2. Almacenamiento de carbono en distintos reservorios, biósfera (como biomasa) y litósfera (como carbono orgánico en sedimentos), en ecosistemas denominados carbono azul y bosques. Nótese que gran parte del carbono se almacena en suelos/sedimentos asociados a estos ecosistemas y que supera con creces los almacenados en ecosistemas terrestres. Extraído de Pendleton <i>et al.</i> (2012).	10
Figura 3. Distribución global de ecosistemas con vegetación tomado de Filbee-Dexter and Wernberg (2018).	11
Figura 4. Zonas del espacio marino según el derecho internacional, extraída de González (2017)	16
Figura 5. Ocho mecanismos de captura y secuestro de carbono en ecosistemas marinos con la presencia de cetáceos en la trama trófica Lutz & Martin (2014).	35



Figura 6. Suministro continuo de servicios ecosistémicos en áreas marinas protegidas (tomado de Roberts <i>et al.</i> , 2017).....	37
Figura 7. Levantamiento de información y análisis requerido para transformar al Sistema Integrado de Observación del Océano Chileno (SIOOC) en una herramienta de adaptación al cambio climático.....	58
Figura 8. Esquemas de financiamiento para carbono azul. Fuente: Herr <i>et al.</i> (2015)	64

TABLAS

Tabla 1. Enterramiento de carbono orgánico en ecosistemas marinos costeros (sus suelos y sedimentos asociados a marismas, bosques de algas y humedales), respecto al océano global (sedimentos marinos) y el enterramiento llevado a cabo en sedimentos de la ZEE (Elaboración Laura Farías).....	10
Tabla 2. Estimaciones de áreas (global y en Chile), tasas de producción primaria, acumulación y enterramiento de carbono orgánico en distintos hábitats nacionales (Recopilación Laura Farías).....	14
Tabla 3. Políticas, Planes y Estrategias nacionales y sectoriales asociadas a la gestión del agua, biodiversidad o cambio climático que tienen iniciativas de protección a humedales costeros (Extraído de Grau, 2018). .	24
Tabla 4. Mecanismos biológicos y biogeoquímicos que proceden en ecosistemas con presencia de vertebrados marinos (Extraído de Lutz & Martin (2014)	34
Tabla 5. Establecimiento de áreas ECA en distintos continentes (Extraído de Hassellöv <i>et al.</i> , 2012).....	42
Tabla 6. Potencia de MWh de distintas alternativas de energía en diversas zonas de la costa chilena (Elaboración Catalina Aguirre).	48
Tabla 7. Proyectos de ley del sector pesca y acuicultura vigentes al año 2019.	54



ANEXOS

**Anexo I: Observaciones a la propuesta de NDC del
Gobierno de Chile de agosto 2019 70**

**Anexo II: Cálculos de almacenamiento y enterramiento
de carbono para la ZEE chilena 74**

**Anexo III: Alcances de definiciones de zonas marinas
según CONVEMAR 75**

**Anexo IV: Análisis de tipos de explotación y actividad
minera a la que estaría sujeta Chile 76**

**Anexo V: Recopilación de acciones basadas en carbono azul
en las NDC de diferentes países, incluye tipo de medida
(mitigación y adaptación) y año 77**



Resumen ejecutivo

Las Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés) se han convertido en un instrumento clave para comprometer principalmente metas de mitigación y adaptación al cambio climático. Gestadas en el Acuerdo de París (2015) aspiran a cumplir dos de sus objetivos más ambiciosos: mantener el incremento de la temperatura global muy por debajo de los 2°C, respecto a la era preindustrial, y fortalecer y aumentar la capacidad de adaptación y resiliencia a los efectos adversos del cambio climático.

La actualización de las NDC el año 2020 las llevará a convertirse en un instrumento ambicioso y con trazabilidad, luego de la declaración de limitar a 1,5 °C el incremento de temperatura al 2030 (IPCC, 2018) y la cumbre del clima de Katowice (COP24). Chile, ejerciendo la presidencia de la COP25, se debe comprometer a metas más ambiciosas, transparentes y progresivas, entre ellas, la carbono- neutralidad, la COP azul y la economía circular.

La mesa Océanos del Comité Científico COP25, a partir de una metodología participativa y colaborativa, propone nueve medidas basadas en el océano, para contribuir a la meta de reducción de sus emisiones, y realiza un análisis de los alcances que tiene la primera propuesta de actualización de las NDC (2020) en el tema océano. Las medidas propuestas en este informe colindan con acciones que: 1) favorecen el secuestro de carbono, como soluciones basada en naturaleza (carbono azul); 2) reducen las emisiones de gases con efecto invernadero (GEI) en la economía del océano; y 3) abordan la vulnerabilidad, riesgos e impactos del cambio climático en el sector pesca y acuicultura, enfocándose en la inequidad social y de género, y la construcción de capacidades relativa a implementar un sistema observación del océano y reducir brechas en su conocimiento, gestión y administración.

Se refuerza en el concepto de entierro de carbono como el resultado del funcionamiento a largo plazo de una compleja red de procesos del ciclo del carbono, donde los sedimentos marinos y suelos costeros se constituyen como el mayor reservorio de largo aliento de carbono en el planeta. Al respecto, se reúnen antecedentes de la ventaja competitiva que tiene Chile respecto a la protección de fondos marinos, marismas y bosques de algas pardas; ecosistemas de fundamental importancia para la mitigación del cambio climático, pero, específicamente, vulnerables a su impacto y a la acción humana.

Respecto a la economía del océano, la reducción de la emisión de GEI por parte de actividades como el transporte marítimo, acuicultura y el uso de energías marinas son medidas muy factibles e internacionalmente comprobadas, cuyos costos-beneficios van en directa relación con los compromisos y mercados internacionales. Este es especialmente relevante para la acuicultura y la economía circular. Finalmente, para adaptarse deben existir capacidades en un Sistema Integrado de Observación del Océano Chileno (SIOOC) que incluya alertas ambientales tempranas y proyecciones, de modo de reducir riesgos y conflictividades ambientales y sociales, y disminuir las brechas de conocimiento, de gobernanza y económicas respecto al océano.

Lo que importa es transformar los compromisos en acciones/medidas trazables, y al respecto, dada su vocación oceánica y su dependencia a este medio, Chile debe tener unas NDC ambiciosas que incluyan los hábitats y ecosistemas marinos (carbono azul) en los presupuestos de carbono nacional (además de las contribuciones en materia de cambio de uso de la tierra y silvicultura, UTCUTS), declarar co-beneficios, dar valoración económica de los servicios ecosistémicos ambientales, y formular políticas públicas dirigidas a la conservación.

El presente informe releva la necesidad de generar voluntad política para fortalecer el marco normativo y/o legislativo que permita proteger a los sistemas costeros que cumplen importantes funciones para el cambio climático; fortalecer la capacidad adaptativa de las comunidades pesqueras y acuicultoras, y comprometer Áreas Marinas Protegidas con planes de manejo al corto plazo de modo de aumentar el nivel de ambición y alcanzar la carbono neutralidad.

Introducción

Las Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés) recogen los compromisos adoptados en forma soberana por cada país ante el Acuerdo de París, y que son comunicadas a la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) cada cinco años.

Si bien las NDC cubren el mediano plazo al año 2030, Chile se ha comprometido a la carbono-neutralidad para el año 2050 en el anteproyecto de Ley Marco de Cambio Climático.

Las NDC se sustentan en cinco pilares: Mitigación, Adaptación, Construcción y fortalecimiento de capacidades, Desarrollo y transferencia de tecnologías y Financiamiento.

Lo que importa es transformar los compromisos planificados en acciones o medidas trazables, financiadas, y si es posible en un marco normativo y legislativo; incluirlas en el presupuesto de carbono del país y declarar co-beneficios, de modo de aumentar el nivel de ambición para limitar el incremento de temperatura en 1,5 °C y alcanzar la carbono-neutralidad.

Para convertir las NDC en acciones, las Partes necesitan proponerlas bajo un fundamento climático; en el caso de la mitigación esto es, por ejemplo, cuánto CO₂ se deja de emitir, y si se mantendrá el stock de carbono o se favorecerá su captura o secuestro, todo en términos de CO₂eq, y otros co-beneficios. Para ello debe someterse a un proceso exhaustivo de desarrollo de políticas y estrategias, legislación, presupuestos, inversión y, finalmente, monitoreo y evaluación, con el fin de asegurar que se logren los objetivos (NDC Partnership Support Unit, 2017).

En este documento se presentan tres paquetes de medidas basadas en océano: 1) medidas o acciones de mitigación propiamente tal; es decir, aquellas acciones que están encaminadas a favorecer el secuestro de carbono, originalmente como CO₂ en la atmósfera, contexto en el que surge el concepto de carbono azul; 2) medidas que tienden a reducir y limitar las emisiones de GEI y, 3) medidas de adaptación y construcción de capacidades que se basen en reducir la vulnerabilidad, riesgos e impactos ante los efectos derivados del CC en el océano y cómo este exacerba las amenazas socioeconómicas.

Box 1: El concepto de carbono azul, el presupuesto de carbono del océano y las oportunidades para Chile

Blue carbon o carbono azul es un término acuñado en el 2009 a partir de programa internacional (*The Blue Carbon Initiative, 2009*) enfocado en mitigar el cambio climático a través de la conservación y restauración de los ecosistemas costeros y marinos que naturalmente almacenan (biomasa) y secuestran grandes cantidades de carbono azul, tanto en las plantas, macroalgas como en el sedimento. En la actualidad, se centra en manglares, marismas o humedales, bosques de macroalgas y pastos marinos; sistemas que capturan (fotosíntesis), almacenan (biomasa) y, finalmente, acumulan y entierran carbono en sedimentos adyacentes. Por ejemplo, más del 95 % del carbono en las praderas de pastos marinos se almacena en los suelos (Kennedy et al., 2010).

Cuando están protegidos o restaurados, los hábitats "carbono azul" secuestran y almacenan carbono; pero cuando se degradan o destruyen, estos emiten el carbono que habían almacenado durante siglos y los convierten en fuentes de GEI hacia la atmósfera (Howard et al., 2017). Estudios estiman que se liberan anualmente hasta 1.02 mil millones de toneladas de CO₂ de los ecosistemas costeros degradados, equivalente al 19 % de las emisiones de la deforestación tropical en todo el mundo con daños económicos de 6000-42 000 millones US\$ anuales (Pendleton et al., 2012).

Es importante diferenciar conceptos de producción primaria (fotosíntesis), almacenamiento o biomasa (*standing stock*) y acumulación/ enterramiento de carbono en el océano. La producción primaria neta (PPN) es la velocidad o tasa con la que la energía se almacena en forma de materia orgánica, por medio de la actividad fotosintética a partir de los productores primarios (plantas verdes, macroalgas, fitoplancton), considerando pérdidas por respiración. Este proceso puede contribuir al incremento de la biomasa vegetal (almacenamiento), cuando la tasa de producción primaria supera a todas las potenciales pérdidas (respiración, pastoreo, explotación, etc.). Por ejemplo, las estimaciones de la tasa de producción primaria de lechos de algas marinas son sorprendentemente altas. Mann (1992) sugirió 1000 a 2000 $\text{gC m}^{-2} \text{año}^{-1}$, mientras que el fitoplancton costero produce 150 a 300 $\text{gC m}^{-2} \text{año}^{-1}$. De hecho, la eficiencia o rendimiento de la producción de macroalgas, estimada a partir de la relación producción/biomasa (P/B) es de 4 a 10; es decir, la producción es de 4 a 10 veces el promedio de la biomasa.

El secuestro o entierro de carbono es el proceso de captura del CO_2 de la atmósfera, de conversión en carbono orgánico particulado y de entierro de este en un reservorio por una escala tiempo geológico, en este caso los sedimentos marinos. El principal reservorio de carbono, tanto orgánico como inorgánico, del planeta es el océano (38.630 Pg C), seguido por la superficie terrestre con 1400 Pg C, donde la zona costera, aunque solo se encuentre en un pequeño porcentaje <2 % de la superficie global, representa más de un tercio del stock de carbono (455 a 700 Pg C).

En la Tabla 1 se cuantifica el carbono orgánico enterrado en los sedimentos marinos y aquellos asociados al borde costero (ecosistemas carbono azul) y se compara con los estimados para la plataforma continental y la zona económica exclusiva chilena (ZEE). La superficie de la ZEE chilena es el 0,5% de la superficie global del océano y la tasa de enterramiento, ponderada por tres zonas, norte, centro y sur de Chile, es entre 1,00 y 25,3 Tg año^{-1} (Anexo II); esta una cantidad muy significativa cuando se compara con ecosistemas de carbono azul (Tabla 1). Por ello, se alerta por la necesidad de proteger los fondos marinos de la ZEE chilena, las estimaciones de tasas de enterramiento globales de carbono orgánico, en las marismas, los manglares, bosques de algas pardas y pastos marinos, fluctúan entre 31 a 87 Tg C año^{-1} ; estas pueden ser entre 7 a 21 veces mayores que las tasas de enterramiento de carbono en bosques tropicales, templados y boreales (Figura 1).

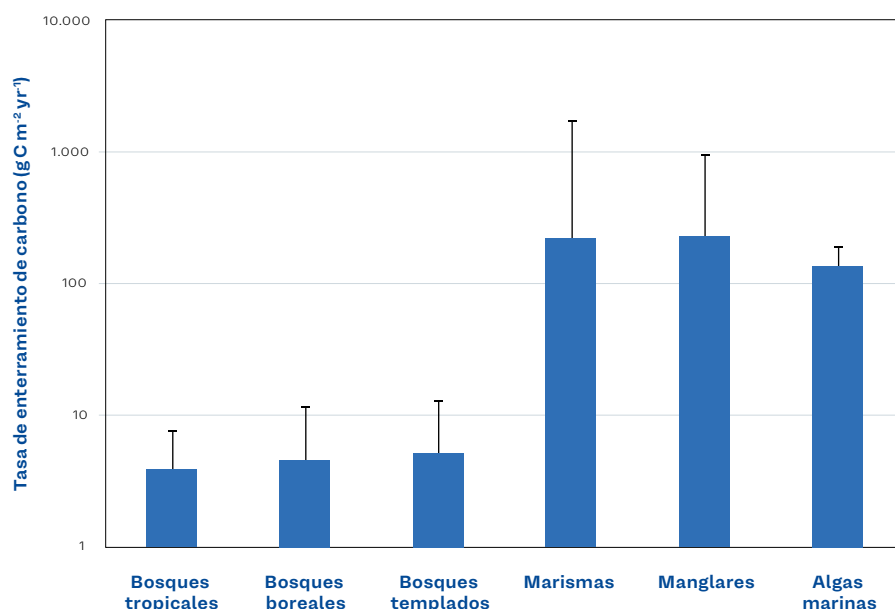


Figura 1. Tasas medias de secuestro de carbono orgánico ($\text{gC m}^{-2} \text{año}^{-1}$) en suelos de bosques y sedimentos de ecosistemas costeros con vegetación. Las barras de error indican tasas máximas de enterramiento. Eje Y en escala logarítmica; tomado de Mcleod et al. (2011).

Cuando se estudia qué reservorios o componentes acumulan y entierran carbono orgánico, resultan ser finalmente ecosistemas marinos "carbono azul", los que entierran en sedimentos y suelos gran parte del carbono producido por plantas y macrófitas, mientras que una menor proporción queda como biomasa. Cuando ecosistemas como carbono azul se comparan (en una misma unidad de superficie) con bosques tropicales o caducifolios del hemisferio norte, la magnitud acumulada en sedimentos/suelos por el carbono azul es sustantivamente mayor que los bosques mencionados (Figura 2). Para el caso de bosques de macroalgas pardas, el ciclo del carbono aún no está bien estudiado y se debe partir con los inventarios y estimaciones de biomasa en Chile.

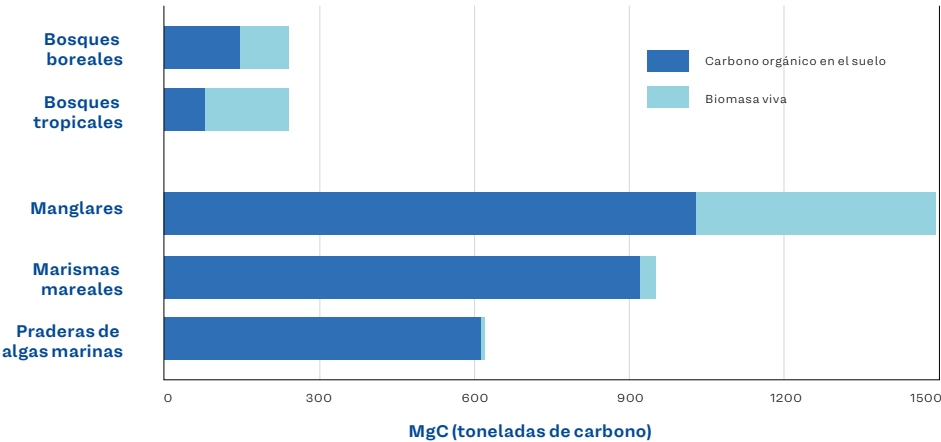


Figura 2. Almacenamiento de carbono en distintos reservorios, biósfera (como biomasa) y litósfera (como carbono orgánico en sedimentos), en ecosistemas denominados carbono azul y bosques. Nótese que gran parte del carbono se almacena en suelos/sedimentos asociados a estos ecosistemas y que supera con creces los almacenados en ecosistemas terrestres. Extraído de Pendleton et al. (2012).

Hábitats	Respecto superficie total del océano km² * 10³	Tasa de enterramiento de carbonoorgánico Tg año⁻¹
Área total océano	361 000; 70 %	780 000
Plataforma continental global	29 000; 8%	290 000
Plataforma continental chilena	160; 0.045 %	**0.08-2.02
ZEE chilena	2009; 0.55 %	**1.0 -25.31
Macroalgas	2000-6800; 1 %-1.5 %	0.5-12
Manglares	137-151; 0.1 %	18.4-23.6
Marismas	40 000; 0.3 %	60.4
Pastos marinos	177-600; 0.1 %-0.2%	27.4
Total carbono azul	6117; 1.69 %	244-404

*Tg = 10¹² g
** Basado en rangos de tasa de acumulación y concentración de Corg reportados (Anexo II).

Tabla 1. Enterramiento de carbono orgánico en ecosistemas marinos costeros (sus suelos y sedimentos asociados a marismas, bosques de algas y humedales), respecto al océano global (sedimentos marinos) y el enterramiento llevado a cabo en sedimentos de la ZEE (Elaboración Laura Farías).

Por lo expuesto, resulta fundamental proteger los fondos marinos y sobre todo aquellos que presentan un eficiente proceso de enterramiento de carbono orgánico, como los asociados al carbono azul. La pérdida de un tercio de la cobertura global de estos ecosistemas implica una pérdida de sumideros de CO₂ y la emisión de 1 Pg de CO₂ al año. Por ejemplo, se considera que a nivel mundial se ha perdido el 50 % de los reservorios de carbono de los humedales (Griscom et al., 2017), a pesar de su capacidad de promover enterramiento de carbono y de mitigación. Si estos ecosistemas se protegen y en algunos casos se restauran, la capacidad de mitigación fluctúa en alrededor de 784 toneladas CO₂ año⁻¹, de los cuales 104 toneladas CO₂ año⁻¹ corresponden a humedales costeros distintos a los manglares (Griscom et al., 2017). La conservación, restauración y uso de hábitats costeros con vegetación en soluciones de ingeniería ecológica para la protección costera son promisorios (Duarte et al., 2013) y el costo de esta restauración es altísimo (Bayraktarov et al., 2016), por lo que proteger es la mejor opción.

Box 2: ¿Por qué proteger y conservar los ecosistemas costeros chilenos?

El carbono azul puede contribuir a la mitigación del cambio climático para muchas naciones, pero su alcance global es modesto (compensación de <3 % de las emisiones actuales). No obstante, tiene muchos y diversos efectos paliativos sobre algunos impactos de cambio climático en el océano, como la reducción de la acidificación y la desoxigenación (debido a la utilización CO_2 y producción de O_2), protección de costas frente a eventos extremos y efectos sobre las poblaciones de peces (refugios climáticos). Todo lo cual le da valor y llama a priorizar su protección de estos ecosistemas, para la mejor gestión ambiental, adaptación y creación de resiliencia.

La restauración del ecosistema puede reducir localmente los riesgos climáticos (confianza media, IPCC, 2019); es decir, que la protección y la mejora del carbono azul constituyen una contribución importante para la mitigación y adaptación a escala nacional. Este es el caso de Chile, que posee varias ventajas comparativas respecto a otros países: (a) una de las mayores superficies marinas costeras dada la larga longitud de sus costas y además con una gran extensión de la zona económica exclusiva (ZEE). De acuerdo con la razón del área de la ZEE respecto al área continental, Chile tiene una razón de área en el rango de 0.65-0.86 (Avelar et al., 2017), que se encuentra entre uno de los mayores del mundo, siendo comparable a México, Groenlandia, Noruega, Reino Unido. (b) Presenta altos stock de carbono acumulado en plataformas continentales y mares epicontinentales como zona de fiordos (Anexo II) dada la alta producción primaria de estos sistemas. (c) Posee altas reservas de carbono representadas por pastos marinos, plantas vasculares halófitas (resistentes a la salinidad) y bosques de macroalgas.

La Figura 3 presenta la distribución de los principales ecosistemas de carbono azul, donde se observa el protagonismo de Chile.

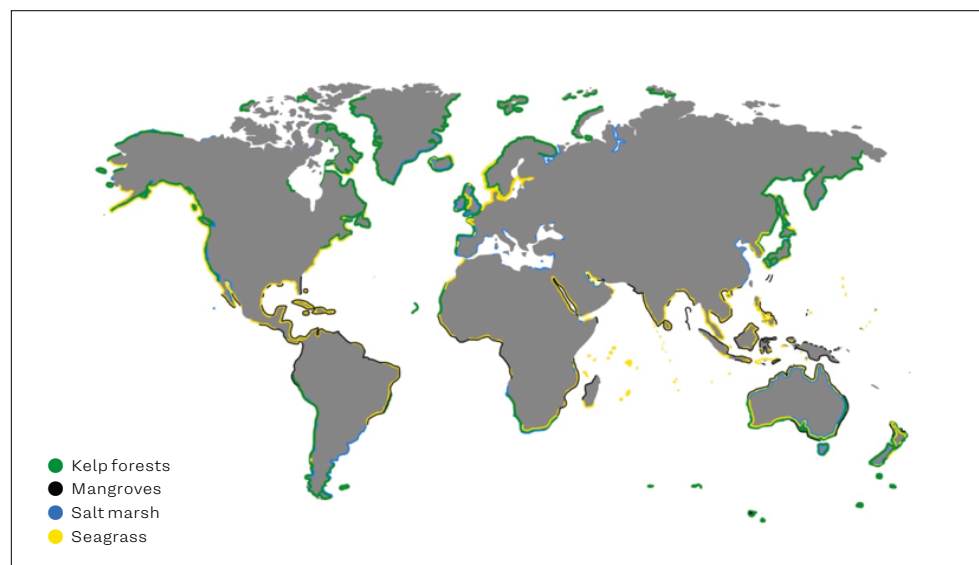


Figura 3. Distribución global de ecosistemas con vegetación tomado de Filbee-Dexter and Wernberg, 2018.



Box 3: Casos de estudio: Áreas Marinas Protegidas de Chile

Chile ha dado pasos importantes en la conservación de su océano y sus mares en los últimos años. Desde 2010 en adelante, ha avanzado decididamente en la creación de áreas marinas protegidas (AMP), como un instrumento de gestión ambiental para la protección y conservación de los ecosistemas, especies marinas y el valor genético que estas representan. Como signatario del Convenio de Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica (CDB) de 1992, Chile adoptó en 2010 el "Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020", que incluye las "Metas de Aichi para la Diversidad Biológica" en materia de conservación de la biodiversidad marina. La meta N° 11 establece que para 2020, el 10 % de las zonas marinas y costeras, especialmente las que revisten particular importancia para la diversidad biológica y algún servicio ecosistémico relevante dentro de la acción climática -básicamente los de almacenamiento y secuestro de carbono-, se habrán conservado por medio de sistemas de áreas protegidas administrados de manera eficaz y equitativa.

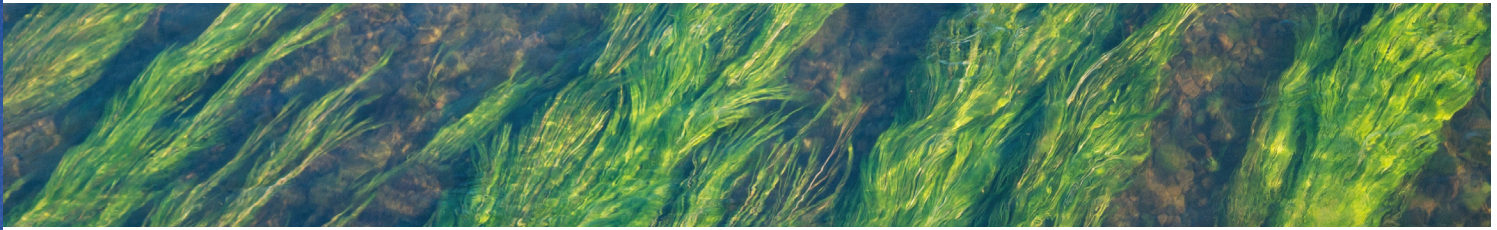
Asimismo, se resguardará que las AMP tengan representación ecosistémica y conectividad y que se consideren otras medidas de conservación eficaces basadas en áreas, así como la integración con los paisajes terrestres y marinos más amplios. La primera propuesta de NDC incluye a las AMP como instrumentos de conservación con planes de manejo, que pongan en valor los múltiples beneficios del carbono azul, sin duda protegerlos bajo la imagen de AMP es un desafío que el MMA y muchas otras organizaciones deben avanzar.

Las AMP son una estrategia de adaptación y mitigación rentable y de baja tecnología que generará beneficios colaterales múltiples a escalas locales y globales, mejorando las perspectivas para el medio ambiente y las personas en el futuro.

OBJETIVOS

A continuación, se presentan objetivos a ser analizados y considerados en las NDC de Chile para el 2020:

1. Relevar la importancia del océano en las NDC.
2. Poner en valor el rol del océano chileno en el cambio climático y la necesidad de adaptarse, de generar capacidades y mecanismos de transferencia tecnológica a ser incluido en las NDC.
3. Proponer medidas basadas en el océano, donde Chile tenga una ventaja comparativa, costo-efectiva y que dé cumplimiento a mejores normativas y a compromisos nacionales e internacionales.



Medidas basadas en el océano

4.1. PRESERVAR EL STOCK Y EL SECUESTRO DE CARBONO EN ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS

Los hábitats costeros con vegetación cubren menos del 2 % de la superficie total del océano, pero son altamente productivos con una tasa de producción primaria neta global que fluctúa entre 92-280 TgC año⁻¹ y contribuyen en hasta un 50 % del total del carbono orgánico enterrado en los sedimentos marinos (Duarte *et al.*, 2013); es decir, almacenan (temporalmente) y secuestran (por largos períodos de tiempo) grandes cantidades de carbono orgánico a partir del CO₂ atmosférico. Estos ecosistemas secuestran carbono orgánico de la manera más eficiente, superando a los ecosistemas terrestres de áreas equivalentes (Laffoley & Grimsditch, 2009). Además del gran potencial de almacenamiento de carbono orgánico que poseen los suelos y sedimentos marinos, estos proporcionan una multiplicidad de hábitats que albergan una enorme biodiversidad, al tiempo que contribuyen a la protección de la costa y la atenuación de la contaminación y otros tantos importantes servicios ecosistémicos.

Los ambientes costeros como playas, humedales, estuarios, fiordos, bahías, plataformas continentales, alberga diversos ecosistemas, por ejemplo, arrecifes, manglares, marismas, pastos marinos, bosques de macroalgas, parte de los cuales entran en el concepto del llamado “carbono azul” (Nellemann *et al.*, 2009); no obstante, son vulnerables al cambio climático y la acción del hombre (Keil, 2017). Las amenazas señaladas colindan con la pérdida de hábitat por factores físicos y biogeoquímicos (calentamiento, la desoxigenación y la acidificación, la sequía), así como los cambios inducidos por el hombre como la explotación, extracción de áridos, perturbaciones de suelos y sedimentos, entre otras. Todas estas amenazas confluyen en disminuir la preservación/enterramiento de carbono, ya que afectan el ciclo del carbono, sea este de carbonato y carbono orgánico en el océano, alterando la disolución de carbonato de calcio y la remineralización del carbono orgánico (Middelburg, 2018).

El proceso de enterramiento de carbono es el resultado del funcionamiento a largo plazo de esta compleja red de procesos del ciclo del carbono, donde los sedimentos del fondo del océano y las rocas sedimentarias asociadas constituyen el mayor reservorio de carbono en el planeta. De hecho, aproximadamente el 90 % del carbono orgánico secuestrado se acumula en los márgenes continentales, donde las áreas con mayor entierro son los ambientes deltaicos y fiordos (Hedges & Keil, 1995; Smith *et al.*, 2015); estos últimos muy bien representados en Chile.

La Tabla 2 reporta estimaciones de áreas globales de los principales hábitats costeros, tasas de PPN, almacenamiento y enterramientos y su comparación con sistemas costeros presentes en Chile.



Tabla 2. Estimaciones de áreas (global y en Chile), tasas de producción primaria, acumulación y enterramiento de carbono orgánico en distintos hábitats nacionales (Recopilación Laura Farías).

	Superficie Global	Área en Chile	Producción primaria neta (PPN)		Acumulación de carbono orgánico en suelos *		Entierro de Carbono o tasa de secuestro (largo plazo)	Referencias
	km ² *103	km ²	gC m ⁻² año ⁻¹	global PgC año ⁻¹	Mg km ⁻²	**Pg C global	Tg C año ⁻¹ global	
Macroalgas	2000-6800 1 %-1,5 %	No estimada	91-522	1.5-1.94	mucha incerteza	mucha incerteza	61-268	Gattuso et al. (2006) Laffoley & Grimsditch, 2009; Krause-Jensen & Duarte, 2016; Krause et al., 2018
Maglares	137-151 0.1%	No tiene	394-1000	0.05-0.17	2.55-6.83	9.1-10.4	18.4 - 23.6	Bouillion et al., 2008 , media geométrica de 27 estimaciones Duarte et al., 2005
Marismas	200 000-400 000 0.3 %	13 177*	438-1100	0.17-0.42	1.62	0.4-6.5	60.4	Duarte et al., 2005; media geométrica de 96 estimaciones publicadas.
Pastos Marinos	177 000-600 000 0.1 %-0.2% superficie total	5000**	395-449	0,06-1,94	1.39-3.72	4.2-8.4	27.4	Kennedy & Björk 2009; Kennedy et al., 2010, media geométrica de 5 estimaciones publicadas.
Total carbono azul	1.5 %			0.407-5.41			244-404	Duarte et al., 2005; Duarte et al., 2017

Medida 1:

Proteger al subsuelo marino de la Zona Económica Exclusiva chilena frente a amenazas como la minería submarina

Coautores

Verónica Delgado, Laura Fariás, Humberto González, Carmen Morales y Eduardo Quiroga.

Medida

Proteger el suelo marino frente a amenazas como la actividad de minería submarina en la Zona Económica Exclusiva chilena (ZEE). Se trata de una medida precautoria fundada en el principio *in dubio pro natura*, en virtud del cual ante la duda sobre el impacto que una acción u omisión pueda ocasionar en el ambiente o sus recursos naturales, las decisiones que se tomen deben ser en el sentido de protegerlos.

Objetivos

- › Proteger el fondo marino que lleva a cabo el enterramiento de carbono, proceso que por la magnitud y extensión de la ZEE (Tabla 1) tiene un rol fundamental en la mitigación al cambio climático (secuestro de carbono) y está asociado directamente a la regulación del clima planetario.
- › Establecer la prohibición de realizar minería submarina en la ZEE chilena, para evitar la alteración en el enterramiento de carbono en el océano, conservar la biodiversidad de sistemas bentónicos y otros servicios ecosistémicos.

Fundamento o servicio ecosistémico al que atañe la medida

Los sedimentos del fondo del océano y las rocas sedimentarias asociadas a éstos, se constituyen como el mayor reservorio de carbono en el planeta. Aproximadamente el 90 % del carbono orgánico se acumula y entierra en los márgenes continentales, principalmente ambientes deltaicos, fiordos, estuarios y plataformas continentales (Hedges & Keil, 1995). En la Tabla 1, se observan los reservorios de carbono que tiene el planeta Tierra y el caso de la ZEE de Chile.

En el caso de las plataformas continentales, aunque solo representan entre el 7 % y 10 % de la superficie oceánica global, estas llevan a cabo entre el 10 % y el 30 % de la producción primaria marina global (la base de la trama trófica) y sus sedimentos entierran (secuestran) entre el 30 % y 50 % del carbono inorgánico y el 80 % del carbono orgánico (Mackenzie *et al.*, 2005). La importancia de cuantificar la exportación de carbono desde aguas superficiales y entierro permanente en el suelo marino radica en el efecto mitigador, debido a que estos procesos capturan finalmente CO₂ de la atmósfera.

La minería submarina es una de las mayores amenazas del fondo marino, por cuanto altera la estratigrafía, estructura y su capacidad de secuestrar carbono. Esta es definida como un conjunto de operaciones relativas a la prospección, exploración, explotación y procesamiento de depósitos minerales en los sedimentos o subsuelo del océano, e incluye también el depósito de residuos mineros generados en el continente (relaves) o en el mismo océano. Actualmente, existe un gran interés a nivel internacional por explotar recursos minerales, principalmente metales, en el lecho y el subsuelo de los océanos, debido a la creciente escasez de materia prima en el sistema continental. En términos de explotación de los recursos, esta actividad presenta grandes desafíos tecnológicos, que han sido logrados en la presente década, pero con aparente baja viabilidad o rentabilidad económica en algunos casos, lo cual ha demorado hasta ahora su desarrollo en pleno.

En concreto, el desarrollo de la minería submarina en la ZEE de Chile tendría efectos directos sobre el secuestro de CO₂, especialmente en la zona costera, ya que perturbaciones del fondo marino, producto de dicha actividad, tenderían a revertir tal secuestro, junto con el potencial de alterar, en forma prolongada y significativa, los ecosistemas marinos y el clima de planeta. En particular, tales efectos se podrían concentrar en las áreas metalogénicas, como: (a) la Dorsal de Chile, zona de atracción para la exploración de depósitos de sulfuros polimetálicos de origen hidrotermal, especialmente en su extremo oriental (Península de Taitao) y (b) las zonas circundantes a las islas de Juan Fernández, San Félix y San Ambrosio y los montes submarinos, que presentan condiciones favorables para la formación de nódulos polimetálicos (Morales, 2014); (c) Maga-

llanes y otras regiones, para la explotación de hidratos de gas metano para uso de combustibles fósiles para el sector energía y que conllevará a un claro conflicto ambiental (Roig Monge, 2014); *explotación que estaría fuera de toda estrategia de largo plazo de cambio climático y de la carbono neutralidad planteada para Chile.*

Actualmente, existe un fuerte debate sobre la industria de la minería submarina, respecto a si los minerales deben explorarse y explotarse (Jaeckel, 2019, <http://deepoceanobserving.org/>), debido a que son los ecosistemas menos estudiados y los más prístinos del planeta. La información disponible para algunos de estos entornos sugiere que los organismos que viven en el fondo marino pueden tener dificultades para recuperarse de los impactos de la eliminación de relaves submarinos y las pérdidas de biodiversidad pueden ser invaluable.

Estimación de stock de carbono y su tasa de preservación en sedimentos y el caso de la ZEE de Chile.

Los ecosistemas marinos del margen continental acumulan carbono orgánico en forma heterogénea, aunque generalmente existe una relación general entre la cantidad de carbono orgánico y la profundidad del agua. La tasa de entierro de carbono orgánico es directamente proporcional a la tasa de sedimentación (acreción de sedimentos); siendo esta última directamente proporcional a la tasa de producción primaria en la superficie (Muller & Suess, 1979), para el caso de Chile, la tasa de entierro de carbono orgánica, ponderado para toda la superficie de la ZEE chilena es una cantidad muy significativa (Tabla 1, Anexo II).

Ámbito de aplicación

La medida propuesta abarca las actividades de minería submarina a desarrollarse en la ZEE de Chile, que es donde la jurisdicción y la normativa nacional rigen o donde nuevos instrumentos jurídicos nacionales son aplicables (Figura 4). En la ZEE se ejercen derechos soberanos para la exploración, explotación, conservación y administración de los recursos naturales, tanto vivos como no vivos, de las aguas suprayacentes al lecho y del lecho y el subsuelo del mar. Más allá de la ZEE, excepto en casos de plataformas continentales extendidas, la jurisdicción es internacional y, en el caso del lecho marino tiene competencia la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos (AIFM o Seabed International Authority - ISA). Chile participa en el ISA y, por lo tanto, debería contar con una política consistente sobre minería submarina en el territorio jurisdiccional, actual y futuro, si se aprueba la solicitud formal de plataforma continental extendida y el territorio internacional o la denominada Zona. En síntesis, la restricción que se propone comprendería hasta la ZEE (hasta 200 millas marinas), sin perjuicio de la solicitud de Chile de una plataforma continental “extendida” en la zona sur (Anexo II).



Figura 4. Zonas del espacio marino según el derecho internacional, extraída de González (2017).

Efectos ambientales que se desea prevenir o corregir

El problema crítico del desarrollo de la minería submarina, ya sea en zonas costeras o zonas profundas, es que no existe hoy una base científica apropiada para implementar y aplicar protocolos de evaluación de impacto ambiental (EIA) de la actividad minera submarina. En el caso de la minería submarina, los impactos y efectos son hoy altamente inciertos, pero se presumen como muy negativos si se consideran los conocidos impactos ambientales de la actividad minera terrestre. La comunidad científica mundial ha advertido y, en algunos casos, mostrado evidencia, que la explotación minera submarina de gran escala trae consecuencias negativas en términos de: (a) cambios en los patrones de secuestro de carbono en los océanos y, con ello, se afectará la regulación del clima. Además, en las zonas costeras ocurre un activo reciclamiento (enterramiento, resuspensión, almacenaje, remineralización) de otros elementos (nitrógeno, oxígeno, hierro, etc.), todos los cuales juegan un rol fundamental en los ciclos biogeoquímicos; (b) pérdida de hábitat y biodiversidad; (c) impactos en algunos de los servicios ecosistémicos de estos fondos y (d) impactos en hábitats pelágicos que se verían afectados por las plumas de material en suspensión generadas durante la actividad minera (Vare *et al.*, 2018).

Entre los principales impactos ambientales de la minería de ZEE y aguas profundas, la pérdida de la biodiversidad y los efectos sobre el funcionamiento de los ecosistemas son los aspectos más reconocidos a nivel global (Niner *et al.*, 2018). En este contexto, la evaluación de la pérdida neta de biodiversidad (PNB) se ha propuesto como un objetivo prioritario en el contexto de la minería de aguas profundas, en particular cuando se considera como una herramienta de evaluación y mitigación ambiental para efectos de compensar la pérdida de hábitats en este tipo de ambientes tan vulnerables. Actualmente, las limitaciones en las capacidades tecnológicas para minimizar los impactos ambientales, las brechas significativas en conocimiento ecológico y el alto grado de incertidumbre sobre el potencial de recuperación de los ecosistemas de aguas profundas continúa siendo un aspecto importante del debate sobre la minería de fondo marino (Ramírez-Llodra *et al.*, 2010; Kaikkonen *et al.*, 2018).

La biodiversidad proporciona una amplia gama de servicios ecosistémicos, tales como pesquerías, productos farmacéuticos y cosméticos y juegan un papel esencial en el secuestro de carbono y la bomba biológica. El nivel de PNB "aceptable" en el mar profundo requiere de la definición de criterios metodológicos bien definidos y basados en investigaciones científicas consistentes. Si esta es aceptada, la evaluación de la pérdida de hábitat y su biodiversidad debe constituir un elemento importante para desarrollar medidas de mitigación e incorporar acciones compensatorias centradas en el conocimiento y la protección de las profundidades del mar y demostrar beneficios que perdurarán para las generaciones futuras (Van Dover *et al.*, 2017; Niner *et al.*, 2018; Tinivella *et al.*, 2019; Washburn *et al.*, 2019). Análisis específicos de impactos ambientales (ver Anexo III) se han hecho para la minería submarina relacionados con:

1. Explotación de nódulos de minerales polimetálicos.
2. Hidratos de gas metano.
3. Eliminación de relaves en aguas profundas (*deep-sea tailings disposal*, DSTD) y su contraparte de aguas someras (*submarine tailing disposal*, STD).

Co-beneficios que conlleva la medida u objetivo

La motivación para cuantificar la exportación y el entierro permanente de carbono desde la superficie del océano a los fondos es que ambos procesos capturan CO₂ atmosférico. Sumado a esta gran cantidad de carbono enterrado, la medida propuesta permitiría proteger al fondo marino costero y a las comunidades bentónicas que viven en él; lo anterior, debido a la importancia ecológica de estas comunidades para el océano, la gran diversidad que alberga (desde el macrobentos a bacterias) con importantes funciones biogeoquímicas y, sin duda, la importancia económica, ya que dicha comunidad representa un recurso alimentario (moluscos, crustáceos y peces que viven en relación al fondo marino).

Los fondos marinos costeros también representan el destino final de partículas y contaminantes que ingresan a la zona costera. Las partículas actúan como *scavenger* (secuestro de metales y otros compuestos tóxicos que se adhieren a las partículas). Entonces el destino de esos metales o toxinas es aquel asociado a la partícula, que finalmente es sedimento en el fondo del mar. En general, resuspender sedimentos tiene consecuencias ambientales (toxicidad) y ecológicas negativas para las comunidades biológicas en fondo marino y las aguas sobreyacentes (Miller *et al.*, 2018). En síntesis, proteger a los fondos marinos, implica:

- › Conservar los hábitats en las zonas costeras y en la ZEE en general.
- › Conservar la biodiversidad marina en los fondos en la ZEE.
- › Reducir los efectos negativos sobre los recursos marinos (bentónicos) en la ZEE.
- › Proteger a la fauna bentónica.
- › Evitar resuspensión de sedimento y metales tóxicos adsorbidos a esta matriz.

Estado del arte

Desde la normativa internacional, en el 2006, las Partes Contratantes del Protocolo de Londres adoptaron enmiendas al Anexo I del Protocolo para la reglamentación de la captura y secuestro de carbono en las formaciones geológicas del subfondo marino. Estas enmiendas sentaron una base jurídica en la legislación ambiental internacional para la reglamentación de la captura y almacenamiento del carbono en formaciones geológicas del subfondo marino para su aislamiento permanente. Esta medida se aplicará normalmente a grandes fuentes localizadas de emisiones de CO₂, entre ellas centrales eléctricas y cementeras, pero no será aplicable al uso de los flujos de desechos de CO₂ para la extracción mejorada de hidrocarburos. En 2009, las Partes enmendaron el artículo 6 del Protocolo, relativo a la exportación de desechos para su vertimiento, con el fin de permitir a las Partes compartir formaciones geológicas del subfondo marino para proyectos de secuestro, pero con la condición de que se cumplan plenamente las normas de protección del Protocolo. La enmienda entrará en vigor después de que dos tercios de las Partes Contratantes hayan depositado un instrumento de aceptación en la Organización, lo que a la fecha no ha sucedido.

No obstante, a nivel mundial, la minería submarina avanza a alta velocidad en sus proyecciones, luego del desarrollo tecnológico alcanzado actualmente para comenzar la explotación comercial de recursos minerales en los fondos marinos, especialmente en las profundidades. A bajas profundidades o sobre las plataformas continentales (<200 m), el dragado desde superficie es el método comúnmente utilizado o el acceso mediante túneles desde tierra. Al 2050, se espera que ~15 % del suministro mundial de minerales proceda del océano, concentrado en depósitos como los nódulos de manganeso, las costras de ferromanganeso ricas en cobalto y los sulfuros hidrotermales polimetálicos, todos ellos localizados usualmente a profundidades >500 m y en zonas acotadas. En cambio, en zonas de aguas someras o costeras, otros recursos son más *pertinentes*, incluyendo fosforitas, arenas con hierro y diamantes. En paralelo, el océano costero y profundo, está siendo considerado un lugar de depósito de relaves mineros producidos en el continente o en el mismo lugar de explotación.

En la regulación de las actividades de minería oceánica fuera de las aguas jurisdiccionales (la Zona), se aplica la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR), que determina que la aprobación de los proyectos está a cargo de la AIFM (o ISA), organización internacional autónoma establecida en 1982 (Anexo III). Esta regulación sufrió una reforma el año 1994 que agregó exigencias ambientales, aplicando el deber de prevenir y reducir la contaminación y otros riesgos, así como el principio precautorio y las mejoras en las prácticas ambientales. Este organismo tiene una Comisión Técnico-Jurídica, de la cual han emanado los textos regulatorios para la prospección y exploración de proyectos de nódulos polimetálicos o de manganeso, de sulfuros polimetálicos y de costras de manganeso, entre los años 2010 a 2013. Esta normativa ha sido muy cuestionada. Actualmente, se trabaja en la reglamentación para la fase de explotación de estos proyectos, que se espera esté disponible el año 2020. **Ya se han celebrado más de 27 contratos** para la exploración de depósitos minerales en las profundidades del lecho marino de la Zona, cada una por 150 000 km² y por 15 años (Miller *et al.*, 2018).

En aguas de jurisdicción nacional de algunos países, el proyecto más avanzado es la concesión minera sobre el yacimiento denominado Solwara, ubicado en el mar territorial de Papúa, Nueva Guinea, el cual posee altas concentraciones de cobre, plata y oro. Este proyecto ya comenzó a desarrollarse, pues Nautilus logró el año 2011 los permisos ambientales y el año 2013 celebró un acuerdo con el gobierno para fijar sus aportes. Asimismo, esta compañía tiene planes de crecer en las zonas económicas exclusivas y mar territorial de Papúa, Nueva Guinea, Fiji, Tonga, las islas Salomón, Vanuatu y Nueva Zelanda, como en otras áreas del oeste del océano Pacífico. Frente a Chile y Perú, los fondos marinos contienen importantes recursos mineros, incluyendo la minería subterránea del carbón en la región del Biobío. Chile ha mostrado interés en desarrollar la minería submarina desde 1980 y, en este contexto, se propuso -sin éxito- la creación del Código Minero Submarino y la iniciativa de desarrollar un programa de exploración y explotación en la minería submarina. Además, en abril de 2015, un grupo de parlamentarios presentó un proyecto de ley para impedir la depositación de relaves mineros en fondos marinos (Boletín 9962-12, sin movimientos desde noviembre 2015) y como se detallará más adelante, Chile participa en el ISA con expertos en temas jurídicos, técnicos y científicos.

Hasta ahora, en Chile, ningún proyecto se ha aprobado; pero ha habido iniciativas privadas desde hace algunos años (aunque ninguna con contrato vigente). En efecto, en 1990 el Estado firmó con la empresa Southern Cross Mining Corporation, para el área de bahía Chañaral y caleta Palitos. El mismo año, firmó con la empresa GEOMAR, para la bahía Nassau en el estrecho de Magallanes. Luego, la sociedad Mares Australes retomó la intención de explotación minera en bahía Nassau y el Presidente de la República de entonces dictó el Decreto Exento 4 (1998), fijando los requisitos y condiciones para el proyecto, que duraría 35 años, con

cláusulas de información reservadas en ciertas materias y con normas expresas para responder por contaminación y daño ambiental. Se exigió hacer dos estudios de impacto ambiental, dividiendo las fases de exploración y explotación/transporte, fraccionamiento que hoy está expresamente prohibido en la legislación ambiental. Pues bien, no hubo interés en firmar este contrato por años, hasta cuando, hace poco, se solicitó su “reactivación”. Sin embargo, el Consejo de la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO) emitió un informe negativo (Ordinario N° 233/2013) y el contrato no se firmó. Se fundaron en reparos técnicos y jurídicos, pero una razón importante fue el tiempo transcurrido desde la presentación del proyecto. Se recomendó presentar un proyecto actualizado (en batimetría y cartas oceanográficas) que estuviera acorde a la normativa ambiental, indígena etc., con la que cuenta el país ahora. Y sugirió además hacerse cargo de las eventuales aprehensiones del sector pesquero, ONG, comunidades afectadas, etc.

En el ámbito de la minería submarina en la Zona, Chile ha manifestado un activo interés a través de su participación en la AIFM. En el informe de gestión de COCHILCO (2018), el Director de Estudios y Políticas Públicas, Jorge Cantallopts, afirma que las empresas mineras tradicionales no muestran interés en la minería submarina u oceánica, pero si las entidades financieras. Agrega que, en el seno de la AIFM, como parte de la delegación chilena encabezada por la Cancillería, COCHILCO logró incluir en el proceso de elaboración del Reglamento para la explotación de los proyectos mineros en la Zona (no de jurisdicción nacional).

Es importante mencionar que, desde marzo del año 2018, integra la Comisión Técnica y Jurídica de la AIFM el abogado chileno Gastón Fernández, ex Fiscal del Ministerio de Minería, quien se ha declarado partidario de la actividad en el país, dada la cantidad de cordilleras y mantos existentes bajo nuestras aguas jurisdiccionales, donde ya se han encontrado hidratos de metano y nódulos de manganeso en el subsuelo marino. En enero del mismo 2018, se celebró en Santiago, un seminario organizado por el Instituto de Ingenieros de Minas de Chile, donde el tema central fue la minería submarina.

En general, se ha reconocido que la evaluación del riesgo ecológico de la actividad minera en aguas profundas representa uno de los desafíos científicos y tecnológicos más importantes en el mundo y en nuestro país, debido principalmente al escaso conocimiento de las aguas profundas (Washburn *et al.*, 2019). El consenso internacional (la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos) establece un marco regulatorio internacional basado principalmente en las escasas investigaciones existentes y encuestas de paneles de expertos. Estas directrices han permitido identificar las principales fuentes de riesgo ambiental y las vulnerabilidades ambientales, las cuales se centran en la pérdida de hábitats y la reducción de la biodiversidad de los ecosistemas marinos en aguas profundas. Sin embargo, la amplia variedad de actividades mineras en aguas profundas y las distintas tecnologías relacionadas con las actividades mineras y los recursos minerales, tales como los nódulos marinos, sulfuros y costras polimetálicas, la potencial explotación de yacimientos de hidratos de gas metano y la eliminación de residuos relaves de aguas profundas constituyen un desafío para la comunidad científica y los organismos reguladores. Es así que este tipo de información es relevante para la elaboración de un marco regulatorio que permita la elaboración de directrices y protocolos de evaluación que permitan plantear medidas de mitigación para la exploración, explotación y manejo ambiental de las distintas actividades mineras en aguas profundas. Recientemente, en algunas regiones del mundo se ha aplicado un enfoque precautorio basado en paneles de expertos para clasificar las fuentes de riesgos y las vulnerabilidades de los hábitats marinos de aguas profundas con mayor certeza (Weaver & Billet, 2019).

Análisis de aspectos normativos, reglamentarios y procesales

La ubicación del yacimiento, en aguas marinas dentro o fuera de la jurisdicción nacional, fijará el marco normativo aplicable. De acuerdo con la Constitución de 1980, la minería submarina no está prohibida en las aguas jurisdiccionales de Chile. Las reglas son que los “yacimientos” de cualquier especie existentes en las aguas marítimas sometidas a jurisdicción nacional y los “yacimientos” situados en zonas que por ley se determinen como de importancia para la seguridad nacional, son de propiedad del Estado de Chile y que no pueden ser objeto de concesión, de tal manera que **solo podrán ser explorados o explotados directamente por el Estado o por sus empresas, o por medio de contratos especiales de operación, con los requisitos y bajo las condiciones que el Presidente de la República fije, para cada caso, por decreto supremo (art. 19 N° 24 inciso 10).**

Por su parte, a nivel legal, se establece que será el Ministro de Minería quien pueda suscribir estos contratos especiales de operación, previo informe favorable del Consejo de la Comisión Chilena del Cobre y cumpliendo siempre con los requisitos y condiciones que fije el Presidente de la República por decreto. Los proyectos deben cumplir además exigencias derivadas de la aplicación de normativa minera, marina (concesiones marítimas), indígena (la que reconoce los espacios marino-costeros de los pueblos originarios y

la consulta indígena) y la propiamente ambiental, como el ingreso al SEIA, donde se deberán otorgar varios permisos sectoriales, incluidos aquellos para evitar toda contaminación y que derivan de tratados internacionales suscritos por el país.

Para aquellos interesados en esta actividad, la normativa de Chile debiera modificarse en varios aspectos, pues (a) no hay incentivos económicos y (b) la mayoría de las normas minera, por ejemplo, están pensadas para la minería terrestre. Además, si bien se le entregan algunas facultades específicas en minería submarina a Sernageomin (realizar y propiciar estudios), **la entidad no las ejerce** por falta de presupuesto. Por otra parte, se señala que **será difícil cumplir con las exigencias de la Ley del Ambiente, especialmente contar con una línea de bases**. Además, la regulación **no está actualizada** a las tecnologías usadas, **no existen permisos ambientales** sectoriales que tratan las particularidades de la océano-minería y **solo existe un barco** capaz de analizar lo que ocurre en el fondo marino (González, 2017).

Especialmente estas últimas apreciaciones sirven como fundamento a la medida que acá se propone, pues, por una parte, desde lo sectorial tenemos una débil institucionalidad y, desde el punto de vista ambiental, habría dificultades justamente para contar con una línea de base que es indispensable para determinar los impactos de cualquier actividad.

Implementación de las medidas de mitigación

Proteger el fondo marino mediante una prohibición de realizar minería submarina debe formar parte de la *Política Oceánica de Chile*, pues implica una decisión país a largo plazo que requiere ser respetada por todos los gobiernos en el tiempo. Esta prohibición podría también ser parte de una **reforma constitucional** tendiente a proteger ciertos recursos naturales y los hábitats. **Y podría también ser incorporada en las NDC**.

La medida más inmediata es establecer una línea de base ambiental, prerequisite fundamental para aplicar una potencial explotación minera, es prácticamente inexistente en el caso de aguas jurisdiccionales en Chile. La falta de una línea de base ambiental apropiada a la fecha hace que la minería submarina sea hoy totalmente incompatible con el uso sustentable y la conservación de los ecosistemas marinos, sus recursos y sus servicios. Más allá de la línea base, se desconoce completamente los niveles de resiliencia de los ecosistemas. Otras actividades extractivas pudiesen ser igualmente riesgosas y también deben ser sujeto de rigurosas medidas de regulación. Sin embargo, los efectos de la explotación minera afectan la estructura y funcionamiento de ecosistemas completos, a diferencia de la mayor parte de las actividades pesqueras.

Esta medida se fundamenta en dos principios: el precautorio y el principio *pro natura*, este último, variante del primero, en virtud del cual ante la duda de si una acción u omisión pueda o no pueda afectar al ambiente o los recursos naturales, las decisiones que se tomen deben ser en el sentido de protegerlos. El principio *pro natura* está recogido, expresamente, en la *Declaración de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza sobre el Estado de Derecho en Materia Ambiental* dentro del capítulo de los Principios generales y emergentes para promover y alcanzar la justicia ambiental a través del Estado de Derecho en materia ambiental. El artículo 5 señala: “En caso de duda, todos los procesos ante tribunales, órganos administrativos y otros tomadores de decisión deberán ser resueltos de manera tal que favorezcan la protección y conservación del medio ambiente, dando preferencia a las alternativas menos perjudiciales. No se emprenderán acciones cuando sus potenciales efectos adversos sean desproporcionados o excesivos en relación con los beneficios derivados de los mismos (IUCN, 2016)”.

El principio precautorio, en cambio, reclama del Estado acciones de protección, ante la incerteza científica que exista respecto a una actividad, cuando exista de riesgo de un daño grave irreversible al medio ambiente o la salud de las personas.

Por otra parte, se recomienda (a) incentivar el desarrollo de estudios científicos sobre la composición y estructura comunitaria de los organismos bentónicos (taxonómicos y genéticos); (b) estudios sobre el funcionamiento de los ecosistemas profundos; relacionadas con las relaciones tróficas, acoplamiento bento-pelágico, patrones reproductivos de especies clave que se verían afectados por la actividad minera, principalmente en las estadios tempranos; (c) estudios de ecotoxicidad en organismos de aguas profundas; (d) evaluación de los impactos acumulativos de diferentes estresores a largo plazo (es decir, resiliencia) de los ecosistemas bentónicos de mar profundo (Gollner et al., 2017; Vare et al., 2018) y, finalmente, (e) la revisión continua de la legislación, normas y directrices ambientales en el contexto nacional e internacional. En relación con este último aspecto, la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos (ISA) ha emitido una serie de requisitos obligatorios para el desarrollo de proyectos mineros en zonas profundas, los cuales consisten principalmente en la recopilación de información para estudios de línea de base ambiental en la fase de exploración. La mayor parte de estos requisitos se han concentrado en aspectos metodológicos para el muestreo del fondo marino,



la columna de agua, evaluaciones estadísticas, consideraciones espacio-temporales, toxicología, necesidades de modelación oceanográfica, estudios genéticos y herramientas de gestión ambiental (Vare *et al.*, 2018; Braguer *et al.*, 2018; Drazen *et al.*, 2019).

Encargado de ejecutar y fiscalizar la medida

El Ministerio de Medio Ambiente en conjunción con el Ministerio de Minería (Servicio Nacional de Geología y Minería) y el Ministerio de Relaciones Exteriores (encargado de la política oceánica).

Financiamiento

Como parte de adecuada ponderación de los costos-beneficios de esta medida, se está realizando una valoración económica de cuanto significa no intervenir sobre el reservorio de carbono en sedimentos. Establecer una prohibición no tiene costo directo, pero sí se requiere de reglamentación ambiental y apoyo jurídico eminente para establecerla.

Medida 2:

Proteger los servicios ecosistémicos de los humedales costeros

Autores

Verónica Delgado, Laura Fariás, Aurora Gaxiola Alcantar y Pablo A. Marquet.

Medida

Proteger y manejar los humedales costeros (urbanos y no urbanos), los centinelas y guardianes del cambio climático.

Objetivos

- › Realizar estudios sobre el grado de enterramiento de carbono y otros servicios ecosistémicos en humedales costeros, y proponer adecuados planes de manejo.
- › Monitorear estos ecosistemas en el tiempo y en el espacio con una metodología replicable a lo largo de Chile, y establecer índices y alertas de deterioro, si fuera el caso.
- › Avanzar en el proyecto de ley o figura jurídica que los proteja por los servicios que prestan, tales como, provisión de agua, secuestro de carbono, contención de marejadas y tsunamis, protección de la biodiversidad y refugios climáticos (que tienen una propuesta especial). Mientras se redactaba este informe se aprobó en el Congreso nacional (pero no se ha promulgado ni publicado) una ley que protege los humedales “urbanos” (costeros y no costeros). De esta manera, cuando esta ley entre en vigencia, quedarán desprotegidos todos los humedales que no sean urbanos. Por ello acá se propone avanzar en su protección.

Fundamento o servicio ecosistémico al que atañe la medida

Situados en la zona de transición entre la tierra y el océano, los humedales costeros o las marismas son unas de las áreas climáticamente más activas en la biósfera, debido al intercambio permanente de nutrientes y materia orgánica con los ecosistemas adyacentes; además de brindar importantes beneficios climáticos al reducir las emisiones de GEI que contribuyen al cambio climático. Esto ocurre a través del almacenamiento y secuestro de carbono en suelos/sedimentos costeros (denominado “carbono azul”).

Las marismas son altamente productivas, con una tasa de producción primaria neta que fluctúa entre 92-280 TgC año⁻¹ y contribuyen en hasta un 15 % de la acumulación total de carbono en los sedimentos marinos (Duarte *et al.*, 2005, 2015); es decir, almacenan grandes cantidades de carbono orgánico en la biomasa y entierran parte de esta dado que la presencia de vegetales (plantas vasculares halófitas) aumentan el entrapamiento de carbono.

Las marismas nos brindan numerosos servicios ecosistémicos, además de enterrar carbono, esencial para el clima del planeta; servicios que van a ser aún más importantes en escenarios de cambios climáticos y para mitigar riesgos ante sus impactos. Las marismas aumentan la abundancia de invertebrados y peces de importancia para la pesca comercial y recreativa. La gran diversidad de aves que se encuentran dentro de los humedales pantanosos, los convierte en un lugar popular para turistas y observadores de aves. Estos ecosistemas también protegen las costas de la erosión al amortiguar la acción de las olas y protegen la calidad del agua al filtrar la escorrentía y metabolizar el exceso de nutrientes (Barbier *et al.*, 2011). Los humedales costeros proporcionan hábitat crítico para numerosos organismos acuáticos y terrestres, que los utilizan como refugio de los depredadores y como un lugar de alimentación, refugio y desove (Deegan *et al.*, 2007).

Las marismas son ecosistemas complejos y frágiles, cuyo emplazamiento en zonas costeras los vuelve vulnerables a los cambios del nivel del mar, el incremento de eventos extremos como marejadas y a la disminución de precipitaciones, amenazas actualmente muy presentes en las costas chilenas. Además, estos se emplazan en áreas que sufren presiones antrópicas constantes. Del total de humedales en Chile, 1692 humedales costeros se encuentran sin protección institucional o normativas existentes, y amenazados por desarrollos inmobiliarios, contaminación y sobreexplotación de acuíferos. Asimismo, estos ecosistemas están sub-representados en la Red de Áreas Protegidas del Estado. Según datos publicados por Marquet *et al.* (2017), solo el 10,2 % de los humedales costeros entre los 30° S y 41° S se encuentra protegido y el 43,9 % coincide con sitios prioritarios para la biodiversidad, por lo que otorgar a estos sitios una protección oficial

es una medida costo efectiva. Entre los humedales más degradados se encuentra el humedal asociado a la desembocadura del río Lluta, que posee un alto valor por su extensión, grado de amenaza y biodiversidad y sobre todo porque representa una isla de productividad en una zona desértica con un papel esencial en la conectividad de hábitats costeros.

Chile es uno de los países de Sudamérica que concentra una gran área de marismas (Mcowen *et al.*, 2017). En el litoral chileno existe una compleja red de humedales que constituyen un verdadero corredor ecológico. De hecho, Chile tiene cerca de 18 000 humedales, ocupan una superficie de 1 460 400 hectáreas de lo que equivalen a 20 veces la superficie de Santiago. La Tabla 2 presenta un análisis comparativo de stock y enterramiento de carbono de las marismas en el territorio nacional respecto a la superficie global del océano.

Ámbito de aplicación

Esta medida debe aplicarse en todo el territorio nacional, desde Arica a Punta Arenas, todas áreas muy emblemáticas y amenazadas, para las cuales es importante proponer planes de manejo.

Efectos ambientales que se desea prevenir o corregir

Lo más ponderado es proteger humedales costeros de la degradación y explotación debido a que cumplen una importante función climática. Dada su alta sensibilidad y respuesta a la variabilidad climática y ambiental, los convierten en centinelas del cambio climático, donde a simple vista se pueden apreciar los efectos de la disminución de aguas de las cuencas y los efectos de sobrepaso por marejadas.

Co-beneficios que conlleva la medida u objetivo

En Chile, los humedales costeros ofrecen una serie de servicios ecosistémicos importantes, entre los que se incluyen:

- › Son sumideros (secuestro) de carbono.
- › Disipan energía y protegen el litoral (marejadas y tsunamis).
- › Depuran y almacenan agua.
- › Ofrecen un ambiente propicio para sustentar biodiversidad, (*hotspot* de biodiversidad).
- › Conforman un corredor costero que es esencial para la adaptación de las especies en respuesta al cambio climático.
- › Estabilizan el suelo y su tasa de acreción protege de aumento del nivel del mar.

Estado del arte

Internacionalmente, muchos acuerdos ambientales multilaterales, se encargan del seguimiento y el progreso hacia los objetivos de conservación global establecidos como las Metas de Aichi para la Diversidad Biológica del Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 de las Naciones Unidas (ONU) y los objetivos de desarrollo de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible y la Convención de Ramsar.

El informe del Panel Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (IPBES 2019) señala que 85 % del área de humedales se ha perdido a nivel global. A pesar de su importancia, las áreas de marismas o humedales costeros están disminuyendo en todo el mundo, habiendo perdido entre el 25 % y el 50 % de su cobertura histórica global (Crooks *et al.*, 2011, Duarte *et al.*, 2008). Esto debido a conversión a tierras agrícolas, urbanas e industriales, instalaciones portuarias, presión inmobiliaria, infraestructura de transporte y eliminación de desechos y contaminación.

Además de la consabida presión antrópica, existen amenazas por especies invasoras como la *Spartina*, que pone en peligro la fauna de las marismas y las aves, pero también la propia vegetación de marismas; muchas marismas se están comprimiendo entre un borde costero erosionado hacia el mar y muros de defensa contra inundaciones fijos y el pastoreo, teniendo un efecto marcado en la estructura y composición de la vegetación de marismas al reducir la altura de la vegetación y la diversidad de especies de plantas e invertebrados. Las actividades humanas pueden ser dañinas a nivel local, incluidos el vertido de residuos, la contaminación y el corte de césped (Neubauer, 2009).

Chile debe adherirse a iniciativas de monitoreo global, como la Iniciativa del Grupo de Humedales de Observación de la Tierra (GEO-Humedales) y el Sistema Mundial de Observación de Humedales (GWOS) asociado, que se basará en proyectos en curso como el Humedal basado Servicio de Observación (SWOS) (p. ej., GlobWetland-Africa). El conjunto de datos tiene una aplicación directa para el desarrollo de indicadores a través del uso en el Índice de Tendencias de Extensión de Humedales (WET) (Dixon *et al.*, 2016).



Análisis de aspectos normativos, reglamentarios y procesales

La protección legal de los humedales en Chile es precaria y diversos informes internacionales han advertido la necesidad urgente de protegerlos legalmente y monitorearlos, como se propone en este documento. Es importante destacar que generalmente los informes recomiendan proteger estos ecosistemas por considerarlos vulnerables al cambio climático, sin relevar lo útiles que pueden ser a la adaptación al cambio climático y a la captura de carbono. Así, la OCDE- CEPAL (2005) critican que la gestión de los humedales no esté bien integrada con la política agrícola (y se contaminen) y recomiendan asegurar su protección mediante reglamentos e incentivos, adoptar una estrategia nacional de conservación de humedales y monitorearlos. El año 2016, los mismos organismos advierten que las áreas protegidas oficiales no abarcan todos los ecosistemas vulnerables, incluyendo los humedales; y que la sobreexplotación de las aguas subterráneas amenaza la capacidad de recarga de los humedales; que debieran revisarse los subsidios a la agricultura para desecar humedales y que debe mejorar el control a las extracciones ilegales de las aguas.

Año	Nombre	Medida considerada para los humedales
2002	Plan Nacional de Protección Civil	No considera medida
2013	Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012 - 2025	No considera medida
2013	Política Nacional de Desarrollo Urbano	Planificar los humedales
2013	Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Silvoagropecuario	No considera medida
2014	Política Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres	No considera medida
2014	Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad	1. Gestionar sosteniblemente los humedales 2. Monitorear los humedales 3. Conservar humedales * Se recomienda restaurar de los humedales costeros
2015	Política Nacional para los Recursos Hídricos 2015	No considera medida
2015	Plan de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura 2015	No considera medida
2015	Plan Estratégico Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres 2015 - 2018	No considera medida
2016	Plan de Adaptación al Cambio Climático Sector Salud 2017	No considera medida
2017	Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017 - 2022	Proteger humedales
2017	Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales 2017 - 2025	1. Conservar humedales 2. Proteger humedales
2017	Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático 2017 - 2022	No considera medida
2017	Anteproyecto de Plan de Adaptación al Cambio Climático en el Sector Energía de Chile 2017	No considera medida
2017	Plan Nacional de Emergencia 2017	No considera medida
2018	Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017 - 2030	1. Conservar humedales 2. Uso racional de humedales
2018	Programa Nacional de Protección de Humedales 2018 - 2022	Proteger 40 humedales
2018	Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades 2018 - 2022	No considera medida

Tabla 3. Políticas, Planes y Estrategias nacionales y sectoriales asociadas a la gestión del agua, biodiversidad o cambio climático que tienen iniciativas de protección a humedales costeros (Extraído de Grau, 2018).



La Tabla 3 presenta normativas y marcos regulatorios asociados a diferentes servicios en humedales. La normativa vigente de protección de humedales en Chile está representada por las siguientes normas:

1. **Convención internacional Ramsar** (<https://www.ramsar.org>), que obliga al Estado de Chile a proteger y manejar adecuadamente los humedales. En Chile solo existen 14 sitios Ramsar, lo que equivalen a un 18.21 % de la superficie total de humedales del país; y lo que es más grave, no existe una regulación suficiente y específica para los humedales de importancia internacional. Si bien una zona húmeda puede ser declarada a nivel internacional como un sitio Ramsar, actualmente dicha declaración no implica una categoría de protección oficial a nivel nacional, lo que deriva en una falta de protección de los humedales (boletín N° 9404-12).
2. **La Ley 19300 de Bases Generales del Medio Ambiente**
 - › Obliga a ingresar al SEIA proyectos cuando se ejecuten “en” áreas protegidas y humedales que sean sitios prioritarios, según Dictamen de la Contraloría General de la República.
 - › Obliga a ingresar mediante estudio de impacto ambiental, a todo proyecto que se ejecute en o próximo a humedales “protegidos” o sitios prioritarios y pueda afectarlos significativamente.
3. **El Código de Aguas** protege a algunos acuíferos que alimentan a los humedales en las regiones de Tarapacá y Antofagasta.
4. **El Reglamento de aguas, suelos y humedales**, que establece distancias a respetar en la corta y forestación de bosque.
5. **Instrumentos de Planificación territorial**, que solo pueden “reconocer” áreas ya protegidas oficialmente y no crear nuevas.

Esta situación contrasta con los compromisos internacionales asumidos por Chile, pues la protección y restauración de humedales se considera expresamente o se puede derivar de compromisos más generales. Así, por ejemplo: (a) Chile se comprometió a cumplir los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas (ODS), donde dos de ellos se refieren a los desastres naturales (que incluyen por ejemplo tsunamis y marejadas que los humedales ayudan a amortiguar) y a proveer agua de buena calidad. Hasta ahora los Informes Nacionales presentados no incluyen metas asociadas a la protección de humedales. Tampoco en los Diálogos para un Chile Sostenible, hoja de ruta con 10 principios y 183 propuestas concretas para alcanzar los ODS, ni tampoco en el proyecto ASOCIA 2030 (<https://pactoglobal.cl/2017/organizaciones-la-sociedad-civil-crean-asocia-2030-analizar-avance-los-17-ods/>). (b) En relación con el cambio climático, los humedales tampoco han sido considerados en las NDC de Chile, en su rol de capturadores de carbono. (c) Respecto a su rol ante desastres, pese a que Chile firmó el Marco de Sendai 2015 - 2030 para la reducción de desastres, donde es prioritario planificar y gestionar las zonas costeras y humedales, tampoco existen menciones a ellos en la Política Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres ni el Plan Estratégico Nacional para la Gestión de Desastres. Por otra parte, si se revisan Políticas, Planes y Estrategias nacionales y sectoriales asociadas a la gestión del agua, biodiversidad o cambio climático, en los últimos años aparecen iniciativas de protección en la Tabla 3. Finalmente, es importante destacar que existen varios proyectos de ley, que se discuten en el Congreso Nacional, que podrían proteger de mejor manera a los humedales.

1.- Proyecto de ley de humedales urbanos (Boletín n° 11256-12) presentado en 2017, aprobado en el Congreso Nacional en noviembre de 2019. Falta su promulgación y publicación en el Diario Oficial. Utilizando la amplia definición de humedal de la Convención Ramsar, este Proyecto de Ley busca proteger los humedales (pero solo los “urbanos”, es decir, los que estén total o parcialmente dentro del radio urbano) mediante las siguientes medidas:

- › Declaración del MMA de que se trata de un humedal urbano, de oficio o a petición de la Municipalidad.
- › La Municipalidad “deba” establecer en una Ordenanza General, los criterios mínimos para la protección, conservación y preservación de los humedales urbanos ubicados dentro de los límites de su comuna, utilizando los lineamientos establecidos en un reglamento que dictará el MMA.
- › Que será obligatorio ingresar al SEIA en tres nuevos casos: (a) cualquier proyecto (Ejecución de obras, programas o actividades) que se ejecute “en” humedales urbanos; (b) aplicación masiva de químicos sobre humedales; (c) ejecución de obras o actividades que puedan significar una alteración física o química a los componentes bióticos, a sus interacciones o a los flujos ecosistémicos de humedales que se encuentran total o parcialmente dentro del límite urbano, y que impliquen su relleno, drenaje, secado, extracción de caudales o de áridos, la alteración de la barra terminal,

de la vegetación, zonal hídrica y ripariana, la extracción de la cubierta vegetal de turberas o el deterioro, menoscabo, transformación o invasión de la flora y la fauna contenida dentro del humedal, indistintamente de su superficie.

- › Que cuando un humedal urbano sea un bien nacional de uso público, se podrá usar solo según Plan Regulador y Ordenanza Local (como también ocurre con los terrenos de playa o riberas de mar o ríos).
- › Todo instrumento de planificación territorial deberá incluir los humedales existentes en cada escala territorial en calidad de área de protección de valor natural, para efectos de establecer las condiciones bajo las que deberán otorgarse los permisos de urbanizaciones o construcciones que se desarrollen en o próximos a ellos.

Esta nueva ley, sin embargo, solo se aplica a los humedales urbanos.

2.- Proyecto de ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Boletín nº 9404-12) presentado en 2014.

Durante su tramitación se han incorporado normas especiales para humedales donde destaca especialmente la primera, relacionada a la medida que se propone:

- › El reconocimiento de los Humedales de Importancia Internacional (Sitios Ramsar) como categorías de áreas protegidas.
- › La creación de instrumentos para la protección y manejo sustentable de humedales, como planes de manejo para ecosistemas amenazados e infracciones asociadas o alteración o drenaje de humedales.
- › El reconocimiento de los sitios prioritarios establecidos con anterioridad a la nueva ley.
- › La creación de las áreas protegidas indígenas, donde en muchas existen humedales.
- › El Servicio elaborará y administrará inventarios de ecosistemas, los cuales constituirán un instrumento de gestión para el monitoreo de la biodiversidad y la planificación territorial. Estos tendrán carácter permanente y público y deberán actualizarse cada cuatro años. Dichos inventarios considerarán los ecosistemas terrestres, marinos y acuáticos continentales, incluidos los humedales.
- › El Servicio elaborará planes de manejo para la conservación de áreas determinadas en las que se localicen ecosistemas amenazados. Dichos planes podrán establecer requisitos para la elaboración de planes de manejo de recursos naturales o para el otorgamiento de permisos sectoriales; establecer condiciones al uso del suelo, a la aplicación de sustancias químicas, a la alteración de cauces superficiales y humedales, al uso de aguas subterráneas o a la explotación de especies; requerir la elaboración de planes de restauración u otros instrumentos de conservación de la biodiversidad, con el fin de asegurar la conservación del ecosistema amenazado. La principal crítica a este proyecto es que es solo una ley simple, que no permite imponerse a otros cuerpos legales relacionados principalmente con los derechos de aprovechamientos de agua, proyectos mineros y concesiones eléctricas (Manzur, 2018, <http://www.chilesustentable.net/servicio-de-biodiversidad-un-proyecto-de-ley-necesario/>).

Implementación de las medidas de mitigación

Es importante conocer las funciones ecosistémicas de estos ecosistemas, para incorporarlas a los valores ambientales y advertir acerca de los posibles cambios que pueden sufrir en función de algunas presiones de uso histórico o cambios en el clima. Para implementar adecuadas medidas de mitigación se requiere:

1. Inventariar y monitorear y ver estado de conservación humedales por zona biogeográfica.
2. Establecer leyes y planes que vayan en su resguardo, pero no solo a nivel urbano (como plantea el proyecto de ley indicado arriba).
3. Realizar un mapa de riesgo de la zona costera y ver la situación de los humedales respecto a cambio climático y cambio global.
4. Ampliar el Plan Nacional de Humedales limitado solo a 40 humedales.
5. Proponer que al menos el 40 % de los humedales costeros tengan la figura de áreas marinas protegidas o estén dentro del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) con monitoreo y planes de restauración.



6. Fortalecer en el proceso de ordenamiento territorial y gobernanza de la zona costera, donde están emplazados las marismas. Para ello sería recomendable que el MMA, elaborar una guía que permita evaluar adecuadamente las decisiones que se someten en un PROT, pues este Ministerio está encargado del informe ambiental, cada vez que un PROT ingrese a evaluación ambiental estratégica (EAE).
7. Crear una comisión en las gobernaciones sobre protección ambiental y jurídica de los humedales costeros, que se concentre especialmente en gestionar planes de manejo y en casos extremos proyectos de restauración.

Encargado de ejecutar y fiscalizar la medida

Co-gobernanza, co-construcción y seguimientos a nivel nacional, Ministerio del Medio Ambiente y Gobiernos regionales (inventariar, calcular biomasa y producción primaria), en coordinación con Gobernaciones y Municipalidades.

Financiamiento

El desarrollo y la implementación de actividades basadas en *blue carbon* requieren de una política estratégica y mecanismos legales, tanto para incentivar la conservación, restauración y uso sostenible de la zona costera, como para poner fin al daño a los sistemas costeros. Actualmente, no existe un marco internacional de políticas de carbono azul, apoyado por muchas organizaciones, IUCN y otras no-gubernamentales (ONG) de carácter internacional, WWF, The Nature Conservancy, Blue Climate Solutions, Oceana, Fundación Terram, y locales; la cuales pueden ser financiadas con programas especiales del Banco Mundial, bajo administración del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) con el fin de implementar la figura de carbono azul en las NDC de Chile. El marco descrito en este documento, también establece una línea de tiempo e identifica a los posibles interesados para desarrollar aún más las actividades.

Medida 3:

Proteger y manejar en forma sustentable los bosques submarinos

Autores

Verónica Delgado, Miriam Fernández y Laura Ramajo.

Medida

Proteger los bosques de algas pardas, para preservar el stock de carbono y su enterramiento, y la biodiversidad, como elementos claves para Adaptar y Mitigar frente al cambio climático y la resiliencia.

Objetivos

Valorizar la importancia de los ecosistemas de macroalgas a lo largo de la costa de Chile como una medida de mitigación, debido a sus capacidades de:

- › Capturar cantidades significativas de dióxido de carbono (CO₂).
- › Amortiguar eventos de desoxigenación y acidificación del océano.
- › Proveer de efectos paliativos y ayuda a la adaptación frente a eventos climáticos extremos como marejadas y oleaje.

Fundamento o servicio ecosistémico al que atañe la medida

Los bosques de macroalgas (también llamados bosques de *kelp* o de *quelpos*) son áreas subacuáticas con una alta densidad de algas pardas. Son reconocidos como uno de los ecosistemas más productivos y dinámicos en la Tierra (Pfister *et al.*, 2018). Las especies que forman estos bosques son los productores dominantes de las zonas costeras (Duarte *et al.*, 2005) con una producción neta primaria a nivel global que supera los 1500 TgC por año (Krause-Jensen & Duarte, 2016) y que está sustentada por la provisión de nutrientes que se traduce en altas tasas de fotosíntesis, o ingreso de materia orgánica a los ecosistemas, lo que genera altas tasas de crecimiento de las macroalgas. Por esta razón, los bosques de macroalgas son verdaderos captadores de CO₂ y almacenadores de carbono. Datos actuales sugieren que las macroalgas podrían secuestrar hasta 173 TgC por año (con un rango de 61 a 268 TgC anual) a nivel global (Krause-Jensen & Duarte, 2016). En la Tabla 2 se presentan biomásas y producciones relativas a bosques de algas pardas globales y para el territorio chileno.

El alga *Macrocystis pyrifera*, más conocida comúnmente como huiro, es un alga parda gigante, que forma densos bosques bajo el mar. Estas algas pueden llegar a medir de 60 hasta 70 metros de largo, y en condiciones óptimas, pueden lograr tasas de crecimiento de cerca 50 cm diarios. Estos bosques marinos también son muy importantes como refugio para otros organismos, contribuyen a desacelerar la desoxigenación y acidificación de los océanos y son moduladoras de la energía que llega a la costa. En Chile, los bosques de algas se distribuyen desde Arica al cabo de Hornos, desde la zona intermareal hasta unos 20 metros de profundidad por lo que su impacto en mitigación es amplio en el océano. Sin embargo, este ecosistema enfrenta importantes y crecientes amenazas, en gran parte derivadas de la pesca artesanal y la pesca ilegal. La cosecha de algas, y la forma de explotación en zonas submareales (hasta aproximadamente 20 metros), es una realidad preocupante para las costas de Chile, desconociendo la real magnitud del impacto y sus recientes y futuras consecuencias. Estudios en curso muestran que parches explotados no se recuperan antes de 2 años de la cosecha, muy posiblemente por las consecuencias ecológicas de la redistribución de organismos asociados a estas macroalgas (p. ej., herbívoros; Pérez-Matus *et al.*, 2017). En Chile, las especies de macroalgas están bajo una fuerte y creciente presión de explotación, principalmente para la producción de alginato y como fuente de alimento para el Abalón del norte. Un análisis crítico sobre el uso de macroalgas como base para una acuicultura sustentable es realizado por Buschmann *et al.* (2013).

Hoy en día, los avances de conservación marina observados en Chile no han estado enfocados en los ecosistemas de bosques de algas. En el océano austral existen enormes Parques Marinos de Cabo de Hornos (140 000 km²) e Islas Diego Ramírez-Paso Drake (144 000 km²); sin embargo, estos albergan solo una pequeña fracción de bosques de macroalgas. El resto de la zona costera de Chile, donde se distribuyen la mayor densidad de bosques de algas, cuenta con menos de un 2 % de protección. Obviamente, este porcentaje incluye todos los ecosistemas costeros, de los cuales los bosques son solo una fracción, por lo que el nivel de protección de estos valiosos ecosistemas es aún menor.



Ámbito de aplicación

Los bosques de algas pardas están distribuidos en todo el territorio. Por ende, deberían establecerse medidas de conservación y manejo en todo el territorio nacional que asegure:

1. Áreas marinas protegidas emblemáticas en distintas macrozonas o provincias biogeográficas de la costa de Chile (norte, centro y sur) que ofrezcan mayores niveles de protección.
2. Planes y medidas de manejo eficaces para los restantes bosques marinos sujetos a explotación.

Efectos ambientales que se desea prevenir o corregir

Con esta medida se previene un impacto en los siguientes servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques de macroalgas:

1. Aprovechamiento (seguridad alimentaria)
 - › Soportan la productividad primaria.
 - › Son especies-recurso.
 - › Son ingenieros ecosistémicos que alteran los niveles de luz, el flujo de agua y perturbaciones físicas, a la vez que incrementan la sedimentación, por lo que impactan sobre las variables ambientales y la productividad secundaria.
 - › Forman hábitats refugio para varias especies de peces e invertebrados de importancia económica durante diferentes fases de sus ciclos de vida, las que a su vez son claves en la resiliencia de este ecosistema.
2. Mitigación
 - › Capturan y exportan carbono (aportan a la mitigación del incremento de CO₂ en los océanos).
 - › Reducen los efectos de la eutroficación (asimilación de nutrientes).
 - › Eliminan metales pesados del agua (importante para las zonas con actividad minera).
3. Protección de la costa ante eventos extremos, tsunamis y subida del mar
4. Regulación
 - › Zona de amortiguación para eventos climáticos de desoxigenación, acidificación (es decir, surgencia, ampliación de OMZ, eventos extremos de ENOS).
 - › Purificación del agua y de residuos (son biofiltros para la acuicultura).
5. Soporte y cultural
 - › Generan hábitats con alta biodiversidad y sostienen complejas redes alimenticias.
 - › Turismo. Están presentes en zonas de importancia para el turismo de intereses especiales como el avistamiento de ballenas (archipiélago de Humboldt). Adicionalmente son zonas preferidas para las actividades de buceo, debido a la alta diversidad de especies asociadas que presenta y la generación de espacios con aguas más transparentes.

Co-beneficios que conlleva la medida u objetivo

- › Preservar biodiversidad.
- › Preservar stocks pesqueros.
- › Preservar stock de carbono y el rol del ecosistema para el secuestro de carbono.
- › Mejoramiento y generación de nuevas zonas aptas para actividades acuícolas como la acuicultura de moluscos (ostiones, choritos).
- › Promover el turismo de intereses especiales (buceo recreativo) en ecosistemas naturales preservados.

Estado del arte

A pesar del importante servicio ecosistémico, la destrucción de bosques de algas avanza a tasas alarmantes y es explicada por la sobreexplotación de carnívoros, la cosecha de algas, y la falta de fiscalización. En el año 2019, el huero llegó a ocupar el tercer lugar en el podio de los tres recursos con mayor nivel de pesca ilegal en Chile (Sernapesca, 2019). Además, la remoción de peces e invertebrados que habitan los bosques puede generar enormes consecuencias en los ecosistemas de bosques a pesar de que solo una pequeña fracción de las más de 100 especies que allí habitan sean explotadas. De hecho, la pesca de carnívoros ha generado importantes cambios en la abundancia de herbívoros, los que ahora ejercen una mayor presión de herbivoría sobre los bosques cambiando el follaje de los mismos.

Análisis de aspectos normativos, reglamentarios y procesales

Actualmente, no existe un marco legal especial que busque proteger los bosques de algas, ni que considere su importancia como elemento de adaptación y mitigación del cambio climático. La Ley General de Pesca y Acuicultura solo considera al alga como un recurso, regulando en consecuencia su explotación. Así, en su art. 9 bis, se otorga la facultad para que la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura establezca planes de manejo aplicables a todo o parte de una región o regiones (como el caso de Tarapacá, R. Ex. N° 3344 de 2013). Dichos planes deben contener los aspectos señalados en el art. 8 del mencionado cuerpo legal, entre los que se consideran los objetivos, metas y plazos para mantener o llevar la pesquería *al rendimiento máximo sostenible* de los recursos involucrados. Además, se establece que los planes deben contener estrategias para alcanzar los objetivos y metas planteados, y solo respecto de estas estrategias se señala que *pueden* considerar “medidas de conservación y administración”.

Adicionalmente, en el art. 9 bis, se establece que en los planes de manejo sobre recursos bentónicos de invertebrados y algas, por resolución del subsecretario, se podrán establecer las siguientes medidas de conservación y administración: (a) Rotación de áreas de pesca; (b) Criterio y limitación de la extracción; (c) Translocación y repoblación de recursos bentónicos; (d) Técnicas de extracción o cosecha; (e) Instalación de arrecifes artificiales, de conformidad con los requisitos y características establecidas en el reglamento; (f) Buenas prácticas, sustentabilidad y recuperación de ecosistemas; y (g) Programas de educación y capacitación.

Como puede apreciarse, la normativa introduce elementos para asegurar la *conservación* del alga, pero los establece con el fin de asegurar la explotación de ella *al rendimiento máximo sostenible*, sin considerar como una variable a tener en cuenta su rol frente a la adaptación y mitigación del cambio climático.

Por otro lado, la Ley N°20925 crea una bonificación para el repoblamiento y cultivo de algas. El objetivo de la ley, según dispone su art. 3, radica en “aumentar la biomasa disponible de recursos algales de importancia ecológica y económica existentes en el territorio nacional mediante el establecimiento de un sistema de bonificación para los pescadores artesanales, organizaciones de pescadores artesanales y demás micro y pequeñas empresas que realicen actividades de recuperación de la cobertura algal en las zonas de intervención”. Se agrega además que “la bonificación estará destinada a quienes ejecuten proyectos que tengan un impacto positivo en el repoblamiento o cultivo exclusivamente de macroalgas marinas nativas. Antes de la postulación, una resolución de la Subsecretaría, previo informe técnico, determinará el listado de especies hidrobiológicas que califican en esta categoría”.

De esta forma, dicho cuerpo legal establece un procedimiento para acceder al referido beneficio económico, estableciéndose en su art. 6 que la Subsecretaría deberá elaborar anualmente programas y/o concursos de bonificación de actividades de repoblamiento o de cultivo de algas. Se establece además un sistema de certificación de la ejecución del proyecto técnico y de sus resultados, así como sanciones para quienes obtuvieren fraudulentamente la bonificación que establece la ley (art. 14). En lo referente a iniciativas legales en la materia, en la actualidad no existe proyecto de ley alguno en tramitación, que busque garantizar la preservación de los bosques de algas, en consideración a su importancia como elementos de adaptación y mitigación frente al cambio climático. Frente a lo anterior es importante avanzar en una legislación de la actividad extractiva que pueda incluir la prohibición total del barreteo en sitios *pertinentes* o de resguardo, y medidas regulatorias para la recuperación de los bosques que incluyen no solo la extracción de algas sino de especies que viven en los bosques y que, por cambios en su abundancia, generan alteraciones en la estructura y capacidad productiva de los bosques. Se debería:

- › Establecer mecanismos para prevenir la pesca ilegal.
- › Establecer zonas de resguardo/protección de bosques.
- › Generar un catastro sobre el estado actual de las praderas, así como su dinámica a nivel regional.
- › En función del catastro nacional definir medidas de mitigación/restauración para zonas altamente impactadas por la extracción de recursos que han alterado los bosques de algas.

Implementación de las medidas de mitigación

Entre las medidas que se deben establecer en todo el territorio nacional, tanto para zonas intermareales como submareales, se incluyen:

- › Preservar bosques de algas y su diversidad genética, creando zonas de resguardo extractivo.
- › Establecer medidas de manejo para regular la extracción y sustentabilidad no solo de los servicios de provisión, sino que otros servicios ecosistémicos *pertinentes* ante el calentamiento global.
- › Establecer medidas de manejo para el cultivo y recuperación de bosques de algas, debido a las peculiaridades de la estructura genética de esta especie.

- › Implementar un programa de fiscalización efectiva para regular la pesca ilegal, contemplada en la Ley de Pesca y Acuicultura y en los planes de adaptación al cambio climático.
- › Incluir las mayores áreas de bosques dentro de la figura de áreas marinas protegidas con pertinentes planes de manejo (bajo planificación del Servicio de Biodiversidad y AMP del MMA).
- › Generar una evaluación del carbono incorporado por estos ecosistemas y su potencial cambio debido a los cambios en las tendencias y variables ambientales debido al cambio climático.

Encargado de ejecutar y fiscalizar la medida

Referente al modelo necesario para la implementación de estas medidas se propone un modelo de co-gobernanza y co-construcción del proceso. En cuanto al seguimiento, se identifican a los siguientes actores que pueden tener un rol activo a nivel nacional:

- › Subpesca (medidas regulatorias).
- › Sernapesca (fiscalización).
- › Armada de Chile (fiscalización).
- › Ministerio de Medio Ambiente (áreas de protección o resguardo).
- › Ministerio de Economía (asignación de recursos que permitan la implementación de las medidas de fiscalización y combate de la pesca ilegal).
- › ONG (educación y fiscalización).

Financiamiento

Se sugiere como posibles modos de financiamiento a aquellas agencias de gobierno responsables del manejo de recursos y conservación marina, así como del Ministerio del Medio Ambiente. Se propone participar de la Blue Carbon Initiative (<https://www.thebluecarboninitiative.org/>), así como del apoyo de ONG internacionales establecidas en Chile (Oceana, WWF, WCS, TNC).

Sin embargo, al igual que lo recalado por la Medida Nº 3 (Humedales Costeros), el desarrollo y la implementación de actividades en el llamado *blue carbon* requieren de políticas estratégicas y mecanismos de incentivos para conservar y restaurar, así como para mejorar el actual uso. Estas medidas y su financiamiento deberían incorporarse a los próximas NDCs y Planes de Adaptación al Cambio Climático. De hecho, la primera propuesta NDC plantea la creación de nuevas Áreas Marinas Protegidas y todas en un plazo cercano con planes de manejo; entonces partes de estas AMP debieran concentrarse en áreas con bosques de *kelp*. La creación del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (MMA) para efectivizar áreas de conservación existente y futura en el mar y la acción de crear áreas de manejos para todas la existentes y futura AMP, es una opción a analizar.

Box 4. Áreas marinas protegidas en la propuesta de NDC de Chile (2019)

En el contexto del Acuerdo de París, se establece que Chile cuenta a la fecha con 39 áreas marinas protegidas, las cuales representan, en cobertura, un 42 % de la superficie de la Zona Económica Exclusiva. En este contexto, se indica la intención de incluir en la gestión de estas áreas los aspectos referentes al cambio climático, mediante dos formas: (a) Se propone evaluar los riesgos y vulnerabilidades del área marina protegida por los efectos del cambio climático, adaptando el manejo para proteger el área ante estos, y (b) Se propone evaluar los co-beneficios que el área brinda en adaptación y mitigación del cambio climático, adaptando el manejo de manera de potenciar estos co-beneficios. Sin embargo, respecto de los compromisos concretos, se establece genéricamente que “se crearán nuevas áreas protegidas en ecosistemas costeros, marinos y acuáticos continentales subrepresentados, especialmente en el centro y norte del país, tomando en cuenta para la identificación de tales áreas, entre otros, criterios relativos a los efectos del cambio climático”, sin establecer una meta concreta, respecto a cuánto espacio se pretende proteger ni en qué plazo. Además, como segundo compromiso, se establece que “Al 2025: el 100 % de las áreas marinas protegidas creadas hasta antes de 2020 contarán con planes de manejo o administración que incluyen acciones para la adaptación al cambio climático”, estableciéndose luego dichos planes “serán implementados”, recién en el año 2030.



Esto implica, en primer lugar, que las áreas marinas ya protegidas no verían implementado un plan de manejo efectivo, que considere los efectos e implicancias del cambio climático en su gestión, sino hasta el 2030, plazo que resulta demasiado extenso, atendida la urgencia de las circunstancias. Y, en segundo lugar, implica que aquellas áreas nuevas, que el estado se propone proteger, según indican en el primero de los compromisos, no se asegura que cuenten con planes de manejo implementados ni siquiera al 2030, de hecho, no se establece a su respecto compromiso alguno.

Finalmente, y como tercer compromiso, se establece que “se evaluarán los co-beneficios que los distintos ecosistemas marinos en áreas marinas protegidas brindan en cuanto a mitigar o adaptarse al cambio climático y se implementarán acciones para potenciar estos co-beneficios”, para lo cual se proponen dos metas: primero, que al 2025 se desarrollarán, para 3 áreas marinas protegidas, métricas estandarizadas para la evaluación de sus capacidades de adaptación o mitigación al cambio climático, y que para el 2030 se implementarían estas métricas desarrolladas, para permitir el monitoreo y verificación de capacidades de adaptación o mitigación, “en al menos 5 áreas marinas protegidas integrando el fortalecimiento de los co-beneficios en sus planes de manejo”; reproduciéndose aquí, los extensos plazos antes señalados, sumándose que, 5 áreas marinas al 2030, resulta del todo insuficiente, considerando las 39 áreas marinas protegidas actualmente vigentes.

Medida 4:

Crear refugios climáticos marinos como soluciones basadas en la naturaleza

Autores

Luis Bedriñana, Rodrigo Huckle-Gaete, Javiera Valencia y Francisco Viddi.

Medida

Identificar y proponer la creación de refugios climáticos marinos como soluciones basadas en la naturaleza.

Objetivos

- › Caracterizar y valorar los refugios climáticos marinos como medida de mitigación y adaptación al cambio climático.
- › Identificar y crear refugios climáticos marinos con el propósito de recuperar/mantener/fortalecer funciones y servicios ecosistémicos como el secuestro de carbono.
- › Investigar y relevar la función ecosistémica de los vertebrados marinos (*Fish Carbon*) y su rol ecológico como sumideros de carbono del océano.

Fundamento o servicio ecosistémico al que atañe la medida

Un refugio climático se define como “aquellas áreas que, por sus particulares características geoclimáticas y/o una condición poco alterada de sus ecosistemas y/o una menor presión de uso, poseen cierta capacidad de amortiguar los efectos negativos del cambio climático, que se manifiestan con mayor rigor en otras áreas (Esta condición permite la viabilidad de sus ecosistemas y especies, dentro de ciertos límites. También pueden considerarse refugios, aquellas áreas cuyo patrón climático tendencial, sumado a una menor presión de uso, ofrecen condiciones para albergar especies que están siendo afectadas negativamente por el cambio climático en su actual rango de distribución” (MMA, 2017). La identificación de estas áreas debe permitir ser (a) el refugio para las especies ante una diversidad de estresores ambientales, (b) mantener o recuperar, según sea el caso, el rol de sumidero de carbono y regulador del clima, como medida fundamental en un escenario de cambio climático.

Es importante que los sitios a proteger deban ser ecológicamente significativos, por lo que maximizar la heterogeneidad física y biológica de dicha zona es crucial (Callum et al., 2017). Las áreas marinas protegidas y el manejo efectivo de ellas han demostrado ser espacios para el refugio de especies, generando mayor capacidad de resistencia a los cambios ambientales y produciendo co-beneficios para las comunidades aledañas.

En este sentido, la Patagonia chilena representa una región donde confluyen criterios para la creación de refugios climáticos, donde la bomba biológica es muy activa e implica un alto grado de enterramiento de carbono (Iriarte et al., 2010; Torres et al., 2011). Huckle-Gaete (2011) destaca que el estudio del funcionamiento de estos ecosistemas marinos cuenta con una alta abundancia de grandes cetáceos alimentándose en estas aguas. Los actuales factores de estrés en el ecosistema marino están perjudicando a distintas especies, obligándoles a emigrar, adaptarse o bien extinguirse (Henson et al., 2017), alterando el manejo sustentable de distintas actividades como las pesquerías y el turismo.

Roman & McCarthy (2010) mencionan que los grandes cetáceos fertilizan la zona fótica de los océanos alimentándose de presas meso y batipelágicas y defecando heces líquidas en superficie. De esta forma, translocan nutrientes que limitan la productividad primaria -como nitrógeno (N) y hierro (Fe)- desde las profundidades a aguas superficiales, estimulando una nueva y recurrente producción primaria, con la consiguiente exportación de carbono al océano profundo. La restauración de las poblaciones de ballenas podría aumentar la productividad al hacer disponibles nutrientes limitantes en aquellas áreas consideradas bajas en clorofila, incrementando la disponibilidad de Fe y N en la zona fótica de los océanos (Nicol et al., 2010; Doughty et al., 2015). Por su parte, Lutz & Martin (2014) y Lutz et al. (2018) extienden el efecto de los vertebrados sobre la regulación y almacenamiento del carbono atmosférico (Figura 1), argumentando que al menos nueve procesos ecológicos mediados por los vertebrados marinos (escasamente explorados en los modelos tradicionales del ciclo biogeoquímico del carbono) pudiesen tener un rol relevante (Tabla 4).



(1) Carbón de cascada trófica	Referido a la dinámica de la trama trófica de los bosques sanos de macroalgas y pastos marinos.
(2) Biomezcla de carbono	Referido al aporte a la mezcla de nutrientes en virtud del movimiento de vertebrados marinos que llega a ser comparable con el efecto de los vientos y mareas.
(3) Carbonato de peces óseos	Apela al alto aporte del carbonato de calcio vía las excretas de peces que incrementa la alcalinidad del pH oceánico y podría incluso amortiguar la acidificación de los océanos.
(4) Bombeo de las ballenas	Relativo a la fertilización de la capa fótica.
(5) Carbono de la zona de penumbra	Destaca el rol de los peces mesopelágicos en el transporte de cantidades sustanciales de carbono durante su migración vertical, liberando este mediante pellets fecales a mayores profundidades (recientes estimaciones indican que la biomasa de estos peces ha sido subestimada y podría oscilar entre mil a diez mil megatoneladas (Irigoien et al., 2014)
(6) Cinta transportadora de los grandes cetáceos	Muchos grandes cetáceos migran entre áreas de alimentación ricas en nutrientes, a zonas de reproducción con baja productividad. En estas zonas, la liberación de urea rica en nitrógeno podría estimular el crecimiento del fitoplancton.
(7) Carbono mediado por vertebrados marinos	Destaca que muchos vertebrados marinos producen fecas con alto contenido de carbono que se hunden rápidamente a profundidad y tienen bajas tasas de disolución, asegurando su remoción desde la atmósfera.
(8) Carbono por biomasa	Hace un paralelo entre el almacenamiento de carbono acumulado en los grandes vertebrados longevos y los bosques terrestres.
(9) Carbono de cadáveres en profundidad	Se vincula con el proceso anterior, pero es referido al momento cuando estos animales mueren y se hunden a profundidades oceánicas, dando vida a diversas comunidades de organismos bentónicos de profundidad y el carbono puede ser incorporado a los sedimentos marinos de profundidad.

Tabla 4. Mecanismos biológicos y biogeoquímicos que proceden en ecosistemas con presencia de vertebrados marinos (Extraído de Lutz & Martin (2014).

Ámbito de aplicación

Esta medida debe aplicarse en todo el territorio nacional, con especial énfasis en los ecosistemas marinos de la Patagonia chilena, los cuales sugieren menores variaciones ante los impactos del calentamiento global. Investigaciones recientes indican que el mar de la Patagonia es un sumidero de carbono, a diferencia de las zonas de surgencia de borde oriental que caracterizan la costa del centro-norte de Chile (Torres *et al.*, 2011).

Efectos ambientales que se desea prevenir o corregir

1. Servicios a potenciar:
 - › función ecosistémica de los refugios marinos como sumideros de carbono;
 - › la mantención y restauración del efecto de los vertebrados marinos como componentes esenciales de procesos ecológicos que fomentan la captura de carbono;
 - › medidas de conservación y administración de recursos marinos;
 - › laboratorios marinos con gestión pública y académica.
2. Se busca prevenir:
 - › la desfuncionalización de los ecosistemas marinos;
 - › la subestimación de los servicios ecosistémicos de sumidero de carbono que estos otorgan;
 - › los estresores antropogénicos que afectan la recuperación de vertebrados;
 - › la extinción de especies.

Co-beneficios que conlleva la medida o objetivo

Es de suma relevancia la identificación, creación y protección de refugios climáticos marinos que mantengan su función y provisión de servicios ecosistémicos y permitan además fomentar su rol como sumideros de carbono. Un reciente análisis de Roberts *et al.* (2017), enfatiza que las áreas marinas protegidas bien implemen-

tadas y administradas ayudan a los ecosistemas marinos a adaptarse y a amortiguar los impactos indicados abajo, que son considerados “co-beneficios” extrapolables a las comunidades humanas que se sitúan cerca de estas áreas (Figura 4):

- › Acidificación.
- › Aumento del nivel del mar.
- › Intensificación de tormentas.
- › Cambios en la distribución de especies.
- › Disminución de la productividad y disponibilidad de oxígeno; así como sus efectos acumulativos.
- › Extracción sustentable de los recursos marinos.
- › Desarrollo de otras actividades económicas como el turismo de naturaleza.

Estado del arte

Hay suficiente literatura disponible que permite fundamentar la necesidad de mayor protección efectiva para áreas marinas, con una posibilidad concreta de abordar soluciones urgentes para contrarrestar el cambio global, entre ellas, identificando refugios climáticos para las especies y ecosistemas marinos. Sin embargo, se necesita comunicación cercana y transparente entre científicos y tomadores de decisiones (e.g., Mumby *et al.*, 2017). Es un principio central, identificar espacios que puedan resguardar los ecosistemas oceánicos como complejos, adaptativos e interconectados con los sistemas sociales y económicos. Los modelos efectivos para el cambio basado en la naturaleza y las ciencias sociales, están siendo desarrollados e implementados por un conjunto diverso de actores (Lubchenco *et al.*, 2016). Micheli *et al.* (2012) proponen que redes de áreas protegidas marinas pueden ser la herramienta más efectiva para combatir los impactos negativos del cambio climático global en los ecosistemas marinos y medios de vida, especialmente porque sus resultados se pueden extrapolar a las comunidades costeras, ecosistemas del Pacífico suroriental y otras regiones del océano afectados de manera similar por el cambio climático y global. Halpern *et al.* (2019) destacan que la variabilidad espacial en la manifestación local del cambio climático, puede ofrecer “refugios locales” que deben ser objeto de protección y de gestión para “ganar tiempo” en los esfuerzos por mitigar y adaptarse al cambio global, resaltando la necesidad de urgencia ante el cambio climático y las presiones asociadas en los ecosistemas oceánicos. El Pacífico Central, el océano Austral y partes del Ártico Ruso, pueden ser hoy las mejores zonas como refugios para la biodiversidad marina, sin embargo, el impacto acumulativo aumentará durante unas décadas más –y potencialmente a un ritmo acelerado dada la inercia del sistema climático- por lo que se deben tomar decisiones estratégicas de desarrollo y conservación (Halpern *et al.*, 2019).

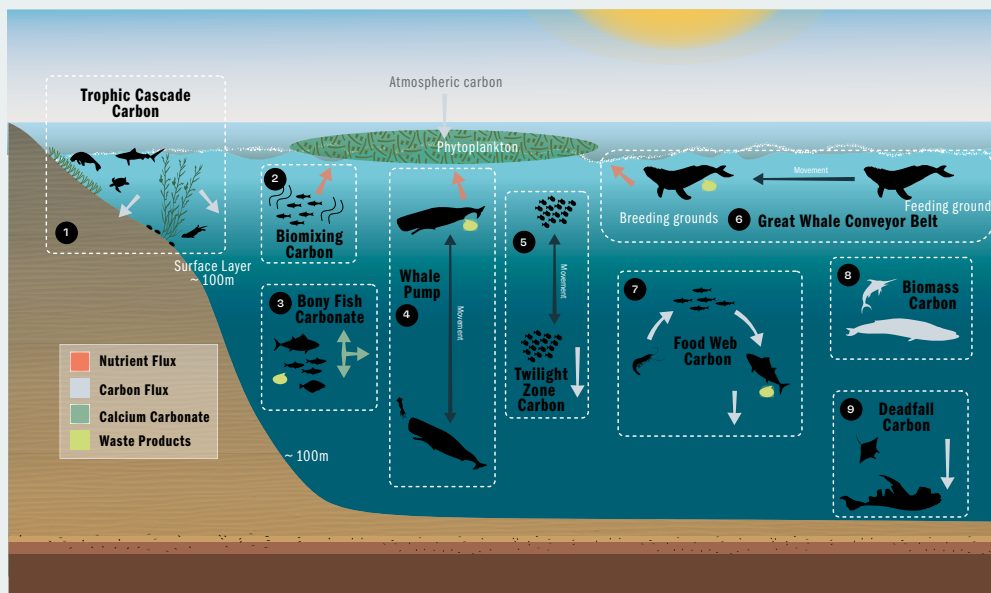


Figura 5. Nueve mecanismos de captura y secuestro de carbono en ecosistemas marinos con la presencia de cetáceos en la trama trófica Lutz & Martin (2014). La numeración indica mecanismos de reciclaje de Carbono explicados en la Tabla 4.

Recientemente, Chile aprobó su primera Política Oceánica Nacional (PON), proceso liderado por el Ministerio de Relaciones Exteriores. En ella, explícitamente se menciona que “esta Política constituye un nuevo paso hacia la consolidación de nuestro compromiso con la gobernanza internacional de los océanos, situando a nuestro mar en el lugar preponderante que le corresponde. La misma sienta las bases de nuestras acciones futuras, poniendo de relieve la conservación y uso sostenible de nuestro mar y sus recursos, el combate a la pesca ilegal, a la polución marina y a los efectos del cambio climático en el océano”.

https://minrel.gob.cl/minrel/site/artic/20180309/asocfile/20180309143025/poli_tica_ocea_nica_nacional_de_chile_ok.pdf

Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030, El Ministerio del Medio Ambiente reconoce el concepto de “refugios climáticos”, incorporándose a documentos oficiales vigentes (p. 93). La misma Estrategia Nacional de Biodiversidad en el Lineamiento Estratégico N°4 (p. 59) indica: “Identificación e implementación de acciones sinérgicas de adaptación y mitigación al cambio climático en los ecosistemas más vulnerables, y de protección de refugios climáticos para la biodiversidad, incluyendo las soluciones de adaptación basadas en ecosistemas y la reducción de riesgo de desastres basada en ecosistemas”.

El Plan Nacional de Adaptación en Biodiversidad en sus recomendaciones (p. 36) indica: “Identificar y proteger “refugios climáticos”. Es importante considerar la identificación de los niveles de estrés climático sobre los ecosistemas. Los refugios climáticos constituyen áreas donde tanto las amenazas climáticas como las no climáticas puedan mantenerse bajo control. **En cada zona bioclimática** (por ejemplo: desierto, estepas altoandinas, zonas hiperáridas, sabana árida, ecosistemas de altura, zonas áridas, semiáridas mediterráneas, zonas subhúmedas secas, áreas subhúmedas, húmedas e hiper húmedas, áreas templado frías y estepas frías) **deberían crearse áreas que pudieren servir de refugios o reservas de individuos vivos con protección asistida**” (MMA 2014).

Esta institucionalidad deberá ajustarse cuando se apruebe el proyecto de Ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Hasta ahora, el proyecto considera que el Ministerio de Economía administra los parques y reservas marinas a través de la Subsecretaría de Pesca y el Servicio Nacional de Pesca, y el Ministerio del Medio Ambiente administra las áreas marinas costero-protegidas de múltiples usos, custodia los santuarios de la naturaleza y supervigila todo el sistema.

Implementación de las medidas de mitigación

Refugios climáticos marinos como soluciones basadas en la naturaleza

- › Incorporar al océano como medida de mitigación y adaptación a los compromisos nacionales del país (NDC).
- › Caracterizar e identificar refugios climáticos marinos: Elaborar mapa con potenciales puntos de interés para la ciencia, con especial énfasis en la Patagonia chilena.
- › Establecer figuras de protección marina (o ampliar existentes) en aquellos sectores identificados con características de refugios climáticos para la biodiversidad marina.
- › Generar líneas de investigación para evaluar los cambios que permitan mantener y fortalecer la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de los océanos ante el cambio climático.
- › Propender a la valoración de la función ecosistémica de los vertebrados marinos (Oceanic Blue Carbon) y su rol ecológico como sumideros de carbono del océano.
- › Promover un aumento del conocimiento de los co-beneficios que tiene el rol de los vertebrados marinos a través de diversos procesos ecológicos, a nivel de políticas públicas y sus implicancias en la población.
- › Impulsar mecanismos de colaboración entre centros de investigación y organismos de la administración pública con competencia en el tema, como el MMA, Subpesca, IFOP, Armada de Chile, Dirinmar, Bienes Nacionales, entre otros.

Encargado de ejecutar y fiscalizar la medida

Actualmente, la administración de las áreas protegidas se encuentra en una propuesta de reforma. Sin embargo, en la lógica de la actual administración pública de las áreas protegidas del país, debiese estar bajo el Ministerio de Medio Ambiente, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura y/o, Bienes Nacionales, según corresponda.

Financiamiento

En la lógica nacional, se requiere de mayor financiamiento para la administración de las áreas protegidas, actuales y futuras. En el caso de Patagonia se están implementando iniciativas innovadoras privadas, a través del denominado Project Finance for Permanence (Proyecto de Financiamiento para la Permanencia o PFP), lo que podría probar ser efectivo en el largo plazo. Sin perjuicio de lo anterior, se propone identificar fondos internacionales que estén asociados a temáticas de cambio climático, como mitigación, adaptación y desarrollo de las ciencias; incorporar financiamiento a los fondos nacionales y regionales, que contribuyan a la generación de una línea base en este tema. Se propone también, generar una glosa fiscal (presupuesto general de la nación) con temáticas de cambio climático, que incluya al menos, el financiamiento inicial para una medida como esta. Todos estos esfuerzos debieran ser complementarios para alcanzar los objetivos propuestos y fortalecer muy importantemente el financiamiento destinado al desarrollo de las ciencias, investigación, monitoreo y fiscalización.

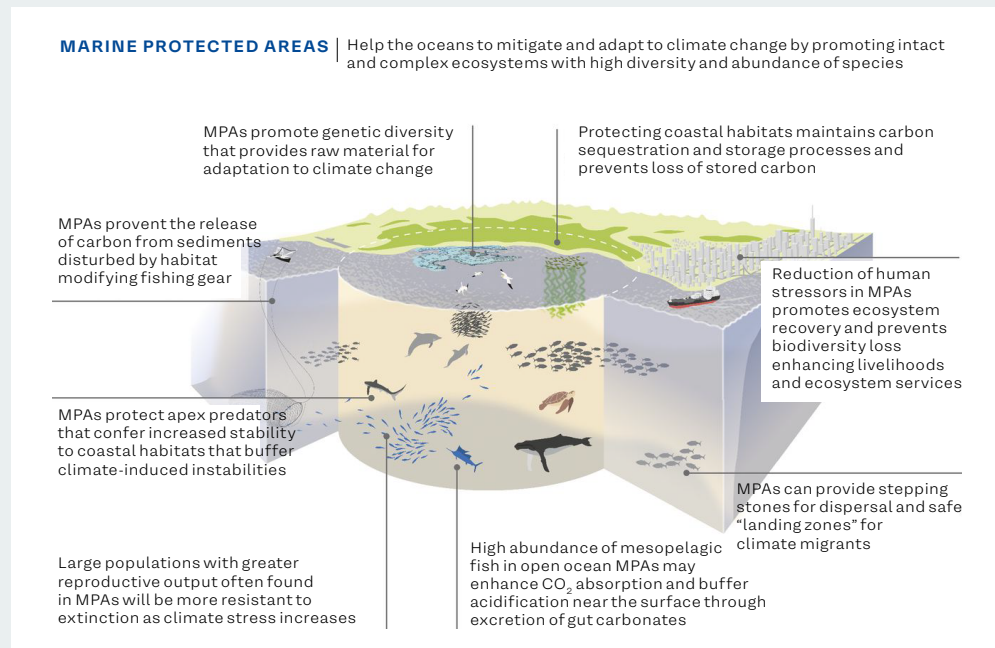
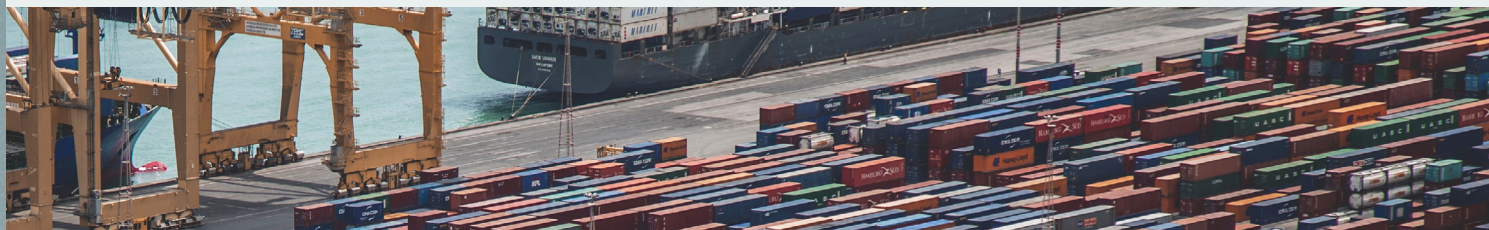


Figura 6. Suministro continuo de servicios ecosistémicos en áreas marinas protegidas (tomado de Roberts *et al.*, 2017).



4.2 . REDUCIR EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN ECONOMÍA DEL OCÉANO

La economía del océano abarca diversas industrias marítimas, como el transporte marítimo, la pesca, la acuicultura, la energía marinas, la biotecnología marina, entre las principales), pero también los activos naturales y los servicios ecosistémicos que proporcionan los océanos (peces, rutas de navegación, captura de CO₂ y similares). Según UNCTAD (2018), aproximadamente el 80% del volumen del comercio mundial (con un total aproximado de 10.700 millones de toneladas) y más del 70 % de su valor financiero, transitan por los océanos y los puertos del mundo; para el caso de Chile, el 90% del volumen del comercio es por vía marítima.

No obstante, el transporte marítimo trae aparejado emisiones de GEI y otros compuestos con efectos negativos, los que están siendo abordados por Marpol. Chile debe tomar impulso respecto a esto, al igual que para el uso de energías marinas como olas, mareas y vientos, donde el país posee ventajas comparativas, dada la longitud de costa y superficie de la ZEE. Además de importantes corrientes mareales, zonas de oleaje y vientos intensos. Respecto a industria pesquera y acuícola, la reducción de la huella de carbono entregan oportunidades de transferencia tecnológicas, asociatividad y desarrollo local bajo en carbono.

Medida 5:

Reducir paulatinamente las emisiones de gases provenientes del transporte marítimo chileno

Autores

Mauricio Osses y Enrique Vargas.

Medida

Reducción paulatina de emisiones de gases provenientes del transporte marítimo chileno.

Objetivos

- › Desarrollar un inventario de emisiones de la actividad naviera nacional y estudios de proyecciones de crecimiento a mediano y largo plazo.
- › Proponer medidas de reducción paulatinas vinculadas a mejoras tecnológicas en materia de combustibles, motores, filtros de emisión, gestión de flota, etc.

Fundamento o servicio ecosistémico al que atañe la medida

La Organización Marítima Internacional (OMI), órgano de las Naciones Unidas encargado de regular el transporte marítimo, suscribió un acuerdo con 88 países, incluido Chile, que establece que las navieras deberán cumplir con una nueva normativa de emisiones que busca reducir el máximo de óxido de azufre que sus buques y otros tipos de transporte podrán liberar a la atmósfera (ENTEC, 2002).

En el caso del transporte marítimo existen cambios normativos y tecnológicos a considerar. Con respecto a la normativa, se debe destacar la regulación que limita el contenido de azufre en el combustible al año 2020. La OMI establece que el límite mundial de azufre para el *bunkering* (combustible usado al momento) descenderá de 3,5 % a 0,5 % a comienzos de 2020, obligando a la mayoría de los armadores a pasar de la quema de combustible con alto contenido de azufre a alternativas más limpias y, posiblemente, más costosas (Wunderlich, 2005).

El tercer estudio a escala global (OMI, 2015) indica que el transporte marítimo internacional representa aproximadamente 2,2 % de las emisiones antropogénicas de GEI y estima que anualmente produce 18,6 millones de toneladas de óxidos de azufre SO_x (como SO_2) y óxidos de nitrógeno NO_x (como NO_2), equivalente al 15 % de emisiones de SO_x y NO_x a nivel global de origen antropogénico.

En términos de tonelaje, el 96 % de la flota mundial está registrada por algún país que se ha suscrito al Anexo VI del Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL), documento de la OMI que establece las normas sobre contaminación atmosférica del transporte marítimo. Aquellas embarcaciones que no cumplan podrían perder su certificación internacional, impidiéndoles operar como buque comercial. Esta normativa está orientada a las emisiones de carácter internacional, pero de todas maneras influye en la actividad de acercamiento a los puertos.

A nivel nacional, en el 2015, estimaciones de las emisiones en puertos chilenos en el sector transporte marítimo suman 12 017 toneladas de NO_x , 614 726 toneladas de CO_2 y 189 toneladas de $PM_{2.5}$. A nivel regional, las regiones que dominan las emisiones atmosféricas son Valparaíso, seguida de la del Biobío y la de Los Lagos, con un 22 %, 18 % y 16 % de participación, respectivamente. A su vez, se tiene que las naves que poseen mayor cantidad de emisiones contaminantes asociadas a nivel nacional son las de tipo porta-contenedores y graneleros, ambos con un 16 % de participación, seguidos de las naves tipo pesquero, carga general y petrolero, con un 13 %, 12 % y 11 %, respectivamente. En el ámbito portuario, Puerto Montt es el puerto que mayor impacto tiene en nivel de emisiones, con un 11 %, seguido de Arica con 9 %, Mejillones y Quintero con 8 % y Valparaíso con 7 %.

Ámbito de aplicación

Esta medida debe aplicarse en todo el territorio nacional, especialmente en todos los complejos portuarios del país, diferenciando las emisiones entre actividad nacional e internacional.

Los puertos más importantes por considerar son Puerto Montt, Quellón, San Antonio, Quintero, Valparaíso, San Vicente Iquique, Mejillones, Calbuco, Punta Arenas, entre otros (34 restantes).

Efectos ambientales que se desea prevenir o corregir

- › Reducción de emisiones directas de gases efecto invernadero, nacionales e internacionales provenientes del transporte marítimo.
- › Reducción de emisiones de contaminantes locales con efecto directo en la población cercana a los puertos y hacia las aguas.

Co-beneficios que conlleva la medida u objetivo

- › Un bajo contenido de azufre y mejoras en el tipo de combustible para el transporte naviero produce menor cantidad de emisiones de material particulado y otros GEI que afectan al clima del planeta. En el caso de SO_x y NO_x , estos gases tienen efectos colaterales como la generación de aerosoles y de lluvia ácida, los que al ingresar al océano produce su acidificación.
- › Las externalidades que conlleva la mejora en tipo de combustibles y cambios de tecnologías, esto es la reducción de material particulado que genera reducción de carbono negro, precursor de cambio climático. Disminución de las emisiones de óxidos de azufre al aire y al océano por la reducción y cumplimiento de la norma de azufre (y nitrógeno) en el combustible.

Las emisiones por parte de barcos corresponden a los tres contaminantes ácidos más importantes, el dióxido de azufre (SO_2), los óxidos de nitrógeno (NO_x) y el amoníaco (NH_3), que llegan al océano por deposición seca o húmeda. Esto produce grandes daños a las aguas dulces marinas, los bosques, los suelos y los ecosistemas naturales sensibles a la acidificación (Hassellöv *et al.*, 2012). Sus efectos se manifiestan de formas muy variadas, afecta la fauna íctica y la diversidad de otros animales acuáticos. El depósito de compuestos del nitrógeno también tiene efectos eutrofizantes en los ecosistemas terrestres y marinos (Paerl, 1995). Las mejoras tecnologías en buques también podrían ser extrapoladas al tipo de motores de menor ruido, variable que afecta a las poblaciones de cetáceos.

Estado del arte

A nivel tecnológico, la adopción de una reducción de azufre y otros gases en el combustible, así como medidas de gestión de flota, ofrecen varios ejemplos interesantes a nivel internacional: México y Noruega son buenos ejemplos

En relación con cambios tecnológicos, el horizonte es más incierto y con pocas opciones en el corto y mediano plazo. Maersk, la compañía de containers más grande del mundo, anunció el año pasado que intentará llegar a tener operaciones libres de carbono al año 2050, pero sin especificar cómo logrará esta meta.

Una de las opciones con mayor potencial de desarrollo en este sector es la utilización de gas natural licuado (GNL) como combustible, especialmente para barcos utilizados para transporte de GNL. La flota de embarcaciones navieras propulsadas con GNL actualmente en operación se estima en 118 al 2017, creciendo a 143 el año 2018, además de 135 en construcción. No se vislumbra un desplazamiento importante del combustible fósil actual en el horizonte 2050, por lo que no se sugieren cambios tecnológicos *pertinentes* en el rubro transporte marítimo para Chile en este sentido. A más largo plazo se vislumbra la posibilidad de utilizar celdas de combustible con hidrógeno para energizar estas embarcaciones. Sin embargo, esta tecnología no debiese tener un impacto notorio en el horizonte 2050 para el caso de Chile.

A nivel normativo, la gobernanza internacional está centrada en:

1. LA OMI y el Convenio MARPOL¹ (Reducción de emisiones; Contaminación Atmosférica y Eficiencia Energética)

En el marco de las acciones globales adoptadas en distintos foros internacionales y en particular al Acuerdo de París en virtud de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio Climático, Chile se ha sumado a las distintas iniciativas que se han definido en el seno de la Organización Marítima Internacional. En los últimos años se han adoptado en este foro numerosas prescripciones relacionadas con la reducción de la contaminación atmosférica, mejora de la eficiencia energética y en el último tiempo la adopción de una

¹ <http://www.imo.org/es/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Paginas/Air-Pollution.aspx>



“estrategia inicial”, que establece la visión futura para el transporte marítimo internacional y la definición de los niveles de ambición para reducir las emisiones de GEI, procedente de los buques en al menos un 50 % al año 2050 (comparado con los niveles del año 2008), con miras a eliminarlas por completo. Chile es parte contratante de la OMI desde el año 1973, Agencia especializada de las Naciones Unidas que ha adoptado medidas que son jurídicamente vinculantes para el conjunto mundial del sector del transporte marítimo. Asimismo, desde el año 2007, se hizo parte contratante del Anexo VI del MARPOL, que regula la contaminación atmosférica proveniente de los buques.

En este marco, la OMI ha establecido una serie de líneas de base relativas a la cantidad de combustible que los buques, según el tipo, pueden consumir para una determinada capacidad de carga. Los buques que se construyan en el futuro tendrán que cumplir y mejorar esas líneas de base por una cantidad determinada, que será cada vez más severa. Para 2025, todos los nuevos buques serán un 30 % más eficiente desde el punto de vista energético que aquellos construidos en 2014. En virtud de las reglas de eficiencia energética, los buques existentes en la actualidad deben habilitar un plan de gestión de esa eficiencia energética, atendiendo a elementos como la planificación de la travesía, la mayor frecuencia de la limpieza de las partes sumergidas del buque y la hélice, la introducción de medidas técnicas como los sistemas de recuperación de calor residual o incluso la instalación de nuevas hélices.

Las prescripciones de eficiencia energética fueron adoptadas como enmiendas al Anexo VI del Convenio MARPOL en 2011, y entraron en vigor el 1 de enero de 2013. Los reglamentos convirtieron al Índice de Eficiencia Energética de proyecto (EEDI) en obligatorio para nuevos buques, mientras que el Plan de Gestión de la Eficiencia Energética del Buque (SEEMP) es requerido para todos los buques. En 2016, la OMI adoptó prescripciones que obligan a los buques de arqueo bruto igual o superior a 5000 a recopilar datos sobre el consumo para cada tipo de *fueloil* que emplean a bordo, así como otros datos adicionales, más específicos, como por ejemplo los equivalentes del trabajo de transporte. Este tipo de buques producen aproximadamente el 85 % de las emisiones de CO₂ procedentes del transporte marítimo internacional. Los datos recopilados proporcionarán una base firme sobre la cual se pueden tomar decisiones futuras sobre medidas adicionales, además de las ya adoptadas por la OMI. Por otra parte, en materias de contaminación atmosférica, se han adoptado directrices y documentos de orientación para facilitar la implementación de la norma IMO 2020 relacionada con el límite del 0,5 % de azufre que aplicará a los combustibles marinos de la industria a contar del 1 de enero del 2020, para lo anterior se han establecido Grupos Interministeriales que estudian la aplicabilidad de esta norma.

2. El Convenio y Protocolo de Londres y el Cambio Climático²

El Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias, 1972, Convenio de Londres en su forma abreviada, es uno de los primeros convenios mundiales dedicados a proteger el medio marino de las actividades de los seres humanos y está en vigor desde 1975. Su objetivo es el fomento del control efectivo de todas las fuentes de contaminación del mar y la adopción de todas las medidas posibles para prevenir la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias. En la actualidad son Partes en el Convenio.

En 1996 se adoptó el Protocolo de Londres, que moderniza y hace más exigente la prescripciones incorporando el principio precautorio, prohibiendo todo vertimiento, con la excepción de desechos que posiblemente resulten aceptables en la denominada “lista de vertidos permitidos”. El propósito del Protocolo es similar al del Convenio, pero el Protocolo es más restrictivo: se ha incluido un “planteamiento precautorio” como obligación general y se ha adoptado un procedimiento correspondiente a una “lista de vertidos permitidos” cuya aplicación implica que todo vertimiento está prohibido a menos que se permita explícitamente, la incineración de desechos en el mar está prohibida y la exportación de desechos para su vertimiento o incineración en el mar está prohibida. El Protocolo entró en vigor el 24 de marzo de 2006 y en la actualidad lo integran 51 Partes. Chile es parte de este instrumento internacional desde el año 2012.

En la Tabla 5 se observan las Áreas de Control de Emisiones (ECA) o Áreas de Control de Emisiones de Azufre (SECA), estas son áreas marítimas en las que se establecieron controles más estrictos para minimizar las emisiones en el aire de los buques, tal como se define en el Anexo VI del Protocolo MARPOL 1997. En la Tabla 5 se muestran los puestos que al 2015 son áreas ECA (tomado de Hassellöv *et al.*, 2012).

2 <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/LCLP/Documents/PROTOCOLAmended2006.pdf>



Área	Control de emisión	Año de adoptado	Año de ejecución	Efectivo desde
Mar Báltico	SOx	sept-97	may-05	may-06
Mar del Norte	SOx	jul-05	nov-06	nov-07
Norte América	Sox, NOx, PM	mar-10	ago-11	ago-12
Mar Caribe (USA)	Sox, NOx, PM	jul-11	ene-13	ene-14

Sox=óxidos de azufre, Nox: óxidos de nitrógeno; PM: material particulado

Tabla 5. Establecimiento de áreas ECA en distintos continentes (Extraído de Hassellöv et al., 2012).

Implementación de las medidas de mitigación

- › Incluir al transporte marítimo en el inventario nacional de gases de efecto invernadero.
- › Proponer metas de reducción de contaminantes y gases
- › Mejoras paulatinas en la calidad de combustible de acuerdo a normativas internacionales vigentes
- › Mejoras tecnológicas para contribuir a la reducción de emisiones.
- › Medidas de eficiencia energética

Encargado de ejecutar y fiscalizar la medida

Chile es parte de los convenios internacionales sobre regulación de calidad de combustible marítimo, sin una fiscalización adecuada que regule el correcto cumplimiento.

En el marco de la gobernanza actual es el ministerio de Defensa, particularmente la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (Directemar) el que vela por el cumplimiento de las responsabilidades respecto a derrames y vertimientos de hidrocarburos a la zona costera, así también el control y fiscalización de las flotas marinas; mientras que la Empresa Portuaria de Chile (Emporchi), empresa estatal, es la encargada de la propiedad, administración, mantención y explotación de los puertos.

El Ministerio de Obras Públicas se encarga del proceso de modernización e infraestructura portuaria y del sistema de puertos comerciales del país.

Las emisiones y calidad de combustibles son realizadas por Ministerio de Energía, mientras que el MMA es el encargado de realizar inventarios y presupuestos de carbono.

Medida 6:

Reducir la huella de carbono en la acuicultura chilena

Autores

Camila Fernández, Begoña Peceño y Doris Soto.

Medida

Mitigar y reducir la huella de carbono en la acuicultura en Chile.

Objetivos

- › Inventariar la contribución actual de la acuicultura chilena a los GEI (priorizando aquellas con mayor presencia a nivel nacional: salmonicultura, mitilicultura), a través de un análisis de la huella de carbono y otros impactos ambientales del ciclo productivo completo (LCA, ver Henriksson et al., 2011).
- › Realizar estudios sobre la eficiencia de la actividad acuícola y la capacidad de carga de los ecosistemas que la contienen para canalizar materia orgánica y procesamiento de carbono y otros nutrientes.
- › Aplicar un enfoque ecosistémico, para normar la actividad acuícola tomando en cuenta criterios de unidades ecosistémicas *pertinentes* e indicadores de desempeño ambiental incluyendo huella de carbono.
- › Proponer e implementar prácticas de acuicultura sostenibles (p. ej., acuicultura multitrófica) y medidas paliativas para la reducción (con trazabilidad) de la huella de carbono, desde el origen de los insumos a la generación de condiciones anaeróbicas en el agua y fondos que limiten o impidan la prestación de servicios ecosistémicos del océano (como captación de carbono y regulación del pH).

Fundamento o servicio ecosistémico al que atañe la medida

Al comparar con otras actividades productivas, la acuicultura es posiblemente la forma de producir proteína de origen animal con menor contribución a los GEI (considerando solo la parte de la producción de biomasa). De acuerdo con un estudio publicado por Waite et al. (2014), en un mundo con recursos limitados, la acuicultura podría ser una opción atractiva puesto que los peces no requieren regular temperatura, excretan nitrógeno residual directamente como amoníaco y sus cuerpos se sostienen/flotan en el agua; por lo cual dedican menos energía al metabolismo y a mantener una estructura ósea que los animales terrestres. Como resultado, la mayoría de las especies acuáticas cultivadas convierten el alimento en carne comestible de manera muy eficiente. Por ejemplo, los mismos autores llevando a cabo un LCA (análisis de ciclo de vida completo desde la semilla/huevo hasta el producto en la mesa) en el caso de la salmonicultura y la mitilicultura los valores fluctúan entre 9 y 11 toneladas de CO₂eq por tonelada de proteína comestible. En el caso de los cultivos de salmones, el valor estimado con estudios y valores hasta 2014 es el más bajo comparativamente de las diferentes especies acuícolas cultivadas principalmente por el eficiente factor de conversión del alimento que posee. Sin embargo, han cambiado algunas situaciones y escenarios en los últimos años y ha mejorado el conocimiento, por lo cual se ha visto cada vez más necesario evaluar sistemas productivos caso a caso. Por ejemplo, en esos estudios a menudo no se consideró la cadena de comercialización completa (Ziegler et al., 2013). Además, no se ha tomado en cuenta el efecto de la acumulación de materia orgánica en cuerpos de agua que sostienen la acuicultura de jaulas o sistemas de producción de mejillones, que pueden afectar la capacidad del océano de absorber carbono y producir un incremento en la acidificación local.

En el caso de Chile, la acuicultura se puede separar en intensiva (ej., salmonídeos y otros peces) y extensiva (ej., mitílidos y otros bivalvos). En el caso del cultivo de salmonídeos, la contribución a GEI se puede separar en al menos:

1. Contribución indirecta a través de la alimentación que suele ser la más importante y que a su vez se compone de:
 - › Energía y uso directo de combustibles fósiles involucrados en el proceso de producción de los insumos. Este es relevante especialmente en el uso de harina y aceite de pescado, pues involucra el uso de combustibles fósiles en las embarcaciones de pesca.
 - › Uso de insumos que se producen a partir de la reducción de la capacidad de absorber GEI, en particular, por ejemplo, el uso de soya (constituyente relevante del alimento para peces hoy en día) proveniente de plantaciones que han reemplazado el bosque tropical y subtropical que absorbía carbono, como sería el caso de la soya que proveniente de la Amazonia y otros ecosistemas subtropicales de Sudamérica que se han transformado a monocultivos intensivos (UTCUTS, ver IPCC, 2012). Actualmente, existen insumos alternativos que podrían tener una huella menor y que además se producen a nivel más local como es el caso del lupino que se produce en las regiones de Concepción y de la Araucanía.
 2. Contribución directa a través del uso de energía a partir de combustibles fósiles para:
 - › Producción de huevos y juveniles en piscicultura de flujo abierto y, especialmente, en pisciculturas de flujo cerrado, que tienen un alto costo energético.
 - › Proceso de traslado y movilización de biomasa en forma de huevos, juveniles, cosecha y procesamiento.
 - › Transporte a los mercados de destino.
 3. Producción indirecta de GEI y acidificación del océano, a partir de los nutrientes y materia orgánica eliminados a los ecosistemas naturales por pisciculturas y, especialmente, sistemas de balsas jaulas flotantes, que generan condiciones anaeróbicas o hipóxicas
- En cultivos de mejillones, la contribución a los GEI se relaciona principalmente con:
- › Contribución indirecta debido a la materia orgánica eliminada como fecas y pseudofecas que se acumula en los sedimentos bajo los cultivos.
 - › Contribución directa a través del uso de energía a partir de combustibles fósiles para transporte de semilla y biomasa cosechada, procesamiento en planta y transporte a los mercados de destino.
 - › Contribución a la acidificación del océano (o pérdida de capacidad de búfer) por remoción masiva de conchas en el proceso de postcosecha y comercialización.

Ámbito de aplicación

Esta medida debe aplicarse en todo el territorio nacional, en particular en las regiones de la Araucanía (producción de insumos como lupino que puede reemplazar la soya en los alimentos, además de existencia de pisciculturas de salmonídeos), Los Ríos, Aysén y Magallanes donde se producen salmones. En tanto en la región de Los Lagos se producen salmones y mejillones.

Efectos ambientales que se desea prevenir o corregir

- › Reducción de la huella de carbono en todo el ciclo productivo de los cultivos desde la semilla hasta la mesa del consumidor.
- › Conservación de la capacidad del ecosistema que los contiene (p. ej., fiordo, mar interior, zonas costeras, océano, etc.) para procesar carbono (mantener la capacidad natural de absorber carbono, generar oxígeno y mantener el búfer natural frente a cambios en el pH), la cual podría reducirse o perderse debido a ingresos excesivos de nutrientes provenientes del sector (con un consiguiente proceso de eutroficación). Estos son servicios ecosistémicos fundamentales que brinda el océano y algunos ecosistemas costeros.

Co-beneficios que conlleva la medida u objetivo

- › Mejorar y fortalecer la eficiencia productiva de la acuicultura (se reducen costos, mejora el crecimiento de los individuos, etc.) por unidad ecosistémica.
- › Disminuir los riesgos sanitarios para la propia industria y sistemas productivos (p. ej., al reducir densidades productivas, considerar aspectos de corrientes y circulación en la dispersión de contaminantes y patógenos).
- › Mejorar la adaptación a algunos de los forzantes del cambio climático, por ejemplo, al reducir las densidades productivas en general los cultivos son menos vulnerables (Soto *et al.*, 2019). También al considerar aspectos de circulación y procesamiento natural del carbono en los cuerpos de agua

para planificar la ubicación y densidad de los centros de cultivo se incrementa la resiliencia de los cultivos, dado que algunas de estas variables podrían ser modificadas por el cambio climático (p. ej., O_2 , ingresos de agua dulce, etc.).

- › Contribuir a la conservación de la biodiversidad de comunidades bentónicas y pelágicas. La mejor planificación espacial y reducción de las densidades de cultivo que minimicen riesgos de eutroficación contribuirán a la conservación de biodiversidad y otros servicios ecosistémicos. La reducción del factor de conversión de los alimentos tiene también un papel clave en reducir la demanda en todos los insumos y en reducir los impactos ambientales locales, pues por cada tonelada de peces producidos se reduce la pérdida no solo de carbono al ambiente sino también de nitrógeno y fósforo.

Estado del arte

Las zonas costeras están captando la atención internacional como sumideros potenciales de CO_2 atmosférico (*blue carbon*). La sobrevivencia de ecosistemas estuarinos y costeros a largo plazo está siendo priorizada. En términos energéticos, las medidas implementadas recientemente por la unión europea incluyen instalaciones eólico-oceánicas, energía de mareas u olas, gradientes de salinidad. Todas estas tecnologías pueden ser trasplantadas a Chile.

La óptica internacional para reducir las perturbaciones antropogénicas para apoyar los co-beneficios ecosistémicos está siendo implementada en diversos países.

Por otro lado, el transporte marítimo está en la palestra para disminuir los impactos ambientales de la industria naviera. El foro internacional de transporte (ITF) en el OECD ha hecho varios estudios para dotar a los tomadores de decisiones de herramientas idóneas para nuevas normativas en torno al transporte y otras actividades (OECD, 2019).

Lo mismo está sucediendo con la carga de plástico que llega al mar (cerca del 80 % del total). Una de las medidas más robustas actualmente representa la disminución del flujo de plástico hacia el océano además de incentivar la economía circular.

A nivel normativo, existen normas relacionadas con certificación de la producción para satisfacer demandas ambientales en la perspectiva del consumidor (p.ej., ASC, GAA, etc.), que han mejorado y presionado por ejemplo la reducción del uso de harina y aceite de pescado como insumo de los alimentos para la salmonicultura. La reducción del uso de soya proveniente de áreas que han sido deforestadas está logrando también mucha importancia en los estándares de certificación.

Existen normativas actuales para regular la producción de salmones y de mejillones, sin embargo, pero las consideraciones de capacidad de carga de los cuerpos de agua para minimizar aspectos de eutroficación de los ecosistemas son aun deficientes (Quiñones *et al.*, 2019). Un estudio reciente sobre vulnerabilidad de la salmonicultura al cambio climático propone reducir la producción a densidades menores que 25 toneladas km^{-2} para reducir riesgos de eutroficación que pudieran verse exacerbados por el cambio climático (Soto *et al.*, 2019). Ello es además relevante desde la perspectiva de la mitigación pues la eutroficación reduce la capacidad del océano de absorber carbono y producir oxígeno.

Implementación de las medidas de mitigación

- › Monitorear la huella de carbono de la alimentación atendiendo a: (a) la minimización o exclusión de insumos que incrementen GEI (p. ej., soya proveniente de deforestación) y (b) reducción del factor de conversión de alimento como indicador de desempeño ambiental. Ambas medidas implicarían mejoramiento de las dietas (p. ej., uso de probióticos y reemplazo de soya por lupino) y mejoramiento del manejo de la producción y alimentación.
- › Minimizar riesgos de eutroficación a nivel de ecosistema a través del monitoreo de la ubicación y distribución espacial de la acuicultura (piscicultura y engorda de salmones, y captación de semilla y engorda de mejillones) basado en modelos de recambio de agua y circulación.
- › Disminuir la densidad de salmones por área en cultivos marinos, hacia cifras inferiores a 25 toneladas por km^2 .
- › Estudiar la influencia de fecas, pseudo fecas y conchas en los fondos bajo cultivos de mejillones en relación con la ocurrencia de anoxia, procesamiento y reciclaje de carbono y nutrientes para orientar una normativa de densidades máximas de cultivo de mejillones que garanticen la mantención de servicios ecosistémicos y minimicen la eutroficación.



- › Incentivar el reciclaje del subproducto de conchas de mitílicos evaluando su reintegración a los ecosistemas marinos (para evitar sacarle calcio al ecosistema y así minimizar un factor adicional de acidificación del océano).
- › Cuantificar la generación de residuos del proceso productivo e incentivar la economía circular en zonas de alta actividad acuícola.
- › Evaluar la implementación de acuicultura multitrófica integrada (IMTA) a nivel de paisaje (p. ej., integrado mejor el cultivo de salmones y mitílicos a nivel de paisaje, bahía, canal cuerpo de agua relevante).
- › Implementar tecnologías limpias para la generación de energía a nivel local, reduciendo el uso de combustibles fósiles para el transporte de insumos, huevos, semilla, biomasa para cosecha, comercialización y refrigeración.

Encargado de ejecutar y fiscalizar la medida

La aplicación de esta medida es de alta complejidad, debido a la coordinación necesaria entre la empresa privada, los productores y los estamentos gubernamentales.

La transferencia tecnológica entre la academia y la empresa privada será por otro lado fundamental para la optimización de procesos productivos y la reevaluación de estrategias alimentarias.

Todas las medidas propuestas deberían diseñarse e implementarse en estrecha colaboración con el sector productivo (salmoneros, mitilicultores y oficios secundarios), la academia (enfocado a transferencia tecnológica) y otros usuarios del borde costeros y el ambiente acuático o cuencas *pertinentes*.

Financiamiento

Debido a que se trata de una combinación de medidas específicas a la industria acuícola la evaluación de costo debe hacerse en función de etapas previamente establecidas con una agenda compatible con las metas medioambientales (NDC).

Medida 7:

Incentivar el uso de energías marinas renovables no convencionales alternativas

Autores

Catalina Aguirre G., Héctor Hito Sepúlveda y Karen Ubilla Farías.

Medida

Incentivar el uso de energías marinas para generar electricidad.

Objetivos

- › Profundizar en el estudio y desarrollo de las energías renovables marinas en las costas de Chile.
- › Establecer incentivos que permitan el desarrollo de proyectos energéticos a partir del oleaje y/o las corrientes.
- › Avanzar hacia el objetivo de alcanzar la carbono neutralidad al año 2050, mediante una matriz energética de bajas emisiones, diversificada y basada en escalas locales.

Fundamento o servicio ecosistémico al que atañe la medida

Dado el desafío que se ha impuesto nuestro país con respecto a alcanzar la carbono neutralidad el año 2050, resulta necesario aumentar y diversificar el uso de energías renovables no convencionales. Durante la última década el aumento del uso de la energía solar y la energía eólica para obtener energía eléctrica puede considerarse como un proceso exitoso. Sin embargo, Chile cuenta con importantes recursos de energías renovables marinas, tanto del oleaje como de las corrientes, los cuales aún no son utilizados para obtener energía eléctrica, en gran medida porque los diseños de los dispositivos de extracción de estas energías aún no convergen a una tecnología estándar.

Nuestro país tiene grandes ventajas en dos fuentes de energía renovables marinas que presentan un potencial significativo; la energía undimotriz (energía de las olas) y la energía mareomotriz (energía de la marea). En particular, la energía undimotriz tiene un potencial relevante en toda la costa de Chile que se encuentra abierta al océano Pacífico. Sin embargo, la potencia del oleaje es mayor en la zona austral y va disminuyendo progresivamente hacia el norte de Chile (Mediavilla & Sepúlveda, 2016; Falvey *et al.*, 2018). La baja variabilidad estacional del oleaje en Chile permite que los factores de planta de la energía undimotriz sean mucho mayores en Chile, en comparación con otras costas del mundo. Es en la isla de Chiloé y el estrecho de Magallanes donde el Ministerio de Energía y otros han realizado estudios considerándoles sitios de interés (Ministerio de Energía, 2014; Mediavilla & Figueroa, 2017). Existe también un importante potencial proveniente del recurso eólico marino a lo largo de la costa de Chile (Mattar & Borvarán, 2016; Mattar & Guzmán-Ibarra, 2017), más lo estrecho de la plataforma continental chilena presenta desafíos tecnológicos para la implementación de grandes parques eólicos *off-shore*, quedando esto a la espera que la tecnología de torres eólicas flotantes madure lo suficiente para su implementación.

Considerando tres puntos a lo largo del país, a 20°S, 30°S y 40°S, se presenta un cálculo simple de la cantidad de CO₂ equivalente (CO_{2eq}) que se podría dejar de emitir en el caso de utilizar energía undimotriz (Tabla 6). Para esto se estima el promedio anual de la potencia del oleaje, publicada en el Explorador Marino del Ministerio de Energía (exploradorenergia.cl/explorador-marino), y si se considera una eficiencia del dispositivo de un 70%, se tiene para cada uno de los puntos un valor aproximado de los factores de planta obtenidos por Monárdez *et al.* (2008). Finalmente, se llega a valores utilizando el Factor de Emisión del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), estimado para 2019 en 0.4164 TCO_{2eq}/MWh (energiaabierta.cl/). Los resultados se resumen en la siguiente tabla:



Localización Latitud - Longitud	Potencia del oleaje por metro de línea de costa	Potencia de salida por metro de línea de costa	Factor de planta o factor de capacidad	Potencia resultante por metro de línea de costa	Toneladas de CO ₂ eq al año por metro de línea de costa
20°S - 70.1°W	143.84 MWh	100.69 MWh	20%	20.14 MWh	8.39
30°S - 70.4°S	245.45 MWh	171.82 MWh	30%	51.55 MWh	21.47
40°S	499.41 MWh	349.59 MWh	40%	139.84 MWh	58.23

Tabla 6. Potencia de MWh de distintas alternativas de energía en diversas zonas de la costa chilena (Elaboración Catalina Aguirre).

Ámbito de aplicación

La gran extensión de la costa en Chile permite que el desarrollo de las energías marinas tenga un importante potencial y puedan ser aplicadas en gran parte del territorio nacional. La energía del oleaje representa una valiosa fuente de energía renovable en la toda la costa de nuestro país que se encuentra abierta al océano Pacífico. En cambio, en la zona de canales y fiordos de la zona sur del país (desde Los Lagos hasta Magallanes) la energía mareomotriz tiene un potencial muy importante, donde la morfología y batimetría poseen un rol preponderante en las velocidades que pueden alcanzar los flujos y en la factibilidad de extraer energía de las corrientes (Artal *et al.*, 2019).

Desarrollar las energías marinas implica avanzar en el conocimiento de aspectos geofísicos, como la predicción del viento, el oleaje y las corrientes, y también en aspectos biológicos y químicos relacionados con las formas de evitar o disminuir el *biofouling* y la corrosión en los dispositivos de extracción de energía. Además, siempre estará el desafío de integrar la instalación de dispositivos que capturen la energía del mar de manera eficiente y confiable, junto a la coexistencia de otras actividades de la zona costa.

Efectos ambientales que se desea prevenir o corregir

La generación de energía a partir de combustibles fósiles se reconoce como el mayor responsable de las emisiones de CO₂ a la atmósfera, además de ser uno de los focos en materia de conflictos socioambientales en Chile. La inclusión de nuevas formas de generación presenta una posibilidad de avanzar a un desarrollo de cero emisiones y contribuir a la eliminación total de las termoeléctricas.

Co-beneficios que conlleva la medida u objetivo

- › Preserva el stock de carbono fósil.
- › Usa una energía renovable, puesto que las mareas no se acabarán nunca.
- › No contamina, es una energía limpia y bastante silenciosa.
- › En caso de energía mareomotriz, una vez que se han construido las infraestructuras necesarias, la producción de energía mareomotriz es relativamente barata en cuanto que la fuente energética proviene de la naturaleza.
- › Posee una periodicidad conocida (mareas), no depende de la nubosidad o variabilidad del viento (entonces, tiene ventajas respecto a la eólica y a la solar).
- › Permite una diversidad geográfica de los recursos. No todas las regiones disponen de los mismos recursos naturales, por consiguiente, es imposible que obtengan las mismas cantidades y tipos de energía, por lo cual es importante analizar el diseño de soluciones energéticas híbridas (fotovoltaica-eólica-mareomotriz-undimotriz).
- › Reduce impactos en salud y en el medio ambiente, debido a las emisiones asociadas a la quema de los combustibles fósiles, carbono negro, partículas. Este puede ser el caso de localidades de la Patagonia, cuya energía para calefacción depende de madera (recurso no tan renovable).
- › Ayuda a contribuir a la carbono neutralidad.

En la actualidad, la energía undimotriz todavía se encuentra en etapas iniciales de desarrollo, ya que todavía se trabaja en la innovación de tecnologías que permitan la extracción de la energía de los distintos tipos de olas que llegan a las costas. Es importante entonces profundizar la investigación, el desarrollo y la innovación en este ámbito, sobre todo si consideramos la enorme fuente de energía limpia y renovable que puede ofrecernos el mar, un recurso inagotable (MERIC, 2019).



Estado del arte

La energía marina cumple un rol relevante para la diversificación de la matriz energética y una participación aun mayor de las energías limpias. La posibilidad de producir energía a través de las olas y las mareas principalmente, con un borde costero mayor a los 4000 km genera interés en las autoridades que pueden ver esto como el desarrollo de una nueva industria que tenga efectos medio ambientales, económicos y sociales.

La historia de la energía mareomotriz ha sido clave en la evolución del hombre durante décadas. El agua ha sido una fuente de energía durante cientos de años. El primer uso registrado de la energía mareomotriz se produjo en los molinos mareomotrices en la Edad Media, donde todavía se encuentra uno en Suffolk (Reino Unido). Los molinos captaban agua durante la marea alta y luego la liberaban a través de una esclusa para hacer girar una rueda de agua que se utilizaba para moler el grano.

En la actualidad, existen muchos países con casos exitosos como:

1. Los desarrollados en Europa, Reino Unido, con apoyo de la Unión Europea a proyectos colaborativos, ejemplo, el caso de Irlanda del Norte.
2. Instalaciones de prueba, EMEC, Edinburgh, MARINET, ejemplo Sabella

En Latinoamérica, Argentina y Chile son junto a la costa del norte de Australia y la del mar Amarillo en Corea, una de las regiones más aptas para generar esta energía; en concreto, en la Patagonia argentina. El potencial energético del país por esta vía se estima en hasta 40 000 MW.

El caso chileno, el desarrollo de ERNC es reciente, anteriormente estas no fueron explotadas de igual forma que las convencionales debido principalmente a los altos costos de inversión asociados, a un desconocimiento de ellas en el mercado, y a la presencia de un marco regulatorio que no ha ofrecido grandes incentivos para su inversión. En 2009, solo el 2.7 % de la matriz energética chilena provenía de fuentes de ERNC (Palma *et al.*, 2009). Actualmente, dicha cifra aún no alcanza el 25 % del total de la matriz energética (CNE, 2018)

3. Chile: MERIC (Marine Energy Research and Innovation Center), laboratorio mar abierto.

Análisis de aspectos normativos, reglamentarios y procesales

Respecto a las regulaciones que se involucran en materia de energía mareomotriz, cabe señalar que son múltiples, como también los instrumentos y los actores que participan, generando superposiciones, falta de coherencia, afectación de los ecosistemas marinos, entre otros, según lo planteado por Moraga, 2018.

- › En Chile existen 107 normativas normativa relacionada y eventualmente aplicable (leyes, decretos, oficios, circulares).
- › Política Nacional de Uso de Costero del Litoral de la República (PNUBC, DS 475, Ministerio de Defensa Nacional, DO 11.01.1995).

En cuanto a los actores que tienen presencia al momento de abordar la temática de energía marina se cruzan los siguientes actores:

- › Ministerio de Defensa.
- › Subsecretaría para las FF.AA.
- › Directemar.
- › Ministerio de Economía y Turismo, Subpesca – Sernapesca.
- › Gobierno Regional-Municipalidad.
- › Autoridad Sanitaria.
- › Servicio Nacional de Aduanas.
- › Ministerio de Energía.
- › Ministerio de Medio Ambiente.

Según lo planteado por Moraga (2018) son 25 los servicios públicos involucrados en la aprobación de un proyecto de energía marina.

Implementación de las medidas de mitigación

- › Consolidar una cultura para el uso y manejo sostenible y eficiente de los recursos naturales a lo largo de la cadena energética.
- › Construir las condiciones económicas, técnicas, regulatorias y de información para impulsar un mercado de bienes y servicios energéticos basados en océano.
- › Fortalecer las instituciones e impulsar la iniciativa empresarial de carácter local y privado, mixto (capital social) para el desarrollo energías marinas.
- › Facilitar la aplicación de las normas relacionadas con incentivos, incluyendo los tributarios, que permitan impulsar el desarrollo local en regiones con mayor potencial como Patagonia.



- › Desarrollar capacidad de desarrollo en base a modelos ya existentes (desarrollos tecnológicos, patentamientos).
- › Favorecer el desarrollo local de generación sin necesidad de largas cadenas de transmisión y comercialización.
- › Identificación de posibles impactos y conflictos en el desarrollo de actividades.

Encargado de ejecutar y fiscalizar la medida

Será importante identificar en la implementación de una medida de estas características, un actor que pueda coordinar y habilitar el desarrollo de proyectos considerando los conflictos que pueden existir entre diferentes actividades, el rol de la academia es fundamental para la identificación de estos problemas y la solución de los mismos. El mandato más inmediato es del Ministerio de Energía y Transporte, seguido por Ministerio de Defensa que gestiona, a través de Directemar, las concesiones marinas e instalaciones en costa.

Financiamiento

Es importante avanzar en las investigaciones que realizan Universidades e instituciones como MERIC, que pueden contribuir al desarrollo de nuevas tecnologías y principalmente en abordar los posibles impactos que podrían generar proyectos de energía marina en las costas de Chile. MERIC (Marine Energy Research and Innovation Center), fue establecido en Chile gracias al apoyo del Ministerio de Energía a través de Corfo por medio del Programa de Atracción de Centros de Excelencia Internacional en I+D. Actualmente, participan como Co-Ejecutores, la Pontificia Universidad Católica de Chile, la Universidad Austral de Chile, Fundación Inria Chile, Fundación Chile y Enel Green Power (MERIC, 2019). Es una iniciativa que busca diversificar la matriz energética y convertir a Chile en un referente mundial en el desarrollo de energías marinas renovables.



4.3. ADAPTACIÓN Y GENERACIÓN DE CAPACIDADES EN EL OCÉANO

Las zonas costeras albergan un elevado porcentaje de la población mundial y a menudo exhiben niveles de urbanización, desarrollo económico y crecimiento demográfico por encima de la media. La pesca y la acuicultura se ven amenazadas por el cambio climático, pero también por presiones antrópicas, como sobrepesca, degradación de hábitat, deficiencias en la gobernanza en la gestión y las prácticas, condiciones que ponen un desafío en la mejora al plan de adaptación para este sector. Además, con vulnerabilidades y exposiciones que no se están evaluando correctamente, por la falta de información, líneas base y monitoreos de ecosistemas costeros en forma sistemática e integrada, y por lo que la comunidad, academia y servicios públicos se clama por un Sistema Integrado de Observación del Océano Chileno (SIOOC).

El SIOOC representa un instrumento para la elaboración de las políticas públicas, la adaptación al cambio climático, las inversiones de infraestructura, en el crecimiento azul, la administración justa, la gestión y utilización sostenibles de los recursos oceánicos y los enfoques ecosistémicos, pues un SIOOC puede impulsar el crecimiento económico, incrementar la seguridad alimentaria, mejorar la nutrición y reducir la pobreza, entre algunas metas.

Medida 8:

Mejorar el Plan de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura con foco en la desigualdad e inequidad social y de género, y métricas para la trazabilidad de metas

Autores

Laura Farías.

Medida

Mejorar el Plan de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura (PACCPA), con foco en la desigualdad e inequidad social y de género, y métricas para la trazabilidad de metas.

Objetivos

- › Mejorar el PACCPA atendiendo a vulnerabilidades, riesgos e impactos de carácter climático, pero con acento en los ODS, en términos Pobreza (ODS 1), Equidad de género (ODS 5), Desigualdad (ODS 10), y Justicia y paz social (ODS 16).
- › Diseñar y poner en marcha indicadores y métricas para cada acción, no incluidos en el primer PACCPA.

Fundamento y beneficio al que atañe el compromiso

Los forzantes climáticos, sumados al manejo y explotación de los recursos pesqueros y acuícolas repercuten sobre el sector pesca y acuicultura; es decir, sobre los recursos biológicos y las comunidades pesqueras o acuícolas.

Se han levantado diversas evidencias sobre amenazas a las poblaciones costeras e infraestructura. Las poblaciones costeras están cada vez más propensas a olas de calor marinas, aumento del nivel del mar, inundaciones costeras, oleaje y marejadas. Además, el océano está expuesto a procesos como acidificación, desoxigenación, estratificación, redistribución de corrientes y otros que pueden afectar a los servicios ecosistémicos mencionados (IPCC, 2019). Estas exposiciones pueden provocar daños y fallas en la infraestructura, pérdida de habitabilidad, degradación de los servicios del ecosistémico y, finalmente, cambios en la distribución como en la abundancia de diferentes especies hidrobiológicas; en particular recursos bentónicos y pelágicos explotados en el país; lo que se traduce en importantes impactos económicos y no-económicos (sociales), conflictos y migración humana generalizada (Oppenheimer *et al.*, 2014; Van Ruijven *et al.*, 2014; Cunsolo & Ellis, 2018).

La actividad pesquera ha estado atravesando paulatinamente una fase de reestructuración, que ha respondido fundamentalmente a nuevos y permanentes marcos regulatorios emergentes provenientes de la esfera pública, los virajes estratégicos del mercado nacional e internacional y los problemas de sustentabilidad que han limitado la expansión de la pesca artesanal e industrial; sin respetar el concepto de enfoque ecosistémico y principio precautorio de la Ley de Pesca y Acuicultura, aún más en un contexto de cambio climático. A este análisis hay que sumar las **condiciones sociales** de los trabajadores asociados al rubro, un sector desprotegido de escasos ingresos y nivel de educación y salud; e importantes **brechas de género**. En este contexto, el cambio climático profundiza las desigualdades y es un multiplicador de amenazas. Y, por lo mismo, resulta fundamental que, en los instrumentos climáticos, estrategias, planes y medidas, como el Plan de Adaptación del sector pesca y acuicultura, se incorpore la variable socioeconómica. De hecho, una de las críticas que se hace a la Ley de Pesca actual es que incorporó el enfoque ecosistémico para la gestión de la pesca, pero no incluyó la variable ambiental ni la social (FAO, 2016).

Si bien, la cobertura universal del sistema de previsión social de Chile garantiza el acceso de los trabajadores de la pesca, se recomienda revisar que los distintos aspectos relativos a las condiciones laborales particulares de los trabajadores del sector pesquero estén adecuadamente regulados, no necesariamente a nivel de la LGPA, sino a nivel de legislación laboral (FAO, 2016).

En cuanto al rol de las mujeres en la pesca, es importante considerar que en el sector pesquero artesanal, el 76 % son hombres y que solo existe un 5 % de mujeres propietarias de alguna embarcación. El 51 % de las mujeres pertenecen a alguna organización lo que equivale a 10 748 socias de un total de 21 244 que realizan la actividad, y que participan en 1123 organizaciones de un total de 1543. Lo anterior indica, lo que es altamente preocupante, que 10 496 mujeres inscritas en el Registro de Pescadores Artesanales (RPA) no están organizadas y, por lo tanto, no pueden acceder a beneficios de instrumentos de fomento (p. ej., Proyectos del Fondo de Fomento para la Pesca Artesanal) o a Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (Subpesca_Sernapesca; Mujeres y hombres en el sector pesquero y acuícola de Chile, 2018).

Relacionado con lo anterior, existe un proyecto de ley para modificar la Ley General de Pesca y Acuicultura, que propone establecer una cuota de género en la integración de los órganos tomadores de decisiones en sector pesquero artesanal. Este proyecto iría en la línea de la Declaración y la Plataforma de Acción de Beijing, en que nace el compromiso para los Estados de esforzarse por asegurar la participación igualitaria de la mujer en los procesos de toma de decisiones respecto de las políticas dirigidas a la pesca artesanal. Los Estados deberían adoptar medidas concretas para hacer frente a la discriminación contra la mujer, al tiempo de crear espacios para las Organizaciones Sociales Civiles (OSC), en particular para las trabajadoras de la pesca y sus organizaciones, con el fin de que participen en la vigilancia de su aplicación. Debería alentarse a las mujeres a participar en las organizaciones de pesca y prestarse apoyo a la creación de las organizaciones pertinentes (Boletín: 12702-34, propuesta de Camila Vallejo).

Ante estas brechas (económicas, laborales y de género) se requiere promover un proceso transformador que genere ambientes que fortalezcan la interlocución social y la igualdad de género entre actores públicos, privados y sociales, y que permita un entorno institucional adecuado para su desarrollo. Por lo general, estos se desenvuelven mejor a escala local, lo que exige de mayores grados de descentralización y articulación social de los actores, según ámbitos y características territoriales: esto supone desenvolver espacios de diálogo e interlocución al interior del sector. De hecho, muchas veces las relaciones sectoriales se dan en un ámbito de conflictividad y marcada desconfianza con conversaciones poco colaborativas, que se llevan a efecto de manera centralizada.

Por ello es importante incorporar en la actualización del PACCPA, *la participación ciudadana efectiva pero además que el proceso sea diseñado con una metodología que permita incorporar la variable socioeconómica, y ponga énfasis en la desigualdad e inequidad social, con perspectiva de género y, finalmente, incluir métricas para la trazabilidad de las metas asociadas.*

Ámbito de aplicación

Plan sectorial PACCPA y sus instrumentos regionales y locales.

Efectos ambientales que se desea prevenir o servicios que desea potenciar

Para mayor información revisar Informe Mejoras del PACCPA (Farías et al., 2019).

Análisis de aspectos normativos, reglamentarios y procesales

Se vislumbra una alta complejidad en estructura y aspectos legales que regulan los recursos y hábitat, comunidades pesqueras y acuicultoras en la zona costera y ZEE; esta complejidad es difícil de resolver, por lo que se requiere un análisis de un tipo de enfoque de gobernanza (policéntrica o multinivel. Urquiza et al., 2019), que permita una mejor adaptación del sector al cambio climático.

En el ámbito social, es importante señalar que la incorporación del enfoque ecosistémico en la Ley de Pesca y Acuicultura ha sido criticada, entre otras razones, por no cumplir los estándares internacionales, pues no incorpora la dimensión social, económica, de interrelaciones ecológicas e institucionales (FAO 2016).

Esta visión podría cambiar, pues en el Congreso Nacional se está discutiendo la reforma de esta norma (boletines refundidos 12013-21 y 12012-21 reemplazando la actual redacción contenida en el artículo 1° C letra c de la Ley General de Pesca y Acuicultura, por la siguiente (en negritas la modificación): “*aplicar el enfoque ecosistémico para la conservación y administración de los recursos pesqueros y la protección de sus ecosistemas, entendiendo por tal un enfoque que considere la interrelación de las especies y los ecosistemas en que estos se encuentran, y los aspectos económicos, ambientales y sociales derivados de su manejo, administración y conservación*”.



En la Tabla 7 se muestran que existen actualmente 61 proyectos de reforma en el sector pesquero y acuícola, en tramitación, de los cuales hay 21 con movimientos en el año 2019, e incluyen 10 anteproyectos de carácter ambiental y sólo 2 de carácter social.

Tabla 7. Proyectos de ley del sector pesca y acuicultura vigentes al año 2019.

FECHA PRESENTACIÓN	N° BOLETÍN	TEMAS PRINCIPALES	ESTADO
16-10-19	13019-21	Prohibición de pesca de arrastre para capturar merluza común.	En tramitación. 28/10/19 pasa a Comisión de Pesca, Acuicultura e Intereses Marítimos.
21-08-19	12937-21	Restringe la pesca de arrastre para capturar merluza común.	En tramitación. 24/09/19 pasa a Comisión de Pesca, Acuicultura e Intereses Marítimos
06-06-19	12702-34	Establece cuota de género en la integración de órganos tomadores de decisiones.	En tramitación. 13/06/19 pasa a Comisión de Mujeres y Equidad de Género.
07-05-19	12605-21	Modifica actividad acuícola con finalidad de elevar standard ambiental en su desarrollo. Refundido con boletín 12634-21	En tramitación. 12/06/2019 envió a Comisión de Medio Ambiente y Bienes Nacionales.
25-04-19	12598-21	Aumenta sanciones sobre infracciones a regulación de pesca recreativa.	En tramitación. 07/15/19 pasa a Comisión de Pesca, Acuicultura e Intereses Marítimos.
17-04-19	12574-21	Aumenta las áreas protegidas en cuyas zonas lacustres, fluviales o marítimas se prohíbe desarrollar actividades o proyectos salmonícolas.	En tramitación. 07/05/2019 rechaza solicitud de remitir proyecto a Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
09-04-19	12535-21	Establecer una regulación para el sector bentónico diferenciada a la de los peces: incorpora definiciones, cambios en régimen de administración (posibilidad de decretar vedas y establecimiento de zonas de resguardo, regula artes de pesca, incorpora puntos biológicos de referencia), establece criterios y límites de extracción, suspende transitoriamente solicitudes de establecimiento o ampliación de áreas de manejo, potencia Comités Científicos Bentónicos, modifica sanciones.	En tramitación. 25/09/2019 cuenta de informe de Comisión de Intereses Marítimos, Pesca y Acuicultura.
12-03-19	12465-21	Aumenta sanciones para quienes capturen recursos hidrobiológicos con empleo de explosivos o comercialicen dichos recursos obtenidos por esa vía.	En tramitación. 13/03/2019 pasa a comisión de Pesca, Acuicultura e Intereses Marítimos.
09-08-18	12012-21	Modifica definición de enfoque ecosistémico, dominio sobre recursos hidrobiológicos, requisitos de integración de Comité Científico Técnico, entre otros. Refundido con boletín 12013-21.	En tramitación. 22/10/2019 queda para tabla.
07-08-18	12050-21	Establece obligación de remover sedimentos a quienes sean titulares de concesiones de acuicultura.	En tramitación. 07/11/2019 retira y hace presente urgencia suma.
01-08-18	12013-21	Reserva legal de dominio, incorpora concepto de pesca de subsistencia, elimina posibilidad de desarrollar actividades industriales dentro de la zona de reserva artesanal, Refundido con boletín 12012-21	En tramitación. 22/10/2019 queda para tabla.
04-05-18	11704-21	Reemplaza el sistema de asignación de licencias transables de pesca para el sector industrial por uno de subastas. Refundido con boletines 10190-21, 11642-21 y 7926-03.	En tramitación. 04/07/2019 boletín de indicaciones.
14-03-18	11642-21	Modifica el plazo máximo por el que se puede otorgar el permiso temporal para pesquerías en plena explotación; elimina renovación indefinida de licencias transables clase A, entre otros.	En tramitación. 04/09/2019 boletín de indicaciones.
11-01-18	11571-21	Incentiva captura de especies salmonídeas de procedencia acuícola que se hayan escapado.	En tramitación. 13/08/2019 cuenta de primer informe de Comisión de Pesca, Acuicultura e Intereses Marítimos.
05-07-17	11311-21	Considera a las marejadas como caso fortuito o fuerza mayor para acreditar la no realización de actividades pesqueras.	En tramitación. 09/04/2019 cuenta de primer informe de Comisión de Intereses Marítimos, Pesca y Acuicultura.
06-01-16	10527-07	Declara nulidad de ley n° 20.657.	En tramitación. 19/03/2019 cuenta de primer informe de la Comisión de Pesca, Acuicultura e Intereses Marítimos.
14-07-15	10190-21	Modifica régimen de licencias transables; extiende área de protección de pescadores artesanales, modifica régimen infraccional, elimina pesca de arrastre, entre otros. Refundido con boletines 11704-21, 11642-21 y 7926-03.	En tramitación. 04/09/2019 boletín de indicaciones.
20-05-15	10068-21	Incluir elementos de habitabilidad a las embarcaciones pesqueras artesanales que prestan apoyo a la acuicultura.	En tramitación. 24/09/2019 cuenta de primer informe de Comisión de Intereses Marítimos, Pesca y Acuicultura.
08-08-12	8502-24	Declara el Día Nacional de la Pesca Artesanal.	En tramitación. 02/07/2019 pasa a Comisión de Intereses Marítimos, Pesca y Acuicultura.
31-07-12	8467-12	Modifica el marco regulatorio del borde costero.	En tramitación. 11/11/2019 cuenta de mensaje que hace presente la urgencia suma.
13-09-11	7926-03	Modifica protección de trabajadores, sustentabilidad de la biomasa, pago justo por explotación del recursos. Refundido con boletines 11642-21, 10190-21 y 11704-21.	En tramitación. 04/09/2019 boletín de indicaciones.

Subpesca (2017) realizó un análisis de la situación de la mujer y por medio de datos estadísticos, entregó antecedentes de las diferentes actividades desarrolladas por hombres y mujeres en este sector. Esta actividad



es fruto de una alianza realizada por las tres instituciones públicas relacionadas directamente con este rubro, el cual se inserta en los planes de trabajo acordados con el Ministerio de la Mujer y la Equidad de Género, en el marco del proceso de modernización del Estado y su Sistema de Equidad de Género, el cual busca la vinculación de procesos de planificación estratégica y presupuestaria, orientados a generar una oportunidad para la equidad en la entrega de productos y/o servicios a hombres y mujeres, con el objeto de fomentar la igualdad de derechos y oportunidades en el acceso y desarrollo igualitario de la actividad pesquera y de acuicultura. Entonces, Sernapesca, Subpesca, Desarrollo Social, el Ministerio de Economía y de la Mujer debieran coordinarse para programas que lo logren.

Las opiniones recientemente vertidas en la Comisión de Pesca, Acuicultura e Intereses Marítimos sobre este punto fueron esencialmente positivas. El diputado Ascencio señaló que la FAO recomienda incorporar la dimensión humana de las actividades dentro del enfoque. Hernán Cortés, presidente del Consejo Nacional por la Defensa del Patrimonio Pesquero de Chile, indicó que la pretensión de sustentabilidad perseguida por la actual ley ha fracasado y que el nuevo enfoque debe abordar las dimensiones ambiental, social y económica. Este último punto es reiterado por Marcelo Soto, presidente de la Confederación Nacional de Federaciones de Pescadores Artesanales de Chile (Confepach). Al momento de votar, se rechaza por 6 votos en contra y 5 a favor la modificación propuesta. En cambio, se aprueba la siguiente indicación del diputado Luis Rocaful (en negritas): *“aplicar el enfoque ecosistémico para la conservación y administración de los recursos pesqueros y la protección de sus ecosistemas, entendiendo por tal aquella que intenta balancear los diversos objetivos sociales, tomando en consideración el conocimiento y las incertidumbres de los componentes bióticos, abióticos y humanos del ecosistema y sus interacciones, aplicando un enfoque integrado a las pesquerías dentro de los límites ecológicamente significativos.”*

IMPLEMENTACIÓN DE COMPROMISOS / MEDIDAS DE NDC

Los avances que se deben implementar al año 2021:

- › Avanzar en términos de género y desigualdad en la agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible
- › Incorporar procesos participativos, con una cuota asociada a la mujer en el diseño, implementación y seguimiento de los Planes de Adaptación al Cambio Climático.
- › Construir indicadores que permitan medir el estado actual de la adaptación y los progresos (o retrocesos) que se vayan realizando en la medida que se implementan compromisos y medida de adaptación y analizar el rol de la mujer en estos.
- › Preparación de métricas y mecanismos de medición en objetivos y acciones relevadas por la comunidad en el PACCPA.
- › Asegurar financiamiento para el PACCPA y en particular para emprendimientos de mujeres con el fin de lograr la diversificación de las actividades y la producción en el sector pesquero artesanal y acuícola.
- › Fortalecimiento del marco institucional de la adaptación en Chile, con planes sectoriales con perspectiva descentralizada y buscando la integración (nacional, regional, municipal).
- › Creación de sinergias con las iniciativas de mitigación y adaptación, y maximización de los beneficios de desarrollo y construcción de capacidades y de creación y de transferencias de tecnologías.

Encargado de ejecutar y fiscalizar la medida

El Consejo de Ministros para la Sustentabilidad (CMS) es presidido por el Ministro del Medio Ambiente e integrado por los Ministros de Agricultura, de Hacienda, de Salud, de Economía, Fomento y Reconstrucción, de Energía, de Obras Públicas, de Vivienda y Urbanismo, de Transportes y Telecomunicaciones, de Minería y Planificación. La misión del CMS es, entre otras, proponer al Presidente de la República las políticas para el manejo, uso y aprovechamiento sustentables de los recursos naturales renovables, los criterios de sustentabilidad que deben ser incorporados en la elaboración de las políticas y procesos de planificación de los ministerios.

La Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca) tiene como misión promover el desarrollo sustentable de la actividad pesquera y acuícola, definiendo políticas y aplicando normativas que incrementen los beneficios sociales y económicos del sector, para el bienestar de las generaciones presentes y futuras del país.

El Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) que asesora la toma de decisiones de la institucionalidad de pesca y acuicultura nacional, mediante la elaboración de antecedentes científicos y técnicos de valor público para la administración y sustentabilidad de los recursos de la pesca, de la acuicultura y de sus ecosistemas.

Finalmente, el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), a través de la División de Cambio Climático, es el responsable de “proponer políticas y formular los planes, programas y planes de acción en materia de cambio



climático”, de acuerdo con el artículo 70 h. de la Ley 19300. La División de Cambio Climático tiene como misión contribuir en el desarrollo sustentable y resiliente a los impactos del cambio climático y en una economía baja en carbono del país, mediante la integración e impulso de más y mejores políticas públicas sectoriales que permitan, a nivel local, enfrentar el cambio climático e implementar acciones de mitigación, que a su vez sirvan de ejemplo a nivel global. Para llevar a cabo lo anterior, la División de Cambio Climático se organiza en tres departamentos: (a) Mitigación e Inventarios de Contaminantes Climáticos; (b) Adaptación al cambio climático y desarrollo de capacidades y (c) Negociación Internacional y Financiamiento. Por lo expuesto, es el MMA quien debe articular las acciones hacia mejoras en el PACCPA.

Será fundamental la coordinación que deba prestarse por parte del Ministerio de la Mujer.

Financiamiento

Para convertir las NDC en acciones, las Partes necesitan proponer acciones bajo un fundamento climático. La medida debe someterse a un proceso exhaustivo de desarrollo de políticas y estrategias, legislación, presupuestos, inversión y, finalmente, trazabilidad y evaluación, con el fin de asegurar que se logren los objetivos (NDC, *Partnership Support Unit*, 2017). Es importante relevar el compromiso de NDC, en especial en medidas basadas en océano y, en particular, lo referente a pesca y acuicultura, que se encuentra en consulta pública hasta el 2 de diciembre de 2019.

Para Chile, lo que importa es transformar los compromisos en el papel en una legislación nacional y en acciones en el terreno y aumentar el nivel de ambición; para ello, transformar compromisos y metas del PACCPA en acciones en NDC, **es la oportunidad de conseguir financiamiento** para fortalecer el plan e incorporar nuevos objetivos basados en evitar la inequidad social y la discriminación de género, y ser más ambicioso generando métricas y un mejor seguimiento.

Medida 9:

Implementar un Sistema Integrado de Observación del Océano Chileno (SIOOC)

Autores

Rodrigo Cienfuegos, Vivian Montecino y Diego Narváez.

Medida

Implementar un Sistema Integrado de Observación del Océano Chileno (SIOOC) como una herramienta de gobernanza, adaptación y mitigación, que permita disponer de datos de calidad, estandarizados y de acceso público, para el estudio, monitoreo, manejo y vigilancia del océano y sus recursos.

Para mayor información revisar Informe SIOOC (Farías et al., 2019).

Objetivos

- › Implementar una red de observación y análisis de datos que permita generar la información indispensable para fomentar el desarrollo sostenible de la zona costera de Chile.
- › Co-diseñar, junto a los principales usuarios, indicadores específicos (construidos a partir de la información levantada por el SIOOC) para apoyar las decisiones de adaptación frente al cambio climático como la reducción de vulnerabilidades, riesgos e impactos y la conservación de sistemas naturales de alto valor ecosistémico.

Fundamento o servicio ecosistémico al que atañe la medida

La evidencia del cambio climático que incluye todos los fenómenos meteorológicos, oceanográficos y la ocurrencia de eventos extremos son fundamentales para la determinación y análisis de amenazas, impactos, adaptación y mitigación. Esta evidencia se construye con una adecuada línea base y observaciones de largo aliento en distintos sistemas. La falta de información es, sin duda, una de las brechas más significativas y su origen es en parte por falta de valoración política de la información.

Chile, a pesar de su extenso territorio marino, posee aún una débil capacidad de observación y monitoreo continuo de los océanos y existe una inmensa disparidad con la disponibilidad de datos continentales (meteorológicos, sismográficos), respecto a los marinos; de hecho, para las observaciones continuas *in situ* del océano, el país posee, actualmente, menos de 10 boyas oceanográficas costeras con diversos tipos de sensores superficiales; parte del equipamiento está bajo la administración de centros de investigación científica, pero ha sido necesario en algunos casos discontinuar su operación por problemas de financiamiento.

Se releva la importancia de contar con información objetiva para planificar estratégicamente el desarrollo sostenible y la equidad intergeneracional respecto del uso y la conservación del océano, los ecosistemas marinos y costeros, y sus múltiples servicios a la humanidad.

Los efectos asociados al cambio climático ya se están manifestando en diversos sectores productivos y ecosistémicos relacionados con la costa (impactos en comunidades costeras, recursos críticos, ecosistemas, infraestructura y los servicios que proveen) y se proyecta que estos aumenten durante el siglo XXI (Nagy et al., 2019). La definición de planes de adaptación requerirá mejorar los diagnósticos en relación a estos impactos y sus dinámicas; definir indicadores que puedan ser cuantificados y trazados en el tiempo; de este modo se consigue potenciar el conocimiento científico en conexión con el desarrollo de herramientas co-diseñadas para nutrir los procesos de toma de decisiones. En línea con lo anterior, la creación del SIOOC será clave para generar una interfaz robusta entre los organismos públicos (nivel operativo y de toma de decisiones), las comunidades de usuarios de la costa, la academia y los centros de investigación. En particular, podrá contribuir a monitorear los impactos combinados del cambio del nivel del mar, tormentas y marejadas sobre sistemas costeros (porcentaje de personas expuestas, porcentaje de infraestructura, porcentaje de humedales. El 80 % de las playas están en erosión a nivel Nacional; MMA 2019), y llevar indicadores dinámicos de exposición, vulnerabilidad y riesgo frente a estas amenazas. Francia es uno de los países que ha implementado esfuerzos de este tipo, al establecer un modelo de observatorios regionales de erosión costera e impacto de tormentas que ha contribuido a definir una mejor gobernanza para estos ambientes frágiles (Kerguellec et al., 2019).



Figura 7. Levantamiento de información y análisis requerido para transformar al Sistema Integrado de Observación del Océano Chileno (SIOOC) en una herramienta de adaptación al cambio climático.

Ámbito de aplicación

Esta medida debe aplicarse en todo el territorio nacional y requiere diseñar (necesidad por macrozonas), implementar y poner en marcha un sistema de Gestión y de Control de Gestión que rinda una cuenta centralizada de todas las actividades, en términos de efectividad y eficiencia tanto en el océano abierto (Zona Económica Exclusiva), como en el océano costero y AMP, considerando los resultados de las investigaciones, vigilancias y fiscalizaciones, planes de manejo, en los planes de extensión y difusión, así como en los resultados obtenidos en los objetos de conservación y en los de servicios ecosistémicos.

Efectos ambientales que se desea prevenir o servicios que desea potenciar

Gestionar sistemáticamente todo conocimiento existente sobre el estado de situación del océano, con indicadores de éxito que permitan identificar cumplimientos o incumplimientos y carencias. El SIOOC permitirá obtener información y conocimiento de:

- › Estado del sistema clima-océano, basado en información *in situ* y continua de variables meteorológicas y oceanográficas fundamentales, como vientos, corrientes, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, nutrientes, clorofila-a.
- › Información satelital de variables oceanográficas superficiales, como vientos, corrientes marinas, altura del nivel del mar, temperatura y salinidad.
- › Fenómenos de interacción océano-atmósfera, como procesos ENOS - El Niño y sus efectos en los sistemas costeros y oceánicos frente a Chile.
- › Sistema de alerta temprana de riesgos o desastres producidos por marejadas, tsunamis y variaciones importantes en el nivel del mar que conlleven a inundaciones y erosiones en la zona costera, erupciones volcánicas (aporte de cenizas al mar).
- › Morfodinámica de playas y evaluación de erosión de estas.
- › Evaluaciones del estado (y alertas tempranas del estado de los océanos basadas en índices ambientales, incluyendo acidificación (pH, pCO₂), eutrofización, hipoxia-anoxia, niveles de contaminantes, así como niveles de biomasa y producción biológica, y biodiversidad
- › Sistemas de alertas ambientales por agentes contaminantes o alertas sanitarias por eventos de patogenicidad (p. ej., coli fecales) o toxicidad (FAN) o mortandad de organismos.
- › Desarrollo de indicadores de estado de conservación de la biodiversidad en áreas marinas protegidas y que aporten a los programas de manejo de las mismas.
- › Modelamiento de la circulación y biogeoquímica oceánica y costera con múltiples fines para las actividades humanas en la región.

Co-beneficios que conlleva la medida u objetivo

- › ValORIZA políticamente los repositorios de datos ambientales y observación del océano que permita desarrollar una estrategia nacional y generar las acciones concretas para la creación de SIOOC como programa país en el corto plazo y con una institucionalidad de carácter público intersectorial, con aportes conjuntos de distintos sectores, tanto públicos como privados.
- › PROMUEVE acciones, a nivel público y privado, que implica la colaboración nacional para la obtención e integración de distintas fuentes de datos e información sobre los océanos en la región, enfocado en aguas jurisdiccionales en una primera etapa y abordando aguas internacionales en colaboración con otros países de pertinencia al Pacífico Sur y Antártica.
- › PERMITE la gestión y administración de recursos naturales y protección de ecosistemas y hábitats (carbono azul)
- › FORTALECE la colaboración regional e internacional sobre la observación de los océanos en sus aspectos políticos, científicos, técnicos y culturales, integrando los datos del SIOOC a redes internacionales de libre acceso y generando instancias internacionales para la transmisión en línea dichos datos.
- › PROMUEVE una capacitación continua para fortalecer las capacidades institucionales, el uso de una gestión basada en indicadores, el desarrollo y mantenimiento de datos SIOOC y un sistema de gestión de dichos datos en estrecha colaboración con programas y proyectos con organizaciones regionales e internacionales.
- › DA VIGILANCIA y seguimiento del estado ambiental, ecosistémico, sanitario, y productivo del océano y la respuesta de este frente a eventos ambientales y climáticos
- › DAR CUMPLIMIENTO de variados acuerdos y convenciones internacionales que involucran datos e informes de calidad y cobertura espaciotemporal apropiados
- › ELABORAR planes de manejo para la conservación de océano y sus recursos
- › GESTIONAR y planificar actividades productivas y económicas que provee el océano y la reducción de riesgo incertidumbre en ellas.

Estado del arte

A modo ilustrativo, países desarrollados como Australia cuentan con un sistema integrado (Integrated Marine Observing System o IMOS), con diversas plataformas de observación fijas y móviles, las que incluyen 24 boyas costeras y 14 radares de HF administrados por IMOS (www.imos.org.au); mientras que Estados Unidos mantiene más de 70 radares administrados por IOOS (Integrated Ocean Observing System, <https://ioos.noaa.gov>) y cientos de boyas operadas por el Centro Nacional de Data de Boyas (<https://www.ndbc.noaa.gov/>).

En Chile, el análisis completo de estado del arte se encuentra en Farías *et al.* (2019). Además, análisis específicos se pueden encontrar en:

- › Modelo conceptual para nueva generación de observatorios de la costa:
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2018.00318/full>
- › Observatorios regionales de erosión y tormentas:
<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104904>
- › Proceso participativo para establecer indicadores:
<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2010.01.017>
- › Requerimientos para monitoreo de amenazas costeras:
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2019.00348/full>

Análisis de aspectos normativos, reglamentarios y procesales

Chile posee políticas, leyes, planes, programas, normativas y regulaciones ambientales generales, que incluyen aquellos vinculados a los mares jurisdiccionales y cuencas hidrográficas. Muchos de estos instrumentos deben fiscalizar y supervigilar, por ejemplo, servicios de biodiversidad y áreas protegidas que contemplan ecosistemas marinos. El SIOOC sería un aporte para las políticas públicas de conservación marina, centradas en áreas marinas protegidas (AMP), que han sido generadas como un instrumento de gestión ambiental que protege y conserva los ecosistemas, las especies marinas y el valor genético que ellas representan. Los desafíos detrás de este enfoque de la conservación marina son enormes y disponer de algún sistema de observación en áreas marinas protegidas es de vital importancia para avanzar con los objetivos por los que han sido creados y los compromisos internacionales tomados.

Actualmente, la Ley de Pesca y Acuicultura (Ley N° 20657) obliga a un programa permanente referido a la pesca y la acuicultura (aun en etapa de implementación), que incluye el conocimiento de los recursos y de su entorno ambiental, además de un presupuesto para su ejecución, el cual se incluye en la Ley de Presupuesto. La responsabilidad de la definición del programa permanente recae en la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SSPA) y el ejecutante es el IFOP. En ese contexto, el IFOP es considerado un colaborador y asesor permanente en la toma de decisiones con respecto al uso sustentable de los recursos pesqueros y la conservación del medio ambiente marino, contribuyendo activamente con el desarrollo sustentable del país; asimismo debe realizar la investigación de continuidad definida en programas de investigación y administrar las bases de datos generadas en las actividades de investigación y monitoreo de las pesquerías y de la acuicultura. Los informes y antecedentes resultantes de este trabajo deben ser puestos a disposición del público general de forma permanente en el sitio de dominio electrónico del Instituto tan pronto como son remitidos a la SSPA (www.ifop.cl/busqueda-de-informes).

El SIOOC contribuye directamente al mejoramiento del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC) que estableció entre sus metas la elaboración e implementación de un Plan Nacional de Adaptación y nueve planes sectoriales de adaptación al cambio climático: Silvoagropecuario, Biodiversidad, Pesca y Acuicultura, Salud, Infraestructura, Energía, Recursos Hídricos, Ciudades y Turismo.

La existencia de un SIOOC sería un pilar fundamental a las NDC, en el marco del Acuerdo de París, por cuanto Chile puede comprometerse para el período 2020-2025 a desarrollar e implementar un sistema que conlleve una acción climática que permita, a nivel local, la adaptación, la gobernanza y el cumplimiento de los acuerdos globales.

Implementación de las medidas de mitigación

Se contemplan para la implementación del SIOOC, basado en la experiencia existente y las necesidades o brechas del Chile, tres fases en un horizonte de 6-8 años:

- Primero, se consolidará una integración de los sistemas existentes en una red asociativa y bajo una gobernanza apropiada, con recursos humanos y financiamiento de fuentes múltiples, e incluyendo la participación del sector privado, productivo y de la sociedad civil.
- Segundo, se incorporarán al sistema nuevos equipamientos e infraestructura (primario y secundario), con un análisis de las capacidades habilitantes y la transferencia tecnológica necesarias para aumentar el tipo, número y cobertura de las observaciones, además de fortalecer las capacidades de predicción. Para ello se necesita levantamiento de información crítica en áreas de prioridad, así como para los planes de manejo de AMP.
- Tercero, se incorporará en pleno el SIOOC a otras redes internacionales, especialmente en zonas de alto interés, como la zona antártica, aguas internacionales e islas oceánicas.

Para ello se necesita:

1. Diseñar el modelo de Gestión y de Control de Gestión.
2. Implementar el modelo de Gestión y de Control de Gestión en aplicaciones digitales multiplataformas.
3. Reunir la totalidad de los Planes de Administración vigentes, como pueden ser el de las Áreas Marinas Protegidas: Parques Marinos, Área Costera Protegida de Múltiples Usos (ACMP MU), Reservas Marinas, Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Marinos (AMERB).
4. Iniciar la marcha blanca del proceso de Gestión y de Control de Gestión con uno de los Módulos, que puede ser el de las Investigaciones, Vigilancia y Fiscalizaciones, Planes de Manejo, de los planes de Extensión y Difusión, o de los Objetos de Conservación.
5. Implementar el sistema de Gestión y Control de Gestión en todos los Módulos considerados.
6. Incorporar la plataforma de Gestión y Control de Gestión Oceánica en la entidad que administre el SIOOC, o tercerizarlo.

Encargado de ejecutar y fiscalizar la medida

La administración del SIOOC por la parte del Estado debería contemplar una configuración interministerial dado que varios de los ministerios actuales tienen competencia en el tema océanos, incluyendo el nuevo Ministro de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, como líder, en su misión de “asesorar y colaborar con el Presidente de la República en el diseño, formulación, coordinación, implementación y evaluación de las políticas, planes y programas destinados a fomentar y fortalecer la ciencia, la tecnología y la innovación derivada de la investigación científico-tecnológica”. Los ministerios participantes serían el Ministro de Relaciones Exteriores (convenios y programas regionales e internacionales sobre los océanos), el de Defensa (por misión



y datos a portantes por la Armada de Chile), el del Medio Ambiente (por misión y rol en áreas marinas protegidas y sistema de datos existente SINIA), el de Economía, Fomento y Turismo (misión y datos a portantes por Subpesca, Sernapesca) y el de Hacienda (asignación de fondos). A nivel regional, los diversos agentes públicos deberían ser considerados (gobierno regional y local) como participantes en las planificaciones y acciones propuestas en el seno del SIOOC.

El SIOOC requerirá de una coadministración o colaboración formal con otras organizaciones e instituciones nacionales. En el caso del sector privado, aportarán datos e información obtenida por normativa vigente o proyectos públicos; así como por otras iniciativas de financiamiento de ellos mismos para el SIOOC, además de participar de la gobernanza que se configure para dicho sistema. La academia estará encargada de aportar en la formación de capital humano en los aspectos científico-tecnológicos requeridos para el SIOOC, además de ser agentes en la transferencia científico-tecnológica hacia otros sectores y en la difusión conocimiento e información con impacto social, económico y cultural. Además, académicos *pertinentes* al SIOOC podrían prestar servicios en la nueva entidad que se crearía para el SIOOC, vía instrumentos de colaboración Estado-Universidades o Centros de Investigación. Con respecto a la sociedad civil, deberán proponerse y generarse instrumentos que incentiven su participación activa en esta misión, especialmente a nivel de organizaciones ciudadanas *pertinentes* en la materia. Los datos generados por el SIOOC deberían ser de libre acceso a los niveles, locales, regionales, nacionales, e internacionales.

Financiamiento

Se requerirá de una comisión interministerial (o un estudio requerido a terceros) que analice y realice un presupuesto acabado por ítem en un horizonte de 6-8 años, pero preliminarmente se requiere una inversión en equipamiento del orden de USD\$ 65 000 000; el cual se debería separar en infraestructura primaria y secundaria. La primera etapa considera integrar los sistemas ya existentes en Chile, en términos de instituciones que tienen una misión, competencia o rol en el uso, que cuentan actualmente con capacidades técnicas y científicas en la materia, y/o que dispongan de bases de datos *pertinentes*; es decir, un análisis de una gobernanza efectiva. En esta etapa, y con el compromiso de las universidades respecto a experiencia e instrumental a disposición, el SIOOC debiese tratar de resolver problemáticas para las cuales hay mayor desarrollo establecido en Chile. Además, se debiera utilizar la figura del SIOOC para incorporarlo política y legalmente como parte de la PON. Existen también instrumentos legales que financian observaciones en los océanos y sus recursos a través de entidades públicas con/sin la participación de instituciones académicas, privadas u otros. Existen varias estrategias observacionales y de asimilación de datos las cuales deben ser abordadas bajo una visión integral del funcionamiento del ecosistema.



Conclusiones y recomendaciones

Es importante destacar que la importancia de los océanos en materia de cambio climático está vinculada con la capacidad de absorción de temperatura y capturar CO_2 . Frente a esto, resulta evidente la necesidad de aunar, en materia de mitigación, esfuerzos por reducir y limitar emisiones de GEI y potenciar los sumideros de carbono. En materia de adaptación, el desafío es reducir la vulnerabilidad o aumentar la resiliencia ante los efectos del cambio climático.

Este trabajo establece paquetes de medidas basadas en el océano. Sin perjuicio de lo anterior, existen elementos transversales que se identifican en las diferentes medidas propuestas, que responden principalmente a aspectos de **gobernanza** y se traducen en brechas para el diseño e implementación de las medidas.

En primer lugar, es importante señalar que existe una necesidad de información por parte de los diferentes actores en materia de los efectos e impactos del cambio climático en el océano. Son las comunidades que habitan las zonas costeras las que deben contar con conocimientos en materia de cambio climático que les permita promover e implementar de manera exitosa las medidas propuestas. En este punto es importante relevar que los gobiernos locales deben desarrollar capacidades para guiar procesos de mitigación y adaptación de cambio climático. De lo anterior, se desprende que la participación (informada) de las comunidades es fundamental en los procesos de tomas de decisiones, considerando las particularidades de cada territorio. Por esto se recomienda generar espacios de participación constante.

En segundo lugar, es necesario realizar un mapeo de actores con influencia en el océano chileno, definiendo claramente su rol y sus responsabilidades en materia de mitigación de CO_2 y de adaptación al cambio climático, y una revisión de la normativa que permita identificar los puntos críticos que puedan entorpecer o limitar la correcta implementación de estas medidas, con lo anterior será posible fortalecer la legislación ambiental que proteja a ecosistemas marinos y promueva el desarrollo de medidas para la reducción y limitación GEI, desde acá avanzar en mejorar la coordinación entre actores y fortalecer las competencias y capacidades de estos.

En tercer lugar, es necesario promover la generación de conocimiento a partir de un sistema integral de observación del océano, que empodere a los ciudadanos (sociedad de la información) e implique profundas transformaciones, basadas en las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación *on line*; las que propendan a una correcta toma de decisiones en materia de océano y cambio climático, y permitan reconocer los impactos de forma específica de las diferentes actividades productivas que se realizan en el océano (p. ej., acuicultura y floraciones algales nocivas).

Sin duda, la observación e información en tiempo real también facilita la propuesta de planes de manejo para el uso de recursos sujetos a explotación, avanzar en el desarrollo de tecnología, monitorear el comportamiento y distribución de especies biológicas, condiciones ambientales y oceanográficas y predicciones de condiciones climáticas, entre otras. Es importante en este punto reconocer el trabajo realizado por diferentes instituciones del Estado y académicas, y habilitar su financiamiento que permita contribuir al trabajo de estas.

Finalmente es importante que la acción climática se integre en todos los niveles de gobernanza, definiendo objetivos medibles a nivel nacional, regional y local que se encuentren alineados con otros instrumentos de planificación territorial, para así avanzar en un desarrollo que considere la importancia de alinear las acciones a favor de la mitigación y adaptación de cambio climático en el océano.

Cabe mencionar que los antecedentes e información recopilada en este documento coincide plenamente con aquella CR2 (2018) en el marco de apoyo técnico a la delegación de Chile en la promoción de la agenda oceánica. Este documento enumera líneas de acción y medidas para contribuir en términos de mitigación, adaptación y gobernanza, parte de las cuales se encuentran profundizadas en las nuevas medidas propuestas en este documento.

En CR2 (2018), se concluye que:

El proceso de revisión de la NDC de Chile debiera contar con insumos de conocimientos y experiencias de expertos nacionales, puesto que no basta con el conocimiento generado a nivel internacional, el cual en ocasiones no es coincidente con la realidad regional y/o local. En este sentido parece relevante considerar las diversas capacidades existentes y promover el trabajo colaborativo entre estas y la toma de decisión del más alto nivel.

El insumo “experto” no excluye en ningún caso la necesidad de generar procesos de consulta que incorporen a la sociedad civil. En este sentido, el presente informe puede servir de base a la discusión de dichos procesos participativos.

El conocimiento a nivel nacional en materia de océano requiere de mayor desarrollo. En este sentido, y si bien se reconoce que la investigación sobre el océano, y particularmente sobre el nexo océano-clima, se ha incrementado en los últimos años en nuestro país –lo que se ve reflejado en la existencia de grupos de investigación, de centros y proyectos de investigación en curso y de publicaciones científicas–, los expertos consideran que el conocimiento científico en esta materia es aún muy limitado o insuficiente. Una primera brecha se observa respecto de los vacíos de información o sistematización de la información existente para generar una línea de base que permita realizar el seguimiento y monitoreo de los impactos del cambio climático en el océano. Una segunda brecha identificada es la ausencia de sistemas de monitoreo científico y de programas a largo plazo, que permitan tener una continuidad espacio-temporal en los estudios científicos de toda índole, y mayormente en aquellos centrados en el océano. Por último, los expertos hacen hincapié en la ausencia de un nexo real entre el conocimiento científico y las políticas públicas sobre cambio climático, así como en la poca referencia al océano que hacen tanto las NDC como los programas y planes que actualmente se están implementando en la materia.

La incorporación del océano en la NDC es percibida por los expertos como una cuestión positiva. En primer lugar, se destaca la relevancia de su incorporación a nivel de la política internacional y la posibilidad de que Chile se posicione como líder de la región en materia de acción climático-oceánica, lo que resulta importante, no solo por la mayor visibilidad que tendrá el país a nivel internacional, sino también por razones geopolíticas y diplomáticas. En segundo lugar, se advierten los beneficios en materia ambiental, específicamente en términos del cuidado de la salud del océano y de su biodiversidad (resiliencia y protección de ecosistemas). En tercer lugar, se hace hincapié en los beneficios que se generarán en términos del desarrollo de la ciencia. La posibilidad de realizar acciones de monitoreo, inventarios y generar líneas de base robustas, permitirán al país tener un mayor conocimiento científico sobre el funcionamiento del océano (a nivel regional y local), conocimiento que, al mismo tiempo, será un apoyo concreto para la toma de decisiones. Por último, la incorporación del océano en las NDC se traduce en una posibilidad concreta para el país de avanzar hacia un desarrollo más sustentable, que se verá reflejado en las localidades costeras que utilizan los recursos naturales marinos, pero también a nivel global, donde al mejorar su comportamiento ambiental, Chile automáticamente mejorará la imagen país ante la comunidad internacional.

Relativo a las recomendaciones del conjunto de nuevas medidas propuestas en el documento; se pondera:

1. Considerar los sumideros oceánicos en el presupuesto de carbono de Chile. En la actualidad, se estiman como secuestradores solamente a los bosques y plantaciones terrestres, aunque existe una fuerte evidencia de que estas últimas no son eficientes secuestradores de carbono y que poseen muchas externalidades negativas. Existen enfoques metodológicos utilizados para cuantificar los sumideros de carbono terrestres, pero aun no bien consolidados para los oceánicos, como los ecosistemas costeros con vegetación (carbono azul). No obstante, Martin *et al.* (2016) realizan un inventario de los países que incluyen medidas NDC basadas en carbono azul, sean estas medidas de mitigación y/o adaptación (Anexo V). Al respecto hay países que lo están proponiendo como Costa Rica (<https://es.slideshare.net/CIFOR/incluin-del-carbono-azul-en-ndcs-costa-rica>) y México.

2. Inventariar ecosistemas carbono azul, y estimar la magnitud de los reservorios de carbono y las tasas de entierro de carbono, respectivas. Además, de realizar una evaluación exhaustiva del estado de protección y restauración de estos reservorios de carbono.
3. Valorizar y darles valor económico a todos los servicios ecosistémicos asociados a los ecosistemas carbono azul; procedimiento ya realizado y guiado por otros países y con antecedentes técnicos y ambientales (ejemplo Murray et al., 2011).
4. Incorporar servicios ecosistémicos asociados a marismas o bosques de macroalgas, en las Estrategias de Reducción de Riesgos Costeros dado todos sus co-beneficios.
5. Priorizar la protección ante la restauración. Los ecosistemas costeros son una reserva clave de carbono tanto para el corto plazo, en la biomasa viva, como a largo plazo en el sedimento (enterramiento); entonces es imperativo proteger las fuentes de carbono si queremos maximizar el entierro de carbono orgánico. Otra razón, para proteger los ecosistemas carbono azul, es porque no solo la restauración de los hábitats costeros marinos es de 100 a 400 veces más costosa que la restauración de hábitats terrestres, sino además porque la investigación sugiere que la restauración de hábitats costeros ha tenido solo éxito limitado (Bayraktarov et al., 2016).
6. Fortalecer, de manera sustantiva, la normativa o leyes para que se valore y proteja al océano y sus ecosistemas valiosos desde el punto de vista climático (como fondos marinos, humedales costeros, bosques de algas, etc.), esto debido al fortalecimiento de su labor tanto en adaptación como en mitigación al cambio climático; incluyendo como piso mínimo a nivel constitucional el principio de desarrollo sustentable (pilar social, ambiental y económico) y el principio precautorio.
7. Proponer planes de manejo apoyados en la observación *in situ* para todos los usos de recursos sujetos a explotación.
8. Gestionar financiamiento de acciones climáticas canalizada por el gobierno con ayuda participativa de ONG especializadas y otros organismos de la sociedad civil. Debe existir integración de acción climática a través del gobierno en presupuestos y planificación para la inversión, el aprovechamiento de la proximidad de la NDC y la necesidad de dar cumplimiento a ODS, ambas buenas oportunidades para la planificación, protección y restauración de ecosistemas degradados o explotados. Al respecto, el carbono azul tiene un alto potencial para ser financiado desde diferentes flancos, ya que impacta en diferentes cadenas productivas y ambientales para los países (Figura 8).

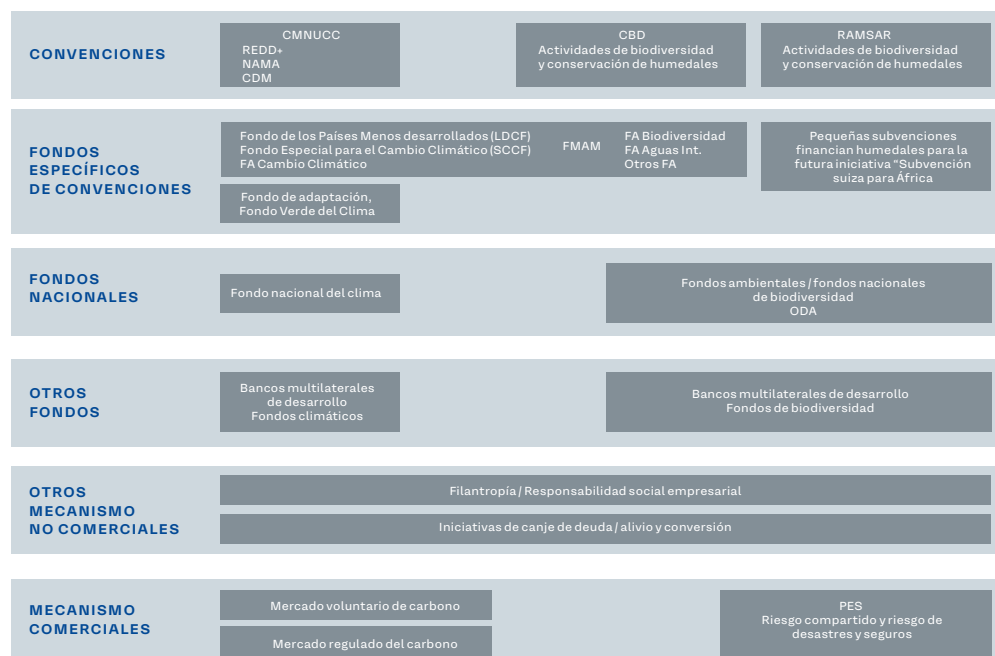


Figura 8. Esquemas de financiamiento para carbono azul. Fuente: Herr et al. (2015)

REFERENCIAS

- Armada de Chile - DIRECTEMAR. (2016). *Boletín Estadístico Marítimo*.
- Armada de Chile. (2016). Análisis Estadísticas Portuarias.
- Artal, O., Pizarro, O., & Sepúlveda, H.H. (2019). The impact of spring-neap tidal-stream cycles in tidal energy assessments in the Chilean Inland Sea. *Renewable Energy*, 139, pp.496-506.
- Avelar S., T.S. Van der Voort & T.I. Eglinton (2017). Relevance of carbon stocks of marine sediments for national greenhouse gas inventories of maritime nations. *Carbon Balance Manag.* doi: 10.1186/s13021-017-0077-x
- Barbier, E.B., S.D. Hacker, C. Kennedy, E.W. Koch, A.C. Stier, & B.R. Silliman (2011). The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs* 81:169-193, <https://doi.org/10.1890/10-1510.1>.
- Bayraktarov, E., et al. (2016). The cost and feasibility of marine coastal restoration. *Ecological Applications* 26, 1055-1074
- Beaumont, N. J., et al. (2007). Identification, definition and quantification of goods and services provided by marine biodiversity: Implications for the ecosystem approach. *Mar. Poll. Bull.* 54, 253-265.
- Bräger, S., Romero, G., Mulsow, S. (2018). The current status of environmental requirements for deep seabed mining issued by the International Seabed Authority, *Marine Policy*, 2018, ISSN 0308-597X, <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.09.003>.
- Buschmann, A.H., R.A. Stead, M.C. Hernández-González, S.V. Pereda, J.E. Pareses & M.A. Maldonado (2013). Un análisis crítico sobre el uso de macroalgas como base para una acuicultura sustentable. *Rev. chil. hist. nat.* vol.86 no.3 doi.org/10.4067/S0716-078X2013000300003
- Callum M. Roberts, Bethan C. O'Leary, Douglas J. McCauley, Philippe Maurice Cury, Carlos M. Duarte, Jane Lubchenco, Daniel Pauly, Andrea Sáenz-Arroyo, Ussif Rashid Sumaila, Rod W. Wilson, Boris Worm, J.M. Castilla & Juan Carlos (2017). Marine reserves can mitigate and promote adaptation to climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(24), 6167-6175.
- Cooper, D., & Gustafsson, T. (2004). *Methodology for calculating emissions from ships: 1. Update of emission factors*. Norrköping, Suecia.
- CR2 (2018). *Informe océano y NDC*. Disponible en <http://www.cr2.cl/informe-oceano-y-ndc-cr2/>
- Crooks, S Herr, D, Tamelander, J, Laffoley D, & Vandever, J (2011). Mitigating climate change through restoration and management of coastal wetlands and near-shore marine ecosystems: challenges and opportunities. *Environment Department Paper* 121. Washington, DC: The World Bank
- Cunsolo, A., & N. R. Ellis (2018). Ecological grief as a mental health response to climate change-related loss. *Nature Climate Change*, 8(4), 275-281, doi:10.1038/s41558-018-0092-2.
- Deegan, L. A., Bowen, J. L., Drake, D., Fleeger, J. W., Friedrichs, C. T., Galvan, K. A., ... & LeMay, L. E. (2007). Susceptibility of salt marshes to nutrient enrichment and predator removal. *Ecological Applications*, 17(sp5), S42-S63.
- Doughty, C. E., Roman, J., Fairby, S., Wolf, A., Haque, A., Bakker, E. S., ... & Svenning, J. C. (2016). Global nutrient transport in a world of giants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(4), 868-873.
- Drazen, JC, Smith CR, Gjerde K, Au W, Black J, Carter G, Clark M, Durden JM, Dutrieux P, Goetze E, Haddock S, Hattala M, Hauton C, Hill P, Koslow J, Leitner AB, Measures C, Pacini A, Parrish F, Peacock T, Perelman J, Sutton T, Taymans C, Tunnicliffe V, Watling L, Yamamoto H, Young E, Ziegler AF (2019). Report of the workshop Evaluating the nature of midwater mining plumes and their potential effects on midwater ecosystems. *Research Ideas and Outcomes* 5: e33527. <https://doi.org/10.3897/rio.5.e33527>
- Duarte, CM, Dennison WC, Orth RJW, Orth RJ, Carruthers TJB. (2018). The charisma of coastal ecosystems: addressing the imbalance. *Estuar Coasts*. 2008; 31:233-8.
- Duarte, CM, Losada IJ, Hendriks IE, et al. (2013). The role of coastal plant communities for climate change mitigation and adaptation. *Nat Clim Change* 3: 961-68.
- Duarte, CM, Middelburg J, Caraco N (2005) Major role of marine vegetation on the oceanic carbon cycle. *Biogeosciences*, 2, 1-8.
- ENTEC UK Limited. (2002). *Quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in the European Community*.
- Falvey, M., Ibarra, M., Peréz, R. & V. Hernández (2018). Explorador de Energías Marinas: Recurso Undimotriz. (<http://exploradorenergia.cl/explorador-marino>)
- FAO (2016). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2016). Informe Final PROYECTO UTF/CHI/042/CHI. *Asistencia para la revisión de la Ley General de Pesca y Acuicultura, en el marco de los instrumentos, acuerdos y buenas prácticas internacionales para la sustentabilidad y buena gobernanza del sector pesquero*. Disponible en: http://www.subpesca.cl/portal/616/articles-94917_informe_final.pdf
- Farías, L., E. Acuña, C. Aguirre, S. Álvarez, M. A. Barbieri, V. Delgado, B. Dewitte, O. Espinoza, E. Pinilla, C. Fernández, P. Garrido, B. Jacob, N. Lagos, I. Masotti, D. Narváez, S. Navarrete, I. Pérez-Santos, L. Ramajo, L. Troncoso, C. Silva, L. Saavedra, D. Soto, C. A. Vargas, P. Winckler, C. Veas, E. Yáñez, A. Yévenes (2019). *Propuestas para la actualización del Plan de Adaptación en Pesca y Acuicultura*. Mesa Océanos-Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. 89 pags.
- Filbee-Dexter, K. & T.Wernberg (2018) Rise of Turfs: A New Battlefront for Globally Declining Kelp Forests. *BioScience*, Volume 68 (2): 64-76.

REFERENCIAS

- Gattuso, J.P., B. Gentili, C.M. Duarte, J.A. Kleypas, J.J. Middelburg and D. Antoine. (2006). Light availability in the coastal ocean: Impact on the distribution of benthic photosynthetic organisms and their contribution to primary production. *Biogeosciences* 3:489-513
- Gattuso J-P, Magnan AK, Bopp L, Cheung WWL, Duarte CM, Hinkel J, Mcleod E, Micheli F, Oschlies A, Williamson P, Billé R, Chalastani VI, Gates RD, Irissou J-O, Middelburg JJ, Pörtner H-O and Rau GH (2018) Ocean Solutions to Address Climate Change and Its Effects on Marine Ecosystems. *Front. Mar. Sci.* 5:337. doi: 10.3389/fmars.2018.00337
- Gollner, S., Kaiser, S., Menzel, L., Jones, D.O., Brown, A., Mestre, N.C., Oevelen, D.V., Menot, L., Colaço, A., Canals, M., Cuvelier, D., Durden, J.M., Gebruk, A.V., Egho, G., Haeckel, M., Marcon, Y., Mevenkamp, L., Morato, T., Pham, C.K., Purser, A., Sanchez-Vidal, A., Vanreusel, A., Vink, A., & Arbizu, P.M. (2017). Resilience of benthic deep-sea fauna to mining activities. *Marine environmental research*, 129, 76-101.
- González, A. (2017). *La minería oceánica en Chile*, 2017 (tesis para optar al grado de magister Universidad de Chile)
- Grau, A. (2018). *La protección y restauración de los humedales costeros frente a los tsunamis y el cambio climático en Chile*, tesis de pregrado de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales, y dirigida por la Dra. Verónica Delgado Schneider.
- Griscom, B. W., Adams, J., Ellis, P. W., Houghton, R. A., Lomax, G., Miteva, D. A., ... & Woodbury, P. (2017). Natural climate solutions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(44), 11645-11650.
- Halpern, B.S., Frazier, M., Afflerbach, J. Lowndes, J.S., Micheli, F., O'Hara, C., Scarborough, C. & K.A. Selkoe (2019). Recent pace of change in human impact on the world's ocean. *Scientific Reports-Nature Research* 9: 11609 | <https://doi.org/10.1038/s41598-019-47201-9>
- Hansen, L.J. (2003). Increasing the resistance and resilience of tropical marine ecosystems to climate change. p. 157-176. En: L.J. Hansen, J. L. Biringer, and J. R. Hoffman (eds.). *A user's manual for building resistance and resilience to climate change in Natural Systems*. WWF. 244 p.
- Hassellöv, I. M., Turner, D. R., Lauer, A., & Corbett, J. J. (2013). Shipping contributes to ocean acidification. *Geophysical Research Letters*, 40(11), 2731-2736.
- Hedges, JI, Keil RG. (1995). Sedimentary organic matter preservation: an assessment and speculative synthesis. *Mar Chem.* 1995; 49:81-115. doi: 10.1016/0304-4203(95)00008-F.
- Henriksson, P., Guinée, J., Kleijn, R., & Geert R. (2011). Life cycle assessment of aquaculture systems-A review of methodologies. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 17. 304-313. 10.1007/s11367-011-0369-4.
- Henson, SA, Beaulieu, C., Ilyina, T. John, J., Long, M., Séférian, R., Tjiputra, J. & Sarmiento, J.L. (2017). Rapid emergence of climate change in environmental drivers of marine ecosystems. *Nature Communication* 8: 14682. DOI: 10.1038/ncomms14682
- Herr, D. T. Agardy, D. Benzaken, F. Hicks, J. Howard, E. Landis, A. Soles and T. Vegh, 2015. Coastal blue carbon; https://nicholasinstitute.duke.edu/sites/default/files/publications/carbon_finance.pdf
- Howard, J., et al. Clarifying the role of coastal and marine systems in climate mitigation. *Front. Ecol. Environ.* 15, 42-50 (2017) doi:10.1002/fee.1451
- Hucke-Gaete, R. (2011). Whales might also be an important component in Patagonian fjord ecosystems: comment to Iriarte et al. *Ambio*, 40(1), 104-105. DOI: 10.1007/s13280-010-0110-8
- 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*. (<https://www.ipbes.net/news/ipbes-global-assessment-summary-policy-makers-pdf>)
- IPCC (2018). *Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R.
- Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor and T. Waterfield (eds.)]. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 32pp.
- IPCC (2019). *Summary for Policymakers. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N. Weyer (eds.)]. In press.
- Iriarte, J.L., Gonzalez HE. & Nahuelhual, L. (2010). Patagonian Fjord Ecosystems in Southern Chile as a Highly Vulnerable Region: Problems and Needs. *Ambio*, 39: 463-466.
- IUCN (2016). Declaración Mundial de la UICN acerca del Estado de Derecho en materia ambiental. Disponible en https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/spanish_declaracion_mundial_de_la_uicn_acerca_del_estado_de_derecho_en_materia_ambiental_final.pdf).
- Jaeckel A. (2019). Strategic environmental planning for deep seabed mining in the area. *Marine Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.01.012>
- Kaikkonen, L., Venesjärvi, R., Nygård, H., Kuikka, S. (2018). Assessing the impacts of seabed mineral extraction in the deep sea and coastal marine environments: Current methods and recommendations for environmental risk assessment. *Marine Pollution Bulletin*. 135, 1183-1197
- Keil, R. (2017). Anthropogenic forcing of carbonate and organic carbon preservation in marine sediments. *Ann Rev Mar Sci.* 2017;9:151-172. doi: 10.1146/annurev-marine-010816-060724.
- Kennedy H, Beggins J, Duarte CM, Fourqurean JW, Holmer M, Marbà N, Middelburg JJ (2010) Seagrass sediments as a global carbon sink: isotopic constraints. *Global Biogeochemical Cycles* 24 GB4026, doi:10.1029/2010GB003848.

REFERENCIAS

- Kerguellec, R., Audère, M., Baltzer, A., Debaine, F., Fattal, P., Juigner, M., ... & Pouzet, P. (2019). Monitoring and management of coastal hazards: creation of a regional observatory of coastal erosion and storm surges in the Pays de la Loire region (Atlantic coast, France). *Ocean & Coastal Management*, 181, 104904. doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104904
- Krause-Jense D. & Duarte, C.M. (2016). Substantial role of macroalgae in marine carbon sequestration. *Nature Geoscience*. DOI:10.1038/NGEO2790
- Laffoley, D., & Grimsditch, G. D. (Eds.). (2009). *The management of natural coastal carbon sinks*. Iucn.
- Lubchenko, J., Cerny-Chipman, EB., Reimer, JN. & Levin, SA. (2016). The right incentives enable ocean sustainability successes and provide hope for the future. *PNAS* 113(51): 14507-14514. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1604982113
- Lutz, S.J., H. Pearson, J. Vatter & D. Bhakta (2018). *Oceanic Blue Carbon*. Arendal: GRID-Arendal.
- Lutz, SJ. & Martin, AH. (2014). *Fish Carbon: Exploring Marine Vertebrate Carbon Services*. GRID-Arendal, Arendal, Norway.
- Mackenzie, F. T., Andersson, A. J., Lerman, A., Ver, L. M. (2005). *The Sea* Vol. 13; Eds.
- Mann, K.L. (1982). *Ecology of coastal waters: a systems approach*. University of California Press: Berkeley, CA.
- Marquet, P.A., S. Abades, & Barriá, I. (2017) Distribution and conservation of coastal wetlands: A geographic perspective. Pp. 1-14. En: Fariña, J.M., & A. Camaño (eds.), *The Ecology and Natural History of Chilean Saltmarshes*, DOI 10.1007/978-3-319-63877-5_1
- Martin, A., Landis, E., Bryson, C., Lynaugh, S., Mongeau, A., & Lutz, S. (2016). *Blue Carbon - Nationally Determined Contributions Inventory. Appendix to: Coastal blue carbon ecosystems. Opportunities for Nationally Determined Contributions*. Published by GRID-Arendal, Norway
- Mattar, C. and Borvarán, D., 2016. Offshore wind power simulation by using WRF in the central coast of Chile. *Renewable Energy*, 94, pp.22-31.
- Mattar, C. and Guzmán-Ibarra, M.C., (2017). A techno-economic assessment of offshore wind energy in Chile. *Energy*, 133, pp.191-205.
- Mcleod, E., Chmura, G. L., Bouillon, S., Salm, R., Björk, M., Duarte, C. M., ... & Silliman, B. R. (2011). A blueprint for blue carbon: toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO₂. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9(10), 552-560.
- Mcowen, C.J, L.V. Weatherdon, J-W.Van Bochove, E. Sullivan, S. Blyth, C. Zockler, D. Stanwell-Smith, N. Kingston, C. S Martin, M. Spalding and S. Fletcher. (2017). A global map of saltmarshes. *Biodivers Data J.* (5): e11764.
- Mediavilla, D.G. & Figueroa, D. (2017). Assessment, sources and predictability of the swell wave power arriving to Chile. *Renewable Energy*, 114, pp.108-119.
- MERIC (2019). Marine Energy Research & Innovation Center. *Nosotros*. Disponible en: https://www.meric.cl/nosotros-2/.
- Micheli, F., Saenz-Arroyo, A., Greenley A; Vazquez, L., Espinoza Montes, JA., Rossetto, M., & De Leo, G. (2012). Evidence that Marine Reserves enhance resilience to climatic impacts". *PLoS ONE* 7(7): e40832. doi:10.1371/journal.pone.0040832
- Middelburg, J.J. (2018). Reviews and syntheses: to the bottom of carbon processing at the seafloor. *Bio-geosciences*, 15, 413-427.
- Miller, KA., Thompson, KF., Johnston, P., Santillo, D. (2018). An Overview of Seabed Mining including the current state of development, environmental impacts, and knowledge gaps. *Frontiers in Marine Science*. doi: 10.3389/fmars.2017.00418.
- Ministerio de Energía, (2014). *Energía Mareomotriz*. Convenio de Colaboración y Transferencia de Recursos entre la Subsecretaría de Energía y la Universidad de Chile.
- MMA (2014). *Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad*. Ministerio de Medio Ambiente, Gobierno de Chile.
- MMA (2017). *Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030*. Ministerio de Medio Ambiente, Gobierno de Chile.
- Monárdez, P., Acuña, H. & Scott, D. (2008). *Proceedings of the ASME 27th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering*. Estoril, Portugal.
- Moraga, P. (2018). *Territorio Marino: Chile*. Presentación realizada en el Programa Taller: Océanos y NDC Frente a los Compromisos Del Acuerdo de París de Cambio Climático.
- Morales, E. (2014) *Miradas al territorio submarino de Chile*. Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile.
- Müller, P.J. & Sues (1979). Productivity, sedimentation rate, and sedimentary organic matter in the oceans: I. Organic carbon preservation. *Deep Sea Research*, 26a:1347-1362
- Mumby, P.J., Sanchirico, JN., Broad, K., Beck, MW., Tyedmers, P., Morikawa, M., Okey, TA., Crowder, LB., Fulton, EA., Kelso, D., Kleypas, JA., Munch, SB., Glynn, P., Matthews, K., Lubchenko, J. (2017). Avoiding a crisis of motivation for ocean management under global environmental change. *Global Change Biology* 23: 4483-4496. DOI: 10.1111/gcb.13698
- Muñoz et al. (2004). Recent sedimentation and mass accumulation rates based on 210Pb along the Peru-Chile continental margin. *Deep Sea Research Part II Topical Studies in Oceanography* 2(51):2523-2541
- Murray, BC, Pendleton L, Jenkins WA, Sifleet S (2011) Green payments for blue carbon: Economic incentives for protecting threatened coastal habitats. *Nicholas Inst Environ Policy Solut Rep* NI 11(4).
- Nagy, G. et al. (2019). Climate vulnerability, impacts and adaptation in Central and South America coastal areas. *Regional Studies in Marine Science*, 29 doi. org/10.1016/j.rsma.2019.100683

REFERENCIAS

- Nellemann, C., Corcoran E., Duarte CM, Valdes L, De Young C, Fonseca L, Grimsditch G, eds. (2009). *Blue carbon-a rapid response assessment*. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal. <http://www.grida.no>.
- Neubauer, S (2009) Silliman, B. R., E. D. Grosholz, & M. D. Bertness (ed.) Human Impacts on Salt Marshes: A Global Perspective. *Wetlands* 30 (1):173-175. <https://doi.org/10.1007/s13157-009-0013-2>
- Nicol, S., Bowie, A., Jarman, S., Lannuzel, D., Meiners, KM., Van Der Merve, P. (2010). Southern Ocean iron fertilization by baleen whales and Antarctic krill. *Fish Fish* 11:203-9.
- Niner, H.J., Ardrón, J.A., Escobar, E.G., Gianni, M., Jaekel, A., Jones, D.O., Levin, L.A., Smith, C.R., Thiele, T., Turner, P.J., Van Dover, C.L., Watling, L., Gjerde, K.M. (2018) Deep-Sea Mining with No Net Loss of Biodiversity—An Impossible Aim. *Front. Mar. Sci.* 5:53. doi: 10.3389/fmars.2018.00053
- OCDE-CEPAL (2005). *Evaluaciones del desempeño ambiental de Chile*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/1288/1/S0500003_es.pdf
- OECD (2019) work in support of a sustainable ocean. <http://www.oecd.org/ocean>
- Oppenheimer, M., M. Campos, R. Warren, J. Birkmann, G. Luber, B. O'Neill, & K. Takahashi (2014). Emergent Risks and Key Vulnerabilities. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C. B., V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Biller, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea and L. L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1039-1099.
- Paerl, H. W. (1995) Coastal eutrophication in relation to atmospheric nitrogen deposition: Current perspectives, *Ophelia*, 41(1), 237-259; DOI: 10.1080/00785236.1995.10422046
- Palma, R., Jiménez, G. y Alarcón, I. (2009). *Las Energías Renovables No Convencionales en el Mercado Eléctrico Chileno*. Publicación encargada por la Comisión Nacional de Energía (CNE) y la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ).
- Pendleton, L, Donato DC, Murray BC, Crooks S, Jenkins WA, et al. (2012) Estimating Global “Blue Carbon” Emissions from Conversion and Degradation of Vegetated Coastal Ecosystems. *PLoS ONE* 7(9): e43542. doi:10.1371/journal.pone.0043542
- Pérez-Matus, A., Carrasco, S., Gelcich, S., Fernández, M. & Wieters, E. (2017). Exploring the effects of fishing pressure and upwelling intensity over subtidal kelp forest communities in Central Chile. *Ecosphere*, 8(5): e01808. doi: 10.1002/ecs2.1808.
- Pfister, C.A., Berry, H.D, Mumford, T. (2018). The dynamics of Kelp Forests in the Northeast Pacific Ocean and the relationship with environmental drivers. *J. Ecol.*; 106: 1520– 1533. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12908>
- Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022 (2019). División de Recursos Naturales y Biodiversidad Ministerio del Medio Ambiente. https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/11/Plan_humedales_Baja_confrase_VERSION-DEFINITIVA.pdf
- Quiñones, R.A., Fuentes, M., Montes, R., Soto, D., & León-Muñoz, J. (2019). Environmental issues in Chilean salmon farming: a review. 2019. *Reviews in Aquaculture* 11(2): 375-402.
- Ramírez, C., San Martín, C., Fariña, J. M., Camaño, A., Álvarez, M., & Pérez, Y. (2014). Humedales costeros de la Región del Biobío (Chile): Un gradiente de vegetación y una nueva asociación vegetal de marisma, *Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia* (2014) 30(3):233-246.
- Ramírez-Llodra, E., Brandt, A., Danovaro, R., De Mol, B., Escobar, E., German, C.R., Levin, L.A., Arbizu, P., Menot, L., Buhl-Mortensen, P., Narayanaswamy, B.E., Smith, C.R., Tittensor, D.P., Tyler, P.A., Vanreusel, A., & Vecchione, V. (2010). Deep, diverse and definitely different: unique attributes of the world's largest ecosystem. *Biogeosciences*, 7, 2851-2899.
- Roberts, C. M., O'Leary, B. C., McCauley, D. J., Cury, P. M., Duarte, C. M., Lubchenco, J., ... & Worm, B. (2017). Marine reserves can mitigate and promote adaptation to climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(24), 6167-6175.
- Roig Monge, E. (2014). *La necesidad de legislación sobre los hidratos de gas en Chile*. Revista de derecho (Coquimbo), 21 (1), doi.org/10.4067/S0718-97532014000100007
- Roman, J., & McCarthy, JJ. (2010). The whale pump: Marine mammals enhance primary productivity in a coastal basin. *PLoS ONE* 5(10): e13255. doi:10.1371/journal.pone.0013255.
- Smith, RW, Bianchi TS, Allison M, Savage C, Galy V. (2015). High rates of organic carbon burial in fjord sediments globally. *Nat.Geosci*, 8:450-453. doi: 10.1038/ngeo2421.
- Soto, D., Leon-Muñoz, J., Dresdner, J., Luengo, C.,-Tapia, F. & Garreaud, R. (2019). Salmon farming vulnerability to climate change in southern Chile: understanding the biophysical - socioeconomic and governance links. *Reviews in Aquaculture* 11(2): 354-374 (doi: 10.1111/raq.12336).
- The Blue Carbon Initiative (s.f.). Disponible en <https://www.thebluecarboninitiative.org/>
- Tinivella, U., Giustini, M., Vargas-Cordero, I., Vasilev, A. 2019. Gas Hydrate: Environmental and Climate Impacts. *Geosciences* 2019, 9, 443; doi:10.3390/geosciences9100443.
- Torres, R, S Pantoja, N Harada, HE González, G Danneri, M Frangopulos, JA Rutllant, CM Duarte, S Ruiz Halpern, E Mayol, M Fukasawa (2011). Air-sea CO₂ fluxes along the coast of Chile: From CO₂ outgassing in central northern upwelling waters to CO₂ uptake in southern Patagonian fjords. *Journal of Geophysical Research Oceans* 116(C09006). <https://doi.org/10.1029/2010JC006344>
- UNCTAD (2018) *Informe sobre el Transporte Marítimo 2018*. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo. UNCTAD/RMT/2018 https://unctad.org/es/PublicationsLibrary/rmt2018_es.pdf

REFERENCIAS

- UNFCCC (2012). *Land Use, Land-Use Change and Forestry* (LULUCF). Disponible en <https://unfccc.int/topics/land-use/workstreams/land-use-land-use-change-and-forestry-lulucf>
- Urquiza, A., Amigo, C., Billi, M., Cortés, J., & Labraña, J. (2019). Gobernanza policéntrica y problemas ambientales en el siglo XXI: desafíos de coordinación social para la distribución de recursos hídricos en Chile. *Persona y sociedad*, 33(1), 133-160.
- Van Dover, C.L., Ardron, J.A., Escobar, E., Gianni, M., Gjerde, J.M., Jaeckel, J., Jones, B.O., Levin, L.A., Niner, J.A., Pendleton, L., Smith, C.R., Thiele, T., Turner, P.J., Watling, L., Weave, P.P. (2017). Biodiversity loss from deep-sea mining. *Nature Geoscience*. 26 June 2017.
- Van Ruijven, B. J., M. A. Levy, A. Agrawal, F. Biermann, J. Birkmann, T. Carter..., & E. Kemp-Benedict (2014). Enhancing the relevance of Shared Socioeconomic Pathways for climate change impacts, adaptation and vulnerability research. *Climatic Change*. 122(3), 481-494, doi: 10.1007/s10584-0130931-0.
- Vare, L.L., Baker, M.C., Howe, J.A., Levin, L.A., Neira, C., Ramírez-Llodra, E.Z., Reichelt-Brushett, A., Rowden, A.A., Shimmield, T.M., Simpson, S.L., Soto, E.H. (2018) Scientific Considerations for the Assessment and Management of Mine Tailings Disposal in the Deep Sea. *Front. Mar. Sci.* 5:17. doi: 10.3389/fmars.2018.00017.
- Waite, R., Beveridge, M., Brummett, R., Chaiyawanakarn, N., Kaushik, S., Mungkung, R., Nawapakpi-lai, S. & Phillips, M. (2014). Improving Productivity and Environmental Performance of Aquaculture. *World Resources Report* 2016/06 <http://www.wri.org/events/2014/06/improving-productivity-and-environmental-performance>
- Washburn, T.W., Turnera., P.J., Durden, J.M., Jones, D.O., Weaver, P., Van Dover, C.L. (2019). Ecological risk assessment for deep-sea mining. *Ocean and Coastal Management* 176, 24-39.
- Weaver, P., Billett, D. (2019). Environmental Impacts of Nodule, Crust and Sulphide Mining: An Overview. R. Sharma (ed.), *Environmental Issues of Deep-Sea Mining*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-12696-4_3
- Wernberg, T., Krumhansl, K., Filbee-Dexter, K., & Peder-sen, M. F. (2019). Status and trends for the world's kelp forests. In *World seas: An environmental evaluation* (pp. 57-78). Academic Press.
- Woodson, B., Micheli, F., Boch, C., Al-Najjar, M., Espinoza, A., Hernández, A., Vázquez-Vera, L., Saenz-Arroyo, A., Monismith, S.G. & Torre, J. (2018). Harnessing marine microclimates for climate change adaptation and marine conservation. *Conservation Letters* 12: e12609. DOI: 10.1111/conl.12609
- Wunderlich, C. M. R. (2005). Análisis de la Contaminación Atmosférica Provocada por Buques en base a las Exigencias del Anexo VI del MARPOL 73/78. Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile.
- Ziegler, F., Winther, U., Skontorp Hognes, E., Emanuelsson, V.S., & Ellingsen, H. (2013). The Carbon Footprint of Norwegian Seafood Products on the Global Seafood Market. *Journal of industrial ecology*, 17:103-116



Anexo I: Observaciones a la propuesta de NDC del Gobierno de Chile de agosto 2019

A continuación, se presentan observaciones a la propuesta de NDC de Chile en materia de océanos, y recomendaciones específicas desde los distintos componentes en los que resulta pertinente establecer compromisos en la materia. Las recomendaciones se elaboran a partir de la información levantada a partir de un cuestionario en línea, que se llevó a cabo entre los días 16 y 22 de noviembre. El cuestionario fue enviado a la totalidad de investigadores e investigadoras de la mesa Océanos del comité científico COP25 y del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, recibiendo un total de 33 respuestas.

Observaciones a la propuesta de actualización NDC 2019

En relación al compromiso en materia de Áreas Marinas Protegidas (AMP)

En el contexto del Acuerdo de París, se establece que Chile cuenta a la fecha con 39 áreas marinas protegidas, las cuales representan, en cobertura, un 42% de la superficie de la Zona Económica Exclusiva. En este contexto, se indica la intención de incluir en la gestión de estas áreas los aspectos referentes al cambio climático, mediante dos formas: 1) Se propone evaluar los riesgos y vulnerabilidades del área marinas protegida por los efectos del cambio climático, adaptando el manejo para proteger el área ante estos, y 2) Se propone evaluar los co-beneficios que el área brinda en adaptación y mitigación del cambio climático, adaptando el manejo de manera de potenciar estos co-beneficios. Sin embargo, respecto de los compromisos concretos, se establece genéricamente que “se crearán nuevas áreas protegidas en ecosistemas costeros, marinos y acuáticos continentales subrepresentados, especialmente en el centro y norte del país, tomando en cuenta para la identificación de tales áreas, entre otros, criterios relativos a los efectos del cambio climático”, sin establecer una meta concreta, respecto a cuánto espacio se pretende proteger ni en qué plazo.

Como segundo compromiso, se establece que “Al 2025: el 100% de las áreas marinas protegidas creadas hasta antes de 2020 contarán con planes de manejo o administración que incluyen acciones para la adaptación al cambio climático”, estableciéndose luego dichos planes “serán implementados”, recién, al año 2030. Esto implica, en primer lugar, que las áreas marinas ya protegidas no verían implementado un plan de manejo efectivo, que considere los efectos e implicancias del cambio climático en su gestión, sino hasta el 2030, plazo que resulta demasiado extenso, atendida la urgencia de las circunstancias. Y, en segundo lugar, implica que aquellas áreas nuevas, que el estado se propone proteger, según indican en el primero de los compromisos, no se asegura que cuenten con planes de manejo implementados ni siquiera al 2030, de hecho, no se establece a su respecto compromiso alguno.

Finalmente, y como tercer compromiso, se establece que “se evaluarán los co-beneficios que los distintos ecosistemas marinos en áreas marinas protegidas brindan en cuanto a mitigar o adaptarse al cambio climático y se implementarán acciones para potenciar estos co-beneficios”, para lo cual se proponen dos metas: primero, que al 2025 se desarrollarán, para 3 áreas marinas protegidas, métricas estandarizadas para la evaluación de sus capacidades de adaptación o mitigación al cambio climático, y que para el 2030 se implementarían estas métricas desarrolladas, para permitir el monitoreo y verificación de capacidades de adaptación o mitigación, “en al menos 5 áreas marinas protegidas integrando el fortalecimiento de los co-beneficios en sus planes de manejo”. Reproduciéndose aquí, los extensos plazos antes señalados, sumándose que, 5 áreas marinas al 2030, resulta del todo insuficiente, considerando las 39 áreas marinas protegidas actualmente vigentes.



Recomendaciones para la consideración del océano en otros componentes

Componente 1: Mitigación de gases de efecto invernadero	
No: 4% Si: 96%	96% de los participantes está de acuerdo en que el océano debiese estar incluido en el capítulo de mitigación de gases de efecto invernadero, por su capacidad de captura (en muchas latitudes), por su rol en la regulación del clima, su capacidad de otorgar servicios ecosistémicos y por los impactos que recibe de las industrias generadoras de GEI.
Metodologías posibles para cuantificar las emisiones y secuestro de gases de efecto invernadero del océano.	Mediciones de fugacidad de CO₂ o intercambio de gas con la atmósfera Cálculo del flujo de gases en la interfaz océano-atmósfera (existen métodos sencillos pero existe escasez de datos). Medición de procesos y ciclos biogeoquímicos (Producción Primaria y respiración). Evaluación de las respuestas ecofisiológicas de las algas frente a estresores de cambio climático, como el cambio del pH, producido por el secuestro de CO₂ en el océano (existe una investigación en curso para Chile). Sistemas de monitoreo, sensores de gases y muestras discretas de gases por cromatografía (la cromatografía es un método físico de separación para la caracterización de mezclas complejas.)
La mayoría de los participantes está de acuerdo en la importancia de considerar en el inventario de gases de efecto invernadero de Chile a aquellos ecosistemas marinos que actúan como almacenadores y sumideros netos de carbono, a saber, humedales y marismas, pastos marinos, bosques de algas, manglares, entre otros. Además de ser relevantes en los flujos de GEI, su inclusión se justifica por su contribución en la mejora de los ecosistemas de bosques marinos (abundancia y/o diversidad de especies marinas) y por ser puntos de encuentro entre los cursos de agua terrestres, subterráneos y marinos. Su inclusión en el inventario permitiría, por otra parte, evitar que cambie el uso de suelo de estos ecosistemas (lo que atenta contra su capacidad como sumidero). Se destaca, no obstante, que su inclusión debe considerar sólo aquellos ecosistemas que se agreguen como áreas protegidas o se restauren, y hacer frente a los vacíos existentes en términos de políticas públicas (falta de fiscalización, por ej.) que impedirían tener una correcta contabilización.	
Acciones o medidas en relación al océano que pueden comprometerse para la reducción y secuestro de emisiones de GEI.	Secuestro - Proteger áreas de convergencia de altas latitudes, capaces de enviar al fondo del océano gran cantidad de CO₂. - Restaurar humedales costeros, marismas, bosques de algas, etc. - Ampliar red de áreas marinas protegidas y dotarlas de adecuado financiamiento y manejo. - Crear áreas protegidas como "refugios climáticos marinos" - Fomentar fondos y mayor investigación para evidenciar la relación entre océanos y secuestro de GEI. - Gestión de humedales costeros (fundamental para comprender la dinámica del reciclaje de gases invernadero). - Prohibir el vertimiento de relaves mineros con y sin tratar directamente al mar (principalmente para evitar los efectos del vertimiento sobre la capacidad de secuestro del océano: asfixia de organismos bentónicos, la alteración física del hábitat, reducción en la abundancia de especies y biodiversidad de las comunidades marinas, toxicidad directa por el contacto de metales pesados; riesgo en la salud de las personas por consumo de peces contaminados por bioacumulación de metales, entre otros). - Prohibir totalmente la minería submarina (para evitar efectos que podrían influir en la capacidad de secuestro del océano: eliminación de ecosistemas ecológicos completos desde el fondo marino, obstrucción de aberturas geotermiales, mezcla de aguas abisales ricas en nutrientes con aguas superficiales, crecimiento explosivo de algas; exposición a metales pesados puede terminar en la cadena alimenticia, muertes masivas y mutaciones de organismos por intoxicación con metales pesados). - Monitoreos con mayor número de puntos de detección, metodologías y líneas de tiempo más constantes para tener información relevante para evaluar en el tiempo y para la toma de decisiones. - Biorremediación por microorganismos o fitorremediación (los microorganismos modulan todos los sistemas naturales; proteger la biodiversidad y mantener la resiliencia de los componentes biológicos marinos es crucial para la lucha contra los efectos del cambio climático). - Recuperar agua mediante "depuradores" naturales de "nutrientes" e incluso metales que puedan ser reintegrados a sistemas agrícolas o a sistemas industriales (recuperación de humedales e implementación de algunos artificiales, que permitan atrapar y recuperar o enterrar esta fuente extra de carbono). Reducción - Prohibir el funcionamiento de industrias contaminantes en la zona costera. - Limitar la extracción ilegal de algas pardas. - Limitar la pesca de arrastre que genera re suspensión e incremento de turbidez en la columna de agua. - Manejo de cuencas y tratamiento de aguas residuales (permite mitigar las emisiones de GEI que se generan en el océano producto del aporte de nutrientes provenientes de la agricultura y aguas residuales). - Monitorear la cantidad de plástico y micro plástico flotante en el océano. - Generar y acumular energía limpia en toda embarcación que navegue, para un posterior uso. - Mantenimiento de praderas submarinas y uso de recursos bentónicos de manera controlada.
Acciones o medidas de mitigación en relación al océano que hacen sinergia con otros sectores económicos o emisores	- Reducir las emisiones de la industria pesquera y de la salmonicultura. - Limitación y control del tráfico marítimo. - Reducción de la huella de carbono en todas las prácticas que involucren el uso del océano, industria, empresas de transporte, etc. - Implementación de energías marinas. - Estimar la huella de carbono de la flota y la producción pesquera - Monitorear cadena logística del transporte de productos, en su fase marítima y portuaria.



Componente 2: Adaptación y resiliencia

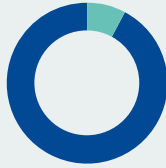
Sí: 100%



El 100% de los participantes considera que el océano tiene vinculación con la seguridad hídrica, ya sea por la captura de neblina, la desalinización del agua de mar (aunque falta saber los posibles impactos) y la vinculación que se da con el ciclo del agua (afectando la variabilidad de las precipitaciones, que influyen directamente en la disponibilidad de agua para consumo humano).

El 100% de los participantes considera que el océano tiene vinculación con las soluciones basadas en la naturaleza. En el caso del borde costero, restaurar y planificar ecológicamente podría mejorar la resiliencia de las comunidades, y se contribuye en la recuperación de las poblaciones marinas cercanas al borde costero. Respecto a actividades en alta mar, pensar en soluciones basadas en naturaleza permitiría no sólo monitorear y respetar las áreas de manejo de recursos marinos, también traer a Chile buenas prácticas para la acuicultura, recuperando poblaciones para nutrir las corrientes marinas.

No: 8%



Sí: 92%

El 92% considera que el océano tiene vinculación con la reducción de riesgos de desastres. Existen ecosistemas marinos, como los humedales costeros, que frenan estos desastres. Por otra parte, si el océano está saludable, ayudará a que eventos como las FAN (florecimiento de algas nocivas) sean menores o menos dañinos.

El 92% considera que el océano tiene vinculación con la inclusión de grupos vulnerables (pescadores artesanales, pueblos originarios) especialmente mujeres. Este vínculo es sobretodo visible en actividades como pesca artesanal, recolección de algas, acuicultura (a pequeña escala) y turismo marino.

Medidas de adaptación que atenderían de mejor manera la realidad de las comunidades costeras tomando en cuenta las vulnerabilidades y riesgos que más las afectan.

Estudios, ciencia y monitoreo

- Mejorar la comprensión del fenómeno físico, cruzando variables oceanográficas y geofísicas.
- Realizar monitoreo de marejadas y zonas de mayor riesgo de tsunamis
- Realizar estudios de escenarios del estado del mar y sus causantes de impacto, incorporando la participación de personas que conocen y conviven con el mar.
- Incorporación de ciencia ciudadana en el monitoreo.
- Generación de instrumentos para incrementar la investigación científica a nivel nacional, regional y local;
- Políticas y dictación de normas
- Zonificar a nivel nacional el borde costero identificando: zonas amenazadas por el aumento de las marejadas, zonas de ecosistemas clave para la reducción de riesgos de desastre, y zonas, como los humedales costeros y desembocaduras de río que van directo al mar, clave por proveer otros servicios ecosistémicos (como la protección de ríos y cuencas, abastecimiento de agua para consumo humano, conservación de diversidad y ecosistemas naturales).
- Planificar el espacio marino costero especificando los usos del borde costero y del océano, revisando las descargas que él recibirá y la ocupación de carga de proyectos acuícolas, y no creando zonas de sacrificio (muchos usos similares juntos);
- Regular la calidad del agua de los ríos y la carga de nutrientes y contaminantes que afectan directamente la calidad de vida de las poblaciones costeras.
- Llevar a cabo gestión integrada de zonas costeras.
- Crear una política nacional de uso de la zona costera (no borde).
- Fortalecer gobernanza de las actividades extractivas y que utilizan recursos marinos.
- Fortalecer el plan de adaptación al cambio climático para pesca y acuicultura y los planes transversales que se enfoquen en la zona costera.
- Incluir en los planes de manejo metodologías que incluyan a la comunidad y sean adaptativos en el tiempo (ej. metodología de estándares abiertos).
- Elaborar planes de adaptación por localidad de manera participativa.
- Mejorar la normativa asociada a la contaminación.
- Dictar normas de calidad secundarias en bahías.
- Desarrollo de normativa ambiental específica de zona costera o normas secundarias regionales.
- Acciones o medidas específicas
- Conservar campos dunares, humedales, campos de algas, y generar cuotas de extracción de arenas (para reducir la erosión costera).
- Impulsar soluciones de ingeniería verde, e Infraestructura (gris y verde) para seguridad (ej. enrocados en caletas).
- Diseño de ingeniería que considere el cambio climático.
- Evaluación de la vulnerabilidad en zonas costeras.
- Incorporación de monitoreo semi-continuo del impacto de obras de infraestructura costera.
- Mejoramiento de condiciones de abrigo en puertos.
- Adecuación de instalaciones portuarias.
- Mejoramiento de configuraciones de amarre de naves.
- Uso de sistemas de alerta temprana de marejadas a nivel local en zonas costeras.
- Proyectar la sequía y evaluar otras formas de abastecimiento del agua para las comunidades costeras, como atrapa nieblas o balance de cuencas locales que tengan un monitoreo de las napas.
- Mejorar control y fiscalización de actividades contaminantes.
- Diseñar medidas que apunten a la reducción y cambios en los hábitos de consumo (manejo de residuos plásticos por ej.)
- Hacer a las comunidades parte del diseño de los planes de manejo y de medidas, lo que podría aportar en reducir los gastos de fiscalización
- Mejorar y controlar la construcción en primera línea de costa.



Acciones o medidas de adaptación en relación al océano que hacen sinergia con otros sectores económicos o emisores.	Pesca y Acuicultura • Sustentabilidad de la pesca y acuicultura, disminuyendo la pesca de arrastre, y fomentando la industria a pequeña escala y el descarte. • Hacer planes de manejo de residuos de las embarcaciones en el borde y en alta mar. • Controlar descargas de contaminantes. • Controlar el uso de antibióticos. • Impulsar el manejo de residuos de actividades pesqueras y acuícolas incluyendo redes. • Prohibir disposición de residuos en el océano (por ej. peces muertos). • Recircular aguas de proceso y disminuir descargas a océano. • Manejo de residuos y desechos de la pesca (por ej. trabajar con los desechos de la industria pesquera, disminuyendo la eutrofización del océano) • Energía • Desarrollar energías renovables, como mareomotriz.
---	--

Componente 3: Medios de Implementación	
Acciones o medidas en relación al océano en materia de creación de capacidades.	• Sensibilizar a las comunidades que históricamente han trabajado en las costas. • Desarrollar plan de educación de trabajadores y sus familias a largo plazo. • Reducir la vulnerabilidad de las personas, formar capacidades y conocimiento para adaptarse al cambio climático y la producción amigable con el medio ambiente. • Implementar programas para incentivar que la comunidad se organice en base a un objetivo ambiental (por ej., proteger humedal, avistamiento aves). • Capacitación en turismo sustentable. • Apoyo al emprendimiento asociado a costumbres locales (ej. ferias de productos locales). • Tener mayor formación y educación sobre nuestra interacción con el mar, con los recursos, con los servicios ecosistémicos, etc.
Acciones o medidas en relación al océano en materia de transferencia tecnológica.	• Desarrollo de tecnologías o metodologías de bajo costo para el monitoreo. • Desarrollar tecnologías sensoricas. • Incorporar innovación de punta a productos locales.
Acciones o medidas en relación al océano en materia de instrumentos económicos	• Impuestos ejemplificadores para las industrias que contaminan. • Desarrollo de política que considere desde el análisis de costo beneficio hasta el desarrollo de una estrategia comunicacional para incentivar la colaboración privada. • Cada país debe identificar las forzantes que están generando los desequilibrios en su entorno y poner todos los recursos económicos necesarios para minimizar sus efectos.

Anexo II: Cálculos de almacenamiento y enterramiento de carbono para la ZEE chilena

La tasa de enterramiento de carbono orgánico en sedimentos marinos es directamente proporcional a la tasa de sedimentación (acreción de sedimentos) y la tasa de producción primaria es inversamente proporcional a la profundidad. Para el caso de Chile, en base a tasas de sedimentación y contenidos de carbono orgánico en sedimentos, puede estimarse indirectamente de la tasa producción primaria.

La tasa de enterramiento de carbono orgánico (C_{buried}) fue calculado multiplicando la tasa de sedimentación de sedimentos corregida con la densidad bruta o *bulk density* (BD) y el contenido de carbono orgánico como: $C_{\text{buried}} \text{ (g m}^{-2} \text{ yr}^{-1}) = \text{tasa de sedimentación (cm yr}^{-1}) * \text{BD (g cm}^{-3}) * \text{Corg (\%)} / 100$. La tasa de sedimentación y *bulk density* y concentración de C orgánico en distintas zonas de Chile fue tomado de Muñoz et al. (2004) y ponderadas al área de la ZEE y plataforma continental, según Tabla adjunta. Se tomaron rangos mínimos y máximos y el cálculo es ilustrativo de la capacidad de los sedimentos de la ZEE para enterrar carbono en forma definitiva.

TABLA ANEXO II. ESTIMACIÓN DE TASAS DE ENTERRAMIENTO DE CARBONO PARA LOS SEDIMENTOS MARINOS

Tasa de acumulacion de sedimentos* g m ⁻² año ⁻¹		Tasa de enterramiento de C org. gC m ⁻² año ⁻¹	
		Min	Max
Zona Norte		5**	10**
media	40	6	12
error	10	1,2	2
Zona Centro		2**	7**
media	50	3,6	12,6
error	10	0,8	2,8
Zona Sur		1,7**	2**
media	50	0,5	1
error	30	0,3	0,6
ZEE m2		Min*	Max*
2,0093E+12		0,5	12,6
		1,00465E+12	2,53172E+13
Tg		1,0046495	25,3171674
Pg		0,00100465	0,025317167
Plataforma m2			
1,60916E+11		80458000000	2,02754E+12
Tg		0,080458	2,0275416
Pg		0,000080458	0,002027542

* Rango de tasas de enterramiento de carbono orgánico en la ZEE

** Valores de concentración de carbono orgánico en sedimentos superficiales (tomado de diversas fuentes)



Anexo III: Alcances de definiciones de zonas marinas según CONVEMAR

El océano costero, como las aguas no estuarinas, comprendidas dentro de 200 millas náuticas (370 km) de la costa, es un término acuñado por la CONVEMAR con implicancias política y jurídica que corresponde a la Zona Económica Exclusiva (Hales *et al.*, 2008).

*La plataforma continental de un Estado comprende desde el lecho y el subsuelo de las tierras submarinas que se encuentran más allá de su mar territorial y a lo largo de la extensión natural de su territorio hasta el borde exterior del margen continental, o hasta una distancia de 200 millas marinas contadas desde el inicio del mar territorial. Tectónicamente, los márgenes pasivos como la costa atlántica poseen amplias plataformas, mientras que los márgenes activos (choques de placas) poseen plataformas estrechas, como es el caso de Chile que fluctúa entre 10 a 75 km y representa un área de 160 916 km².

**Plataforma continental extendida: Existen dos términos diferentes para referirse a los márgenes oceánicos: 1) el océano costero, como las aguas no estuarinas comprendidas dentro de 200 millas náuticas (370 km) de la costa, término acuñado por la CONVEMAR

(https://www.un.org/Depts/los/convention_agreements/texts/unclos/convemar_es.pdf) con implicancias política y jurídicas que corresponde a la zona económica Exclusiva (Hales *et al.*, 2008) y 2) plataformas continentales, que se refieren a los márgenes de las placas continentales sumergidas cuya profundidades del agua son inferiores a 200 m. Tectónicamente, los márgenes pasivos como la costa Atlántica poseen amplias plataformas, mientras que los márgenes activos (choques de placas) poseen plataformas estrechas, como es el caso de Chile que fluctúa entre 10 a 75 km y representa un área de 160 916 km².



Anexo IV: Análisis de tipos de explotación y actividad minera a la que estaría sujeta Chile

Explotación de nódulos de minerales polimetálicos

La investigación sobre la extracción de recursos minerales del fondo marino ha experimentado un reciente interés, tanto de la industria minera como de la comunidad científica y las naciones. Si bien las metodologías de investigación geológica se han perfeccionado y han permitido el mapeo del fondo marino, las reservas minerales y los impactos ecológicos de la minería tanto en las profundidades marinas como en los fondos marinos poco profundos son deficientes. En general, la actividad minera en zonas profundas se ha centrado en los nódulos polimetálicos y las concreciones de ferromanganeso en las bases de los montes submarinos (Kaikkonen *et al.*, 2018).

Hidratos de gas metano

Los hidratos de gas, mezclas de gas de hidrocarburos (principalmente metano) y aguas similares al hielo, han sido registrados en el permafrost ártico y en los sedimentos oceánicos ubicados a lo largo de los márgenes continentales bajo condiciones específicas de presión-temperatura. El descubrimiento de estos yacimientos se ha estimado que corresponde al menos 2 veces las estimaciones actuales de combustibles fósiles. Porque los hidratos de metano representan un alto potencial de fuente de energía. En este contexto, distintos programas internacionales han sido desarrollados para determinar la ubicación y la concentración de los hidratos en los sedimentos marinos, dado el alto interés en el desarrollo de fuentes alternativas de energía para el desarrollo económico (Tinivela *et al.*, 2019). Entre los aspectos más importantes a nivel global sobre la explotación de hidratos de gas es (i) la relación entre el hidrato de gas y el cambio climático global, y (ii) los riesgos geológicos que podrían afectar la estabilidad del fondo marino y liberar metano (y gases asociados) en la columna de agua, produciendo importantes impactos ambientales en los ecosistemas marinos profundos.

Eliminación de relaves en aguas profundas (deep-sea tailings disposal o DSTD) y su contraparte de aguas someras (submarine tailings disposal o STD)

La eliminación de relaves de aguas profundas (DSTD) y aguas someras (STD), se practica en distintas regiones del mundo. Estas descargas de las industrias mineras están constituidas principalmente por residuos de lodos procesados y roca (denominados relaves) directamente en el ambiente marino. Estas se descargan mediante tuberías y otras fuentes terrestres de contaminación marina, más allá del alcance reglamentario de la Convención de Londres y los Protocolos de Londres (LC/LP). Sin embargo, se han desarrollado pautas en Papúa Nueva Guinea (PNG) para mejorar los marcos de gestión ambiental para la depositación de residuos de relaves. La eliminación de relaves de aguas profundas puede afectar los ecosistemas en magnitudes desconocidas. La gestión ambiental para la eliminación de residuos relaves de aguas profundas ha sido ampliamente discutida en paneles internacionales, involucrando a la academia, gobierno, sociedad, industria y organismos reguladores. Sin embargo, actualmente existe un fuerte debate para identificar los principales desafíos asociados con la eliminación de residuos relaves de aguas profundas, junto con posibles soluciones, basadas en los limitados estudios científicos disponibles. Sin embargo, la necesidad de desarrollar mejores tecnologías, prácticas (*i.e.*, depósitos de relaves en cañones submarinos) y un marco regulatorio ambiental resultan claves para el desarrollo sostenible de esta actividad (Vare *et al.*, 2018).



Anexo V: Recopilación de acciones basadas en carbono azul en las NDC de diferentes países, incluye tipo de medida (mitigación y adaptación) y año

Blue Carbon Inventory of NDC Actions

Country	Mitigation	Adaptation	Year	NDC Actions
Angola	LULUCF and Forestry		2030	Mangroves role in mitigation recognised with specific targets for afforestation and reforestation of degraded mangrove habitats identified as a mitigation measure. Coastal zone included as a priority area for adaptation measures. "Afforestation and Reforestation of degraded forest lands and mangrove habitats have a strong potential for mitigation purposes." "... committed to increase carbon sequestration from the forestry sector to 5 million tons of CO₂e per year by 2030." "Angola prioritises the implementation of Adaptation measures in the following main sectors: ... 2. Coastal Zone 3. Land-Use, Forests, Ecosystems and Biodiversity ..." "Enhancement of coastal adaptive capacities at the institutional, systemic and community levels; response to urgent needs posed by climate change."
Antigua and Barbuda*	General Mitigation	Adaptation Co-benefits		Wetlands role in mitigation with adaptation co-benefits recognised, with protection for all remaining wetlands and watershed areas with carbon sequestration potential by 2030 identified as a mitigation measure. "Conditional Mitigation Targets: ... By 2030, all remaining wetlands and watershed areas with carbon sequestration potential are protected as carbon sinks." "Similarly, mitigation actions can have adaptation co-benefits. For example, expanding the protection of wetlands and watersheds to sink GHG emissions also serves as an adaptation strategy by enhancing water retention and reducing the risks of climate impacts, namely flooding and storm surge."
Australia*	LULUCF and Forestry		2021-2030	Wetlands role in mitigation recognised through inclusion of IPCC 2013 Supplement. "Intends to apply the IPCC 2006 Guidelines and IPCC 2013 Revised Supplementary Methods, or as otherwise agreed."
Bahamas*	LULUCF and Forestry	Conservation, protection and restoration efforts Adaptation in the fisheries sector	2020	Mangroves role in mitigation and marine environment role in adaptation recognised with protection of mangrove ecosystems to increase their carbon sink ability identified as a mitigation measure, and protection and conservation of near shore marine environment identified as an adaptation measure. National Forests across the Bahamas may be considered for inclusion in REDD+ activities. "In 2008, as a part of the Caribbean Challenge Initiative, we committed to the protection of 20% of our near shore marine environment by 2020, and have this year achieved half of our goal. These protected areas will conserve and protect habitat for Grouper and Bonefish spawning aggregations, coral reefs, sea grass meadows, mangrove nurseries and important bird areas." "Results of a mangrove ecosystem study on one Pine Island (Andros) indicate that approximately 5,661,077tCO₂e may be removed from the atmosphere through the proper management of the ecosystem. Proper management will improve the functionality of our mangrove ecosystems and increase their carbon sink ability." "These Pine Islands and other designated National Forests across The Bahamas may be considered for inclusion in REDD+ activities, pending further study."



Country	Mitigation	Adaptation	Year	NDC Actions
Bahrain 	General Mitigation Mitigation Co-benefits	Conservation, protection and restoration efforts	2030	Mangroves and seagrass' role in both mitigation and adaptation recognised, and explicitly referenced as blue carbon. Mangrove Transplant Project identified as an adaptation measure with mitigation co-benefits. "Adaptation action with mitigation co-benefits: Blue Carbon: A Mangrove Transplantation Project for the cultivation of plants and planting mangrove seedlings in order to rehabilitate degraded coastal areas began in 2013. The project succeeded in the cultivation of mangroves in Tubli Bay and Doha Arad. There is increasingly strong recognition that there is a need to properly manage particular habitats that act as critical natural carbon sinks. The Black Mangrove is found naturally in Bahrain and is able to sequester carbon and provide an efficient buffer for coastal protection. At present, the Kingdom of Bahrain does not have a full understanding of its mangroves as a carbon sink and is planning to engage with the International Union for Conservation of Nature to do so. Seagrass beds, which constitute an important carbon sink, are distributed along the southeast coast, and along the west coast of Bahrain. At present the Kingdom of Bahrain does not have a full understanding of its seagrass areas as a carbon sink and is planning to further engage with the International Union for Conservation of Nature to do so."
Bangladesh *	LULUCF and Forestry	Conservation, protection and restoration efforts Coastal zone management for climate adaptation		Mangroves role in mitigation and adaptation recognised, with coastal mangrove plantation identified as a mitigation measure. and community conservation of wetlands and coastal zone management planned as adaptation measures. "Sector: Land use, land use change and forestry: Continuation of coastal mangrove plantation." "About 195,000 hectares of mangrove plantations have been raised so far and these new plantations are also playing an important role in carbon sequestration." "Adaptation measure: Community based conservation of wetlands and coastal areas." "Adaptation: Considering the vulnerabilities, the government has identified the following areas of interventions to address adverse impacts of climate change: Key Areas to address adverse impacts of climate change: . . . Coastal Zone Management including Salinity Intrusion control"
Belize *	General Mitigation	Conservation, protection and restoration efforts Coastal zone management for climate adaptation Adaptation in the fisheries sector	2020-2030	Mangroves role in mitigation with adaptation co-benefits recognised, with mangrove restoration, protection, and a transition to a net carbon sink identified as mitigation measures that have adaptation co-benefits. Integrated coastal zone management included as an adaptation measure. "Mitigation: Mangroves: Description: Protecting and restoring mangrove forests. This activity can be an effective mitigation action while also helping the protection of low-lying coastal areas against impact of storms and soil erosion. Mangrove forests also fulfil critical role as nursery ground for regional fish stocks and maritime ecosystems. Objective: Protection of existing mangroves from deforestation and restore lost mangroves. Anticipated emission reduction: Restoration and protection have the potential to turn Belize's mangrove system into a net carbon sink by avoiding current emissions of around 11.2Gg CO₂ per year and removing additional 2.2 – 35Gg CO₂ per year between 2020 and 2030. The expected cumulative emissions reduction would be up to 379Gg CO₂ between 2015 and 2030." "It is also recognised that many mitigation actions will produce co-benefits that promote adaptation and resilience to climate change. Forest protection and replanting of mangroves that are implemented for mitigation purposes are expected to protect the coastline against storm surges and erosion . . ." ". . . Initiatives such as mangrove restoration and protection offer new opportunities in scientific fields study to assess the carbon storage capacity of mangrove ecosystems, known as the Blue Economy. " "Adoption and Implementation of the Belize Integrated Coastal Zone Management Plan."



Country	Mitigation	Adaptation	Year	NDC Actions
Benin*		Conservation, protection and restoration efforts		Coastal zones role in adaptation recognised with protection of coastal zone and restoration of mangrove ecosystems identified as adaptation measures. "Protect the coastal zone in the face of sea level rise for erosion control. Correct the instability of sediments from thinning and beach loss. Restore the fragile ecosystems (mangrove) . . ."
Brunei*	LULUCF and Forestry	Adaptation in the fisheries sector		Mangroves role in mitigation recognised and forest preservation identified as a mitigation measure. Forestry, coastal and flood protection identified as adaptation priorities. "Brunei Darussalam is considered one of the world's leading nations in terms of its actions to preserve forest cover, with currently approximately 75% of its 5,765 square kilometres national land area is under forest cover. It is comprised of what experts believe to be the oldest tropical rainforest ecosystem in the world, but also mangroves, peat swamps and other areas which sequester carbon dioxide from the atmosphere." "Brunei Darussalam has identified the following sectors for priorities for further climate change adaptation actions: . . . vi. Fisheries. Climate change adaptation is currently most advanced in the biodiversity and forestry sectors."
Cambodia		Coastal zone management for climate adaptation Adaptation in the fisheries sector		Mangrove ecosystems and coastal zone resources identified for sectoral adaptation measures. "Adaptation: . . . most vulnerable sectors to the impacts of climate change: Coastal zones: Coastal zone resources already face a number of pressures, including from over-fishing, over-exploitation of forest resources and mangrove ecosystems leading to increased erosion. Climate change adds to these existing challenges through sea level rise . . ." "Adaptation: . . . Priority Actions: . . . mainstreaming of climate change into sector and sub-sector development plans."
Cameroon*		Conservation, protection and restoration efforts Coastal zone management for climate adaptation Adaptation in the fisheries sector		Mangroves role in adaptation recognised, with restoration and management of mangroves and protection and management of the coastline identified adaptation measures. "Adaptation: . . . Protection and management of the shoreline against the effects of climate change; Restoration and management of mangroves; Utilisation of resources; Adaptation of infrastructures."
Cape Verde		Conservation, protection and restoration efforts Adaptation in the fisheries sector		Coastal zones, habitats and fisheries sector identified for adaptation with protection of coastal zones and habitats and prevention of their degradation, and fisheries strategies included as adaptation measures. "Adaptation contribution: . . . Seek to diversify income generating activities in rural areas by promote artisanal fishing activities (providing training, equipment, micro-credit) in coastal areas; . . . Seek to rehabilitate or construct infrastructures for the protection of coastal zones against sea level rise and beach erosion; and Seek to implement actions for the adaptation of fishing activities and fishing communities, building on the scenarios and strategies already developed by the Fishery Development National Institute (INDP)."



Country	Mitigation	Adaptation	Year	NDC Actions
China*	General Mitigation			Wetlands role in mitigation recognised with pledge to increase wetlands carbon storage capacity through stronger protection and restoration as a mitigation measure. "To strengthen the protection and restoration of wetlands and to increase carbon storage capacity of wetlands."
Comoros	General Mitigation			Marine conservation identified as a mitigation measure. "Protected areas: The government of Comoros plans to strengthen its actions for the conservation of biodiversity, marine and terrestrial. Also it plans to pay for a total of 50,000 ha of land to be converted into natural vegetation, principally forests and considered a protected area with project completion in 2030."
Congo, The Republic of		Conservation, protection and restoration efforts		Mangroves role in adaptation recognised, with mangrove conservation and implementation of a coastal zone strategy identified as adaptation measures. "The adaptation strategy of the coastal zone contributes to this: the strategy creates measures to visualize an integrated plan for the coastal zone by establishment of appropriate legal frameworks, acquire monitoring tools, and training and information. The guidelines recommend the implementation of a development plan for coastal urban areas, promotion of income generating activities related to marine and coastal ecosystems. To this must be added a device comprising conservations projects of mangroves for coastal protection, the species protection, the establishment of specific facilities for the reception and management of waste, the monitoring of marine turtle nesting and the establishment of a coastal observatory and the marine environment."
Cook Islands*	General Mitigation Mitigation Co-benefits	Conservation, protection and restoration efforts		Coastal protection and marine conservation identified as mitigation and adaptation measures. "The Cook Islands is confident that its strategies and policies pre 2020 and post 2020 will reduce and offset its carbon emissions and strengthen resilience. These actions include inter alia coastal protection, water security, agriculture, forestry, marine conservation, waste, tourism and land management." "... Designating its entire EEZ of almost two million sq km as a marine park is evidence of national commitment to the global effort to building the resilience of marine ecosystems."
Costa Rica*		Adaptation in the fisheries sector		Coastal zone role in adaptation recognised with community based sustainable coastal zone development identified as an adaptation measure. "Community Based Adaptation: ... looking to empower the population to face climate change impacts, by increasing the resilience agriculture producers, developing safeguards for securing water supply and sustainable coastal zone development."
Cote d'Ivoire*		Conservation, protection and restoration efforts		Mangroves and coastal zones role in adaptation recognised and reforestation of mangroves identified as an adaptation measure. "Plans for climate resilience development: Coastal zones. Regulate the construction and the extraction of sand on the coastline, relocate and rebuild places that are in danger of sea level rise and put them where sea level will rise. Build protective structures (dike, breakwater) and passive restoration (windbreakers, replanting and reforestation -mangroves-)."
Cuba		Conservation, protection and restoration efforts		Mangroves role in adaptation recognised and mangrove recovery identified as an adaptation measure. "Adaptation: Principal Action: Recover the areas of most affected mangroves in the Cuban archipelago and stop deterioration of coral reef crests if possible."



Country	Mitigation	Adaptation	Year	NDC Actions
Djibouti		Conservation, protection and restoration efforts Adaptation in the fisheries sector		Mangroves role in adaptation recognised with mangrove rehabilitation and coastal fisheries programmes identified as adaptation measures. "Funded adaptation measures: Support programme to reduce vulnerability in coastal fishing areas (PRAREV-PÊCHE): The programme's overarching objective is to support the populations in rural coastal zones affected by climate change in order to improve their resilience, reduce their vulnerability to such changes and promote the co-management of marine resources. The rehabilitation of mangroves will enhance their role as a shield for coastal protection against the tides and erosion. In addition, the restoration of coral reefs and mangroves will generate additional revenue through the development of ecotourism activities." "Implementing Adaptation Technologies in the Fragile Ecosystems of the Tadjourah and Hanlé Plains: The project's objective is to set up climate change adaptation measures to protect and enhance the resilience of the local communities and the ecosystems in the Tadjourah and Hanlé Regions . . . Component 2: Rehabilitation of ecosystems (plant cover in Hanlé and Tadjourah, and mangroves in the coastal zone of Tadjourah) . . ."
Dominican Republic		Conservation, protection and restoration efforts		Coastal and marine areas identified for adaptation measures. "The 2030 National Development Strategy (NDS) . . . promotes . . . protection of the environment and natural resources, and promoting adequate climate change adaptation . . . The elements of the strategic planning approach to adaptation are: Ecosystem-Based Adaptation/Resilience of Ecosystems . . . Coastal and marine areas."
Ecuador	General Mitigation	Conservation, protection and restoration efforts		Conservation of marine and coastal biodiversity identified as a mitigation and adaptation measure, updating management plans of protected areas and monitoring marine and coastal ecosystems identified as adaptation measures. "Enhanced Climate Change Actions: . . . streamlining adaptation and mitigation actions on the basis of the prioritization of key identified sectors . . . In the ecosystem sector . . . This will foster biologic terrestrial and marine and coastal biodiversity conservation. Furthermore, climate change criterion will be incorporated and implemented in the management plans for protected areas as well as in studies on the dynamics of terrestrial and marine and coastal ecosystems . . . particularly in light of possible climate change scenarios."
Egypt		Conservation, protection and restoration efforts Coastal zone management for climate adaptation		Coastal zones role in adaptation recognised and coastal zone protection and management identified as adaptation measures. "Adaptation options for coastal zones are highly site-dependent. However, changes in land use, integrated coastal zone management, and proactive planning for protecting coastal zones are necessary adaptation policies." "Additional Adaptation Policies and Measures: Proactive planning and integrated coastal zone management."
El Salvador	LULUCF and Forestry		2030	Coastal zones role in adaptation recognised and coastal zone protection and management identified as adaptation measures. "Adaptation options for coastal zones are highly site-dependent. However, changes in land use, integrated coastal zone management, and proactive planning for protecting coastal zones are necessary adaptation policies." "Additional Adaptation Policies and Measures: Proactive planning and integrated coastal zone management."



Country	Mitigation	Adaptation	Year	NDC Actions
Fiji*		Conservation, protection and restoration efforts		Mangroves role in adaptation recognised, with mangrove planting and enforcement of buffer zones for coastal and mangrove areas identified as adaptation measures. "The planting of mangroves, construction of seawalls and the relocation of communities to higher grounds are part of ongoing adaptation initiatives." "Review the town plan regulations to facilitate the enforcement of zoning and buffer zones for coastal areas, rivers banks, high risk areas and mangrove areas. Review to be completed by 2016."
Gabon*		Conservation, protection and restoration efforts Coastal zone management for climate adaptation		Mangroves role in adaptation recognised with mangrove conservation and a coastal zone strategy identified as adaptation measures. "Adaptation: . . . Moreover, the general guidelines of the strategy advocated the implementation of a development plan of the coastal urban areas, promotion of income-generating activities related to marine and coastal ecosystems. To this we must add a device comprising conservations projects of mangroves for coastal protection . . . and the creation of coastal and marine environments monitoring centres."
Gambia*		Conservation, protection and restoration efforts Coastal zone management for climate adaptation		Coastal zone identified for adaptation measures, with protection of coastal zone and its resources included in legislative and policy instruments. "Adaptation . . . : Enhancing Resilience of coastal and estuarine/riverine economies and livelihoods of the districts in the coastal zone by reducing their vulnerability to sea-level rise and associated impacts of climate change . . ." "Policies, Strategies, Programmes and Projects: . . . The National Environmental Management Act (NEMA) . . . makes provisions for the overall management of the coastal zone and all other wetlands. The priorities identified for a sound environmental management can be summarized as: . . . (iv) Ensuring the functioning of institutional and legal frameworks for sustainable management and protection of the coastal zone and its resources."
Georgia		Coastal zone management for climate adaptation		Coastal zone protection and management identified as adaptation measures. "It is imperative to assess and implement adaptation measures in order to minimize economic losses. Combination of various coastal zone protection technologies are recommended by the second "Technology Needs Assessment" report of Georgia to prevent the significant damage caused by the Black Sea level rise." "Due to very high social costs involved, priority will be given to the integrated coastal planning and management instruments, rather than investments in coastal erosion abatement only."



Country	Mitigation	Adaptation	Year	NDC Actions
Grenada*		Conservation, protection and restoration efforts Coastal zone management for climate adaptation	2025-2030	Mangroves and other coastal ecosystems roles in adaptation recognised. Integrated coastal zone management policy, preservation and enhancement of coastal ecosystems and their services, and mangrove rehabilitation identified as adaptation measures. "Building Coastal resilience: Grenada's economy is very dependent on healthy coastal areas, our beaches, coral reefs and mangroves all provide many ecosystem, social and economic benefits, therefore it is important to protect them from the adverse impacts of climate change. Grenada is in the advanced stages of developing its integrated coastal zone management policy and management system with the aim of facilitating integrative planning and management processes with the view to preserving and enhancing coastal ecosystems and ecosystem services while enabling social and economic development. As part of the policy development Grenada had to undertake a detailed mapping of the coastal features to provide a definition of the coast. Grenada has also re-established its beach monitoring program under new terms of reference and stronger institutional backing. Grenada is also undertaking several community ecosystem based adaptation actions including coral restoration, mangrove rehabilitation, all with alternative livelihood implications."
Guatemala		Coastal zone management for climate adaptation		Coastal marine ecosystems role in adaptation recognised, with plans to strengthen the processes of adaptation in coastal marine areas identified as an adaptation measure. "Adaptation: . . . as a priority, to strengthen the processes of adaptation in: . . . Coastal marine areas."
Guinea*	LULUCF and Forestry		2030	Mangroves role in mitigation recognised, with sustainable management and targets for reduction of deforestation of mangroves identified as a mitigation measure. "Mitigation commitments and potential: . . . Manage its forests sustainably; . . . Stabilize the area of mangroves between now and 2030 (peak deforestation in 2020; more systematic replanting measures will have been introduced by then . . ."
Guinea-Bissau		Conservation, protection and restoration efforts	2025	Coastal ecosystems role in adaptation recognised and coastal areas and ecosystems identified as priorities for adaptation measures, including in national policy. "National Context: . . . Currently about 15% of the country's land and maritime territory is a sanctuary for the preservation of biodiversity and this percentage is expected to increase to 26% in 2020. . . . In terms of adaptation the country has defined as priorities . . . Coastal and Forests in its NAPA (2006)." "Adaptation Contribution: . . . It is therefore necessary and urgent that the Guinea-Bissau Government take initiatives such as . . . the protection of coastal ecosystems and adopt measures to reduce long term risks"
Guyana*	General Mitigation	Conservation, protection and restoration efforts	2025	Mangroves role in mitigation and adaptation recognised with mangroves included in emission reduction targets and mangrove restoration identified as an adaptation measure. "Emission Reduction Programme for Forests: . . . Existing mangrove forests will be counted in this target and the mangrove restoration programme along the vulnerable coast will be expanded."



Country	Mitigation	Adaptation	Year	NDC Actions
Haiti	LULUCF and Forestry	Conservation, protection and restoration efforts Coastal zone management for climate adaptation Adaptation in the fisheries sector	2030	Mangroves role in mitigation and adaptation recognised, with mangrove protection and restoration, coastal zone management and fisheries management identified as adaptation measures. Coastal zones as identified as vulnerable areas, with a need to develop a national strategy to support adaptation of coastal zones in the light of climate change impacts, in particular through the adoption of protection, conservation and sustainable development of mangroves. Commits to protect, conserve, and enlarge mangrove forests 19.500ha from now until 2030. "Priorities and Objectives for Adaptation: . . . The integrated coastal zone management and rehabilitation of infrastructure . . . Haiti is committed by 2030 to: . . . Protecting coastal zones to the impacts of climate change." "Mitigation Measures: Conditional mitigation: . . . Protect, conserve and extend mangrove forests to (19 500ha) by 2030. . . . Preserve marine protected areas (MPAs) in the country . . . Unconditional mitigation: . . . Agriculture, forestry and land use: Protect and conserve existing mangrove forests (10 000ha) by 2030 . . . Protect marine protected areas (MPAs) in the south coast of Haiti." "Adaptation Measures: . . . Development of a national strategy to adapt coastal zones [and] address the impacts of climate change . . . Adoption of protective measures, conservation and sustainable management of mangrove ecosystems. Coastal surveillance, sustainable fisheries management . . . Conservation and protection of marine biodiversity and coral reefs. Support for community management of marine protected areas."
Honduras*		Conservation, protection and restoration efforts		Marine coastal ecosystems role in adaptation recognised with protection, conservation and restoration of coastal and marine ecosystems identified as adaptation measures. "Adaptation: . . . plans and actions to protect, conserve and restore coastal and marine ecosystems and their biodiversity."
Iceland*	LULUCF and Forestry			Wetlands role in mitigation recognised through use of IPCC 2013 Supplement and included in LULUCF. "Iceland intends to include LULUCF in its post-2020 contribution to climate mitigation, in accordance with established and accepted methodology for LULUCF accounting. In particular Iceland intends to employ afforestation and vegetation to contribute to its goals. Iceland will also use wetland restoration as part of its climate efforts, and possibly other LULUCF activities."



Country	Mitigation	Adaptation	Year	NDC Actions
India*		Conservation, protection and restoration efforts Coastal zone management for climate adaptation		Mangroves and other coastal ecosystems role in adaptation recognised, with mangrove bioshields, protection for coastal zones and coastal zone management identified as adaptation measures, including for India's 1,238 islands. "1) India has demarcated vulnerable areas on the coasts and declared them as Coastal Regulation Zone (CRZ) with restrictions imposed on setting up and expansion of industries, operations and processes in these areas. 2) India is also implementing programmes for Integrated Coastal Zone Management (ICZM). The vision of the project is to build national capacity for implementation of comprehensive coastal management through ecological management, conservation and protection of critical habitats, coastal geomorphology and geology of coastal and marine areas, coastal engineering, socio-economic aspects, policy and legal issues and other related fields in the area of coastal governance. 3) Mapping and demarcation of coastal hazard lines for development of emergency response plans is being carried out in all the coastal states and union territories. 4) Another initiative to protect coastal livelihood is 'Mangroves for the Future (MFF)' coordinated by International Union for Conservation of Nature (IUCN) in India. 5) Similar to Small Island Developing States, the 1,238 Indian islands are vulnerable to loss of coastal wetlands including mangroves and salt water intrusion in fresh water aquifers. With changing climate, islands are highly susceptible to frequent and more intense tropical cyclones and associated storm surge, droughts, tsunamis and volcanic eruptions, which will have adverse impact on economy of these islands and health of their inhabitants. 6) The Government notified the Island Protection Zone (IPZ) in 2011 with the objective of ensuring livelihood security to the local communities, conserving and protecting coastal stretches, and promoting development in a sustainable manner. The IPZ focuses on disaster risk reduction through bioshields with local vegetation (mangroves) and other soft protection measures, and the conservation of beaches and sand dunes."
Jamaica		Adaptation in the fisheries sector		Fisheries sector identified as a priority sector for adaptation action. "The main sectors for the development of climate change strategies and action plans are . . . fisheries . . ."
Kiribati*	General Mitigation		2030	Mangroves, other coastal vegetation and seagrass beds roles in mitigation recognised with specific targets for protection, enhancement and stewardship identified as mitigation measures. "[Mitigation] Actions: . . . mangrove forest enhancement with a mitigation potential of 7,080 tCO ₂ e in 2025." "In addition to these quantified outcomes, Kiribati will proactively protect and sustainably manage its mangrove resources, as well as protect and enhance coastal vegetation and seagrass beds. Together these actions represent effective stewardship of more than 6 million tonnes of Carbon Dioxide stored, more than 100 times the current annual national emissions inventory."
Lebanon		Conservation, protection and restoration efforts	2030	Coastal zones identified as priority areas for adaptation measures, with plans to be developed by 2030. "Examples of Adaptation Measures: Biodiversity: Overarching objective: By 2030, adaptation plans for ecosystems vulnerable to climate change have been developed and implemented. This will be achieved by: Conducting needs assessment and defining pilot national monitoring sites and species. Coastal zones are considered a priority . . ."
Liberia				Mangroves role in adaptation recognised with management and conservation of mangrove ecosystems and coastal zone management identified as adaptation measures. "Coastal Zone: Develop and implement Coastal Zone policy, strategy and management plan. Construct hard structures such as sea walls or revetment. Manage and conserve coastal mangrove ecosystem. Facilitate technology transfer and training of institutional and local experts in coastal zone management and monitoring."



Country	Mitigation	Adaptation	Year	NDC Actions
Madagascar*	Mitigation Co-benefits	Conservation, protection and restoration efforts	2020- 2030	Mangroves and coastal zones roles in adaptation with mitigation co-benefits recognised, with specific restoration targets for mangroves identified as an adaptation measure with mitigation co-benefits. "Moreover, the choice of the identified adaptation sectors (agriculture, coastal zone management, human health), as well as ecosystem based adaptation approach (forests, mangroves, biodiversity, water resources) can have significant benefits on the mitigation. In fact, these actions may contribute to the strengthening of carbon stocks. Forests and mangroves sustainable management, in addition to greenhouse gas (GHG) emission reduction associated with deforestation limitation, can specifically illustrate this link." "ADAPTATION: . . . Priority Actions before 2020: Expected Impacts of actions before 2020: . . . Restoration of 35,000 hectares of primary forest areas and mangroves . . . 4. Actions to be undertaken between 2020 and 2030: . . . Restoration of natural habitats (forests and mangroves: 45,000 ha; lakes, streams, etc.)."
Malaysia		Coastal zone management for climate adaptation		Coastal management recognised as an adaptation measure. Wetlands may be included in LULUCF in future. "As part of the solution towards coastal erosion, both hard and soft engineering approaches had been implemented. For the longer term, Integrate Shoreline Management Plans (ISMPs) have been developed and implemented for specific areas. In addition, a National Coastal Vulnerability Index to sea-level rise is being developed. Detailed sea level rise studies had also been conducted at some of the vulnerable coastal areas to project future vulnerabilities in a 20-year sequence from 2020 to 2100." "Assumptions and methodological processes: . . . LULUCF: The inclusion of non-forest land (cropland, grassland, wetlands and settlement) will be determined later."
Marshall Islands, Republic of*	General Mitigation Mitigation Co-benefits	Conservation, protection and restoration efforts	2025	Mangroves role in adaptation with mitigation co-benefits recognised, and mangrove rehabilitation identified as an adaptation measure with mitigation co-benefits. "RMI also considers that adaptation action will have mitigation co-benefits, with efforts such as mangrove and agriculture rehabilitation programs likely to enhance carbon sinks as well as assist with protection of water resources and the health of the RMI people."
Mauritius*		Conservation, protection and restoration efforts Adaptation in the fisheries sector	2030	Wetlands, seagrass and mangroves role in adaptation recognised with protection and rehabilitation of wetlands, seagrass and mangroves included in adaptation measures. "Adaptation Measures: Priority Adaptation Actions: . . . Improvement of the management of marine and terrestrial protected areas and expansion of protected area network including rehabilitation of wetlands, sea-grass, mangrove plantation, increase in tree coverage areas and coral reef rehabilitation/farming."
Mexico*	General Mitigation Mitigation Co-benefits	Conservation, protection and restoration efforts	2030	Mangroves and seagrass' roles in mitigation and adaptation recognised with protection of mangroves, sea grass and other coastal and marine ecosystems identified as mitigation and adaptation measures. "Increase carbon capture and strengthen coastal protection with the implementation of a scheme of conservation and recovery of coastal and marine ecosystems such as coral reefs, mangroves, sea grass and dunes."



Country	Mitigation	Adaptation	Year	NDC Actions
Morocco*		Conservation, protection and restoration efforts Coastal zone management for climate adaptation	2030	Coastal and marine areas role in adaptation recognised with management of coastal zones and marine protected areas identified as adaptation measures. "Morocco's Vision to Address the Risks of Climate Change Impacts: . . . The protection of populations, through a risk-prevention management approach . . . particularly in the most vulnerable areas (coastal zones . . .)" "Main Adaptation Objectives: . . . For 2030: Establishment of marine protected areas representing 10 % of the Exclusive Economic Zone." "Main Sectoral Strategies Enabling the Implementation of Adaptation Objectives: . . . integrated Management Strategy for Coastal Areas . . . National Strategy for Integrated Coastal Management."
Myanmar		Conservation, protection and restoration efforts Coastal zone management for climate adaptation		Mangroves and coastal zones roles in adaptation recognised with plans to conserve coastal ecosystems including mangroves, a mangrove rehabilitation project and coastal zone management identified as adaptation measures. "Developing a coastal zone management plan to effectively conserve terrestrial and under water resources including mangrove forests. Also cooperating with international organizations providing technology and funding to reduce the risk of climate related disaster risk for local communities. The National Strategy Action plan (NSAP, 2015) has been published as well." "Specifically, Myanmar is implementing projects such as . . . the Project for Mangrove Rehabilitation Plan for the Enhancement of Disaster Prevention in Coastal and Delta Areas."
Nauru*		Conservation, protection and restoration efforts		Coastal protection identified as a priority adaptation measure. "Adaptation: . . . The priority actions are arranged under sectors targeting the following areas: water; health; agriculture; energy; land management and rehabilitation; infrastructure and coastal protection; biodiversity and environment; community development and social inclusion; and education and human capacity development."
Nigeria		Adaptation in the fisheries sector		Fisheries sector identified for adaptation measures. "Strategies for Freshwater Resources, Coastal Water Resources and Fisheries: . . . Enhance artisanal fisheries and encourage sustainable aquaculture as adaptation options for fishing communities."
Niue*		Conservation, protection and restoration efforts Coastal zone management for climate adaptation		Management and protection of coastal zones identified as an adaptation measure. "In particular, climate change impacts are likely to further exasperate . . . coastal water quality issues for Niue. For these reasons, protecting and enhancing natural resources . . . are among the government's main priorities." "Approach to Building Resilience to Climate Change: . . . In its commitment to building resilience, Niue has developed the Niue Joint National Action Plan (JNAP) [which] . . . also fulfils meeting the task of operationalising the Coastal Development Policy."
Oman		Conservation, protection and restoration efforts		Fisheries and marine environment identified as priority area for adaptation measures. "Type of adaptation contributions: . . . efforts will be in the following areas: . . . coastal erosion and sea level rise; Fisheries and marine environment . . ."



Country	Mitigation	Adaptation	Year	NDC Actions
Philippines 	LULUCF and Forestry Mitigation Co-benefits	Conservation, protection and restoration efforts		Marine ecosystems role in mitigation and adaptation recognised with explicit reference to blue carbon, and legal protection for marine ecosystems and marine resources identified as an adaptation measure. Marine ecosystems may be included in REDD plus and national biodiversity targets. "The Philippines is endowed with diverse ecosystems, which are considered extremely important for enabling the country to develop resilience in the face of climate change. Among these are its forests and marine resources, which are seen as contributing to both adaptation and mitigation needs. Marine ecosystems can play a crucial role with its potential on blue carbon. Some of these ecosystem contributions are articulated in the Philippine National REDD Plus Strategy and the recently updated Philippine Biodiversity Strategy and Action Plan. The Philippine legislature is poised to declare by law 97 protected areas as national parks under the Expanded National Integrated Protected Areas Systems, which could contribute to increasing resiliency against climate change."
Saint Lucia *		Conservation, protection and restoration efforts Coastal zone management for climate adaptation Adaptation in the fisheries sector		Mangroves and wetlands role in adaptation recognised with coastal zone management identified as an adaptation measure with mitigation co-benefits. "Adaptation Financing: . . . among the many critical adaptation interventions identified in the Second National Communication: Building Codes: Natural Defences (mangroves, wetlands etc.)." "Key National Policies, Legislation and Actions that address Climate Change Mitigation and Adaptation: . . . Agriculture / Fisheries: . . . National Fisheries Plan 2013 . . . General: . . . Adoption of a National Coastal Zone Management Policy." "Adaptation: . . . Adaptation Implementation: . . . Coastal Zone Management for Climate Resilience."
Saint Vincent and the Grenadines *		Conservation, protection and restoration efforts		Mangroves role in adaptation recognised with specific targets for protection of near shore and coastal areas and coastal and marine resource management identified as adaptation measures. "Additionally, many of the coastal protection ecosystems such as dunes, mangroves and reefs have been removed or are degraded, which exacerbate vulnerability of coastal infrastructure to storm and hurricane activity (particularly wind and storm surges)." "Adaptation planning in the coastal zone: . . . The country has started to promote itself as a dive destination and has signed on to the Caribbean Challenge Initiative (CCI) with the pledge to protect 20% of its near shore marine and coastal resources by 2020."
Saudi Arabia * 	General Mitigation Mitigation Co-benefits	Conservation, protection and restoration efforts Coastal zone management for climate adaptation		Mangroves and other coastal ecosystems roles in mitigation and adaptation recognised, with explicit reference to blue carbon. Coastal zone management and planting of mangrove seedlings identified as adaptation measures. "Adaptation with mitigation co-benefits: . . . Marine Protection: Implement coastal management strategies that are designed to reduce coastal erosion, increase the sinks for blue carbon, maintain related ecosystems and address the threats that climate change poses for marine livelihoods. Support the planting of mangrove seedlings along its coasts. In addition, strengthen and enhance the coral reef restoration program throughout the northwestern Arabian Gulf." "Integrated coastal zone management planning (ICZM): Take the necessary action to develop and implement ICZM plans that would take into account the protection of coastal infrastructures such as roads, residential areas, industrial complexes, desalination plants, seaports, etc."



Country	Mitigation	Adaptation	Year	NDC Actions
Senegal*	LULUCF and Forestry	Conservation, protection and restoration efforts		Mangroves role in mitigation and adaptation, and wetlands role in adaptation recognised. Mangroves included in REDD+ activities with specific targets identified for mangrove protection and reforestation as mitigation measures. Protection of vulnerable coastal areas and restoration of threatened coastal ecosystems identified as adaptation measures. "Reduction of emissions from deforestation and forest degradation: Unconditional Options . . . annual reforestation and restoration of mangroves by state and other actors . . . Conditional Options: . . . 4000 ha/year of mangroves closed for protection and reforestation from 2017." "Objectives of adaptation . . . Coastal Areas . . . Protection of vulnerable areas; Scientific and technical studies on restoration of threatened coastal ecosystems; Resource management . . ."
Seychelles* †	General Mitigation	Conservation, protection and restoration efforts		Ocean biomass and marine ecosystems role in mitigation recognised with blue carbon explicitly referenced. Mangrove protection and management of coastal ecosystems are identified as adaptation measures. "Ecosystem-Based Adaptation – Seychelles is currently implementing three ecosystem-based adaptation projects . . . The projects focus on management of coastal ecosystems, protection of mangroves . . ." "Mitigation: . . . excluding the offsetting capacity of ocean biomass and marine ecosystems (or blue carbon). Seychelles was a net sink of GHGs in 2000 at -564,232 tCO₂e
Sierra Leone*		Adaptation in the fisheries sector		Fisheries management identified as an adaptation measure. "Management of coastal and fisheries resources through promotion of non-destructive fishing techniques to maintain resilience of marine ecosystems."
Singapore*		Conservation, protection and restoration efforts		Mangrove conservation and coastal management identified as adaptation measures. "The array of natural ecosystems (including evergreen rain forest, mangroves, freshwater streams, freshwater swamp forest, coral reefs and mudflats) will continue to be conserved, with targeted programs for habitat enhancement and species recovery where required." "Management of coastal and fisheries resources through promotion of non-destructive fishing techniques to maintain resilience of marine ecosystems."
Somalia*		Conservation, protection and restoration efforts		Marine and coastal ecosystems role in adaptation recognised, with coastal management identified as an adaptation measure, including replanting of mangroves. "Investment Cost for Improvement and Sustainable Management of Coastal and Marine Resources: In order to restore the Marine and Coastal Environment of Somalia, including the replanting of mangroves, protecting marine species, preventing and halting coastal mining stones for urban construction through environmental policy, legal and regulatory actions, mass media awareness, arranging workshops, seminars and meetings to build up the capacity of the coastal communities to contribute to sustainable development of coastal and marine resources and to through remedial action regain depleted resources."
South Africa*		Conservation, protection and restoration efforts		Wetlands role in adaptation recognised with increasing wetlands programmes identified as an adaptation measure. "In adaptation . . . Some of the key programmes that will have to be scaled up further, include: Working on Wetlands estimated at US\$0.12 bn per year . . ."



Country	Mitigation	Adaptation	Year	NDC Actions
Sri Lanka*	LULUCF and Forestry	Conservation, protection and restoration efforts		Mangroves and wetland ecosystems roles in mitigation and adaptation recognised with prevention of deforestation and forest degradation included as a mitigation measure, and restoration, conservation and management of seagrass, mangroves and other wetland ecosystems identified as adaptation measures. "Restoration, conservation and managing coral, seagrass, mangroves and sand dunes in sensitive areas" as part of their Coastal and Marine Sectors. They also want to establish 1,000 ha of coastal forests and green belt along the island. In addition, they recognize the importance of coastal and marine resources in climate change adaptation." "Forestry Sector: Current forest cover in Sri Lanka is 29.6% and is planned to be increased to 32%. This includes management of mangrove and wetland ecosystems, management and conservation of natural forests, restoration of degraded forests in underutilized lands and urban forestry. Measures to prevent deforestation and forest degradation will also be taken."
Sudan		Conservation, protection and restoration efforts Coastal zone management for climate adaptation		Salt marsh, mangrove and seagrass' roles in adaptation recognised, with protection for these ecosystems and coastal zone management identified as adaptation measures. "Sudan's Intended Adaptation Contributions: . . . Coastal Zone: New information systems: Enhancing monitoring programs in natural and urban settings to detect biological, physical, and chemical changes and responses due to direct and indirect effects of climate change; Implement integrated coastal zone management: an integrated approach to land use planning, creation of ecological buffer zones, establishing protected inland zones to accommodate salt marsh, mangrove and sea grass; Building awareness: This involves enhancing the awareness of coastal developers through national and international activities, technical assistance, and capacity-building."
Suriname	LULUCF and Forestry	Conservation, protection and restoration efforts		Mangroves role in mitigation and adaptation recognised with legal and physical protection of mangrove ecosystems planned as mitigation measures under REDD+, and mangrove restoration and expansion identified as an adaptation measure. "Proposed Contributions: Mitigation: Forests: . . . Suriname is currently undertaking a process of REDD+ Readiness at the national level and initial steps are being taken to assess the drivers of deforestation and to develop strategy . . . A draft law for the protection of the mangrove forest along the North Atlantic coast of Suriname was prepared by the government. In addition, coastline stabilization by means of 'wave breakers' to reduce wave force, promote sedimentation and subsequent mangrove regeneration, will increase mangrove forest stock and carbon sequestration." "Adaptation: Unconditional Contribution: . . . Furthermore, adaptation measures to building climate resilience include improving natural and mechanical infrastructure such as . . . mangrove protection, restoration and expansion . . . The reasons for this measure are to increase natural protection of the vulnerable coastline; protect the mangrove ecosystems on the coast; sequester carbon and reduce GHG emissions caused by uprooting of plants during coastal erosion; to promote natural mangrove regeneration leading to increased fish production and reduced poverty levels."
Tanzania		Conservation, protection and restoration efforts Adaptation in the fisheries sector	2030	Mangroves and shorelines role in adaptation recognised with restoration of mangroves and shorelines and stronger coastal and fishery resource management identified as adaptation measures. "Adaptation priority sectors are: . . . Coastal and Marine Environment, Fisheries . . ." "Adaptation Contributions: . . . Coastal, Marine Environment and Fisheries: a) Strengthening management of coastal resources . . . e) Mangrove & shoreline restoration programme. f) Enhancing conservation & fishery resource management. g) Strengthening key fisheries management services for sound development and management of the fishery sector for resilience creation."



Country	Mitigation	Adaptation	Year	NDC Actions
Thailand*		Conservation, protection and restoration efforts		Mangrove and marine ecosystems role in adaptation recognised with specific targets for forest cover and protection of marine ecosystems identified as adaptation measures. "Thailand's prioritized adaptation efforts include: . . . Increase national forest cover to 40% through local community participation, including in particular headwater and mangrove forests to enhance adaptive capacities of related ecosystem . . . Develop participatory, integrated marine conservation and coastal rehabilitation plan to protect marine ecosystem and enhance climate proofing infrastructure to strengthen coastal protection against erosion."
Togo	Mitigation Co-benefits	Conservation, protection and restoration efforts		Coastal zones role in adaptation with mitigation co-benefits recognised, with protection of coastal zone and coastal zone management identified as an adaptation measure with mitigation co-benefits. "Togo's needs in terms of adaptation, with co-benefits on mitigation: . . . protecting the coastal zone." "Planning Process: . . . adaptation and mitigation measures . . . Sustainable management of the coastal zone." "Several Programmes Demonstrating Togo's Commitment: . . . to implement operational projects whose goal is to decrease the vulnerability of the concerned territories and their inhabitants . . . Fighting coastal erosion from PK 11 to PK 45; strengthening infrastructure resistance to climate change in coastal zones; erosion and adaptation in the coastal zones of West Africa; strengthening community resilience to climate change in the coastal zone."
United Arab Emirates* 🇦🇪	General Mitigation			Wetlands, coastal and marine environments role in mitigation recognised and explicitly referenced as blue carbon. Minimising impacts on coastal carbon systems identified as a mitigation measure. "Wetlands, Coastal and Marine Environment Conservation (Blue Carbon): . . . The UAE has developed and implemented a number of strategies and plans, which aim to improve understanding of wetlands, including coastal carbon systems, and will also assist in minimizing anthropogenic impacts. The UAE is also undergoing significant restoration and plantation efforts of both mangroves and sea-grass, supporting ecosystem-based adaptation as well. In 2013, the UAE initiated the Blue Carbon Demonstration Project, which provided decision-makers with a stronger understanding of the carbon sequestration potential in the Emirate of Abu Dhabi. In 2014, the project's scope was expanded to cover the entire country, and is known as the UAE's National Blue Carbon Project."
United States of America*	LULUCF and Forestry			Wetlands role in mitigation recognised through inclusion of IPCC Guidelines on emissions by sources and removals by sinks. "Quantifiable information on the reference point, time frames, assumptions and methodological approaches including those for estimating and accounting for anthropogenic greenhouse gas emissions and removals: . . . The United States intends to include all categories of emissions by sources and removals by sinks, and all pools and gases (which would include wetlands, as well as from soil), as reported in the Inventory of United States Greenhouse Gas Emissions and Sinks; to account for the land sector using a net-net approach; and to use a "production approach" to account for harvested wood products consistent with IPCC guidance."
Uruguay*		Conservation, protection and restoration efforts		Coastal ecosystems role in adaptation recognised with restoration and maintenance of coastal ecosystems identified as adaptation measures. "Restoration and maintenance of coastal ecosystems services that provide protection against extreme events and of ecosystems services that protect drinking water sources."



Country	Mitigation	Adaptation	Year	NDC Actions
Vanuatu*		Coastal zone management for climate adaptation		Coastal zone management identified as an adaptation measure. "National Adaptation Programme of Action - Priorities: . . . Integrated coastal zone management."
Venezuela		Conservation, protection and restoration efforts		Coastal protection identified as an adaptation measure. "Our Constitution . . . enshrines Environmental Rights . . . The State will protect the environment . . . ecological processes . . . other areas of particular ecological importance . . . It is an obligation, with the active participation of society, to ensure that the population develops in a pollution free environment where . . . coasts . . . are specially protected under law."
Vietnam*		Conservation, protection and restoration efforts	2030	Mangroves role in adaptation recognised with specific targets on mangrove protection and restoration identified as adaptation measures. "Climate change adaptation in the period 2021 – 2030: . . . Protect, restore, plant and improve the quality of coastal forests, including mangroves, especially in coastal estuaries and the Mekong and Red River deltas . . . Forest coverage increases to 45%; the area of protection forest in coastal areas is increased to 380,000 hectares, including 20,000 to 50,000ha of additional mangrove planting."

