

Informe
Proyecto
ARCLIM

Pesca Costera

ARCLIM
Atlas de Riesgo Climático
Chile



Equipo realizador:

Luis Cubillos

Centro COPAS Sur-Austral, Universidad de Concepción

Doris Soto

INCAR, Universidad de Concepción

Aldo Hernández

INCAR, Universidad de Concepción
Holon Spa

Ricardo Norambuena

Centro COPAS Sur-Austral, Universidad de Concepción

Concepción, Chile - 2020



Este informe debe citarse de la siguiente manera:

Cubillos, L.; Soto, D.; Hernández, A. & Norambuena, R., 2020. Informe Proyecto ARClim: Pesca Costera. COPAS Sur-Austral, Universidad de Concepción e INCAR coordinado por Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia y Centro de Cambio Global UC para el Ministerio del Medio Ambiente a través de La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Concepción.

Preparado para:



ARClim es un proyecto del Ministerio del Medio Ambiente del Gobierno de Chile apoyado por el Programa Mundial de Evaluación y Gestión de Riesgos para la Adaptación al Cambio Climático (Pérdidas y Daños) por encargo del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ).

Coordinado por:



Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2
ANID/FONDAP/15110009



Centro Interdisciplinario de Cambio Global UC
de la Pontificia Universidad Católica de Chile

Desarrollado por:



Informe
Proyecto
ARCLIM

Pesca Costera

ARCLIM
Atlas de Riesgo Climático
Chile



ÍNDICE DE CONTENIDOS

Pág.	
1	1. Resumen Ejecutivo
3	2. Introducción
3	2.1 Situación del sector pesquero en Chile y el papel de la pesca artesanal.
4	2.2 Cambio climático y su impacto en la pesca artesanal.
7	3. Metodología
7	3.1 Estimación de Riesgos.
8	3.2 Exposición.
8	3.3 Amenazas y cadenas de impacto.
8	3.4 Sensibilidad.
11	4. Resultados
11	4.1 Riesgo general en la pesca artesanal frente al cambio climático, a nivel de caletas y por macrozonas.
16	4.2 Análisis de Riesgo considerando principal actividad pesquera de las caletas a lo largo de Chile.
18	4.3 Hacia medidas de adaptación para reducir los niveles de Riesgo en la pesca artesanal.
20	5. Referencias

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.	
4	Figura 1. Desembarque total de pesca artesanal por principales grupos de recursos, en toneladas.
8	Figura 2. Distribución norte-sur de las Amenazas (AMENAZA TEMP: incremento de la temperatura; AMENAZA PRECIP: reducción de las precipitaciones) para todas las caletas. Norte Grande (NG), Norte Chico (NC), Centro (C), Sur (S) y Sur-Austral (SA).
12	Figura 3. Riesgo promedio de perder desembarque por macrozona, para todas las caletas de Chile, considerando: las dos Amenazas (A), sólo incremento de temperatura (B) y sólo la reducción en precipitaciones.
12	Figura 4. Riesgo promedio de perder desembarque por macrozona sólo para el recurso algas, para todas las caletas de Chile, considerando: las dos Amenazas (A), sólo incremento de temperatura (B) y sólo la reducción en precipitaciones (C).
13	Figura 5. Riesgo promedio de perder desembarque por macrozona para las caletas de invertebrados (moluscos y crustáceos), considerando igual reducción del pH (incremento de acidificación del océano) entre las zonas norte y centro, y algo menor en las zonas sur y austral.
13	Figura 6. Riesgo de perder desembarque total en caletas de Chile.
14	Figura 7. Valores de Amenaza, Sensibilidad y Exposición, incluyendo algas, para las caletas con el mayor índice de Riesgo comparativo >0,25.
14	Figura 8. Valores de Amenaza, Sensibilidad y Exposición, excluyendo algas, para las caletas con el mayor índice de Riesgo comparativo >0,25.
15	Figura 9. Riesgo promedio de perder desembarque por comuna, para las zonas norte, centro y sur de Chile.

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

- 5** **Tabla 1.**
Principales forzantes asociados al cambio climático y cadena de efectos más relevantes para la pesca artesanal.
- 9** **Tabla 2.**
Indicadores de Sensibilidad.
- 14** **Tabla 3.**
Distribución regional de las caletas con mayores niveles de Riesgo (>0,25) a lo largo de Chile, considerando Exposición de todos los recursos y excluyendo las algas.



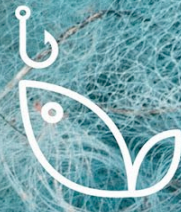
ARCLIM
Atlas de Riesgo Climático
Chile



1029

H

1023





1

RESUMEN EJECUTIVO

El cambio climático podría aumentar Riesgos de perder el desembarque artesanal que aportan las caletas de pescadores en Chile. Con el objetivo de estimar la distribución de dicho Riesgo a nivel nacional, de macrozona y de tipo de recurso (algas, peces e invertebrados), se utilizó los indicadores de Amenaza (A) (cambios en temperatura y precipitaciones proyectados al 2050), de Sensibilidad (S) (número de pescadores, tendencia del desembarque, riqueza de especies e índice de concentración de recursos capturados) y de Exposición (E) (cantidad desembarcada por caleta en el período 2007 – 2017). El Riesgo de perder desembarque se calculó multiplicando puntajes promedios de Amenaza,

de Sensibilidad y de Exposición. Las Amenazas presentaron una distribución latitudinal y el patrón de Riesgo está influido por el aporte de las algas al desembarque en el índice de Exposición. En general, las caletas del Norte Grande (Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta) y del Norte Chico (Atacama y Coquimbo) presentan Riesgos mayores. Al considerar valores superiores a 0,25, el Riesgo de pérdida de desembarque de invertebrados y peces se distribuye en 10 caletas de Los Lagos y en cinco caletas de Los Ríos. Aunque no es posible reducir las Amenazas, es factible disminuir los niveles de Sensibilidad, aumentando la gestión de adaptación para reducir los Riesgos.



2

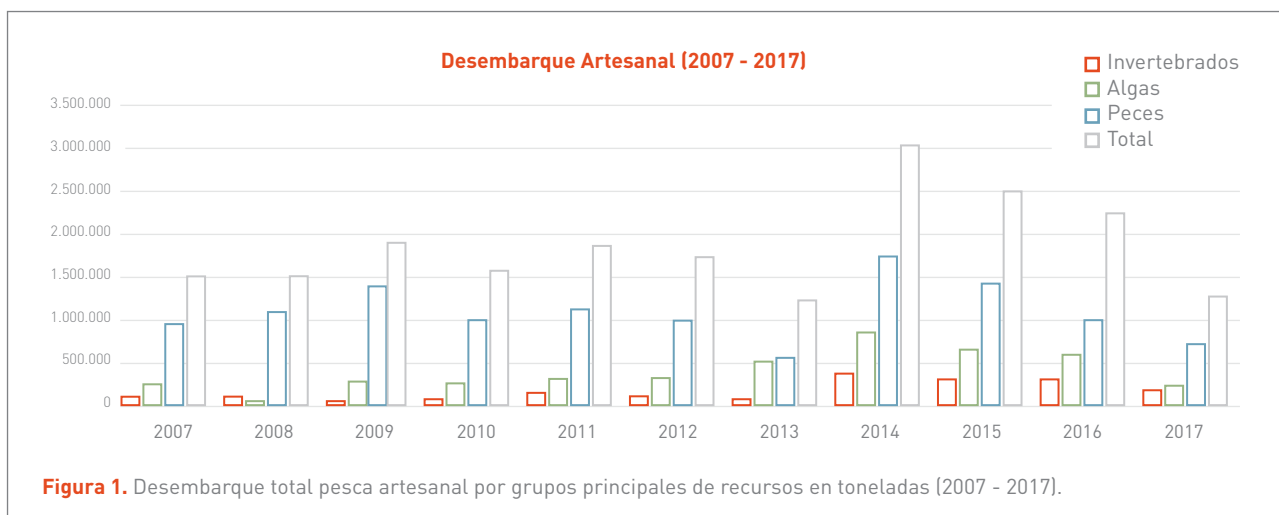
INTRO-DUCCIÓN

El análisis realizado en este capítulo se centra en la pesca artesanal, actividad asociada a zonas de la interacción continente-océano. En función de esta aproximación espacial, la pesca pelágica industrial y semi-industrial sólo se aborda de forma tangencial. Sin embargo, es relevante destacar que existe información científica sobre patrones climáticos en el océano y posibles impactos de diferentes forzantes sobre estas actividades. Yañez *et al.* (2018) reúnen importante información sobre el impacto del cambio climático en las pesquerías de Chile y, además, describen impactos para algunos recursos específicos. También Quiñones *et al.* (2013) hacen un análisis de Vulnerabilidad socio-ecológica de la pesca y la acuicultura frente al cambio climático, donde abordan impactos sobre algunas pesquerías pelágicas. No obstante, el presente análisis coloca énfasis en los Riesgos asociados a los recursos desembarcados o cosechados a niveles espaciales relevantes para la gestión de la pesca costera. Así, el análisis se basa en 1) forzantes climáticos atmosféricos, que permiten mirar la situación comparativamente a lo largo del país y 2) los Riesgos asociados a recursos desembarcados o cosechados a nivel de caletas. Estos se agruparon por comunas y por macroregiones para algunos análisis comparativos.

2.1 SITUACIÓN DEL SECTOR PESQUERO EN CHILE Y EL PAPEL DE LA PESCA ARTESANAL

La pesca en Chile se puede separar entre industrial y artesanal. En 2019, el desembarque total desde pesquerías chilenas alcanzó 2,14 millones de toneladas. La pesca artesanal representó el 55% (1,18 millones de toneladas), con 998,5 mil toneladas aportadas por embarcaciones y 184,9 mil toneladas registradas por recolectores de orilla y áreas de manejo (datos preliminares de Sernapesca). La pesca industrial contribuyó con 957 mil toneladas (45% del desembarque total). En el período 2007 - 2017, en el desembarque artesanal destacan los peces, seguidos de algas y de invertebrados bentónicos (**Figura 1**). En el desembarque de peces resaltan unas pocas especies pelágicas.

La pesca artesanal se desarrolla en 467 caletas de pescadores distribuidas a lo largo de las costas, cuya actividad depende del tipo de recurso objetivo y alternativos. De esta manera, se identifica como pescador artesanal a la perso-



na natural que se desempeña como patrón o tripulante en una embarcación artesanal; como armador artesanal, si es dueño de una o dos embarcaciones; como buzo o mariscador, cuando se dedica a la extracción de mariscos; y como recolector de orilla, alguero o buzo apnea, cuando se dedica a la extracción, recolección o secado de recursos hidrobiológicos (por ejemplo, algas). Los pescadores y sus embarcaciones están inscritos en el Registro Pesquero Artesanal (RPA) que administra el Servicio Nacional de Pesca, lo que les permite extraer recursos hidrobiológicos según una o más de las categorías descritas y en una región en particular (a excepción del régimen de zonas contiguas). En la actualidad, el RPA está conformado por cerca de 92 mil pescadores artesanales y 12.750 embarcaciones.

La Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA) establece que la pesca artesanal tiene reservadas las primeras cinco millas desde la costa para realizar su labor, zona denominada *Área de Reserva para la Pesca Artesanal*. Además, establece la primera milla marítima –medida desde la costa– para el uso exclusivo de embarcaciones de menos de 12 metros de eslora, desde el límite norte del país hasta el límite sur de la isla de Chiloé. Se rige por el régimen general de acceso, el que se complementa con varios sistemas especiales dependiendo de la situación del recurso o de su forma de administración. En este último, destacan las Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos (AMERBs), el Régimen Artesanal de Extracción (RAE) y los planes de manejo incorporados en la LGPA vigente.

La importancia de la pesca artesanal radica en su contribución a la fuerza laboral, a las economías territoriales y al abastecimiento de productos pesqueros para consumo humano en fresco; su gran importancia social, económica y cultural es evidente. Del total de personas inscritas en el RPA en el año 2018 (89.577), 76% (68.353) son hombres y 24% (21.224) son mujeres que se concentran, principalmente, en la Región de los Lagos bajo la categoría de recolectoras de orilla.

2.2 CAMBIO CLIMÁTICO Y SU IMPACTO EN LA PESCA ARTESANAL

Los Riesgos comparativos de la pesca artesanal ante el cambio climático en las costas de Chile se entienden como la probabilidad de perder la producción pesquera actual o de desembarque en relación al volumen del recurso y a las condiciones o factores que lo hacen más frágil o susceptible.

Como se indicó, la actividad pesquera artesanal se desarrolla en condiciones cambiantes de los ecosistemas, debido al cambio climático y/o al incremento de CO₂ en el ambiente marino. Los organismos acuáticos en vida libre buscan, se desplazan, se establecen, en aquellos ambientes donde encuentran las condiciones óptimas



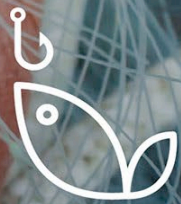
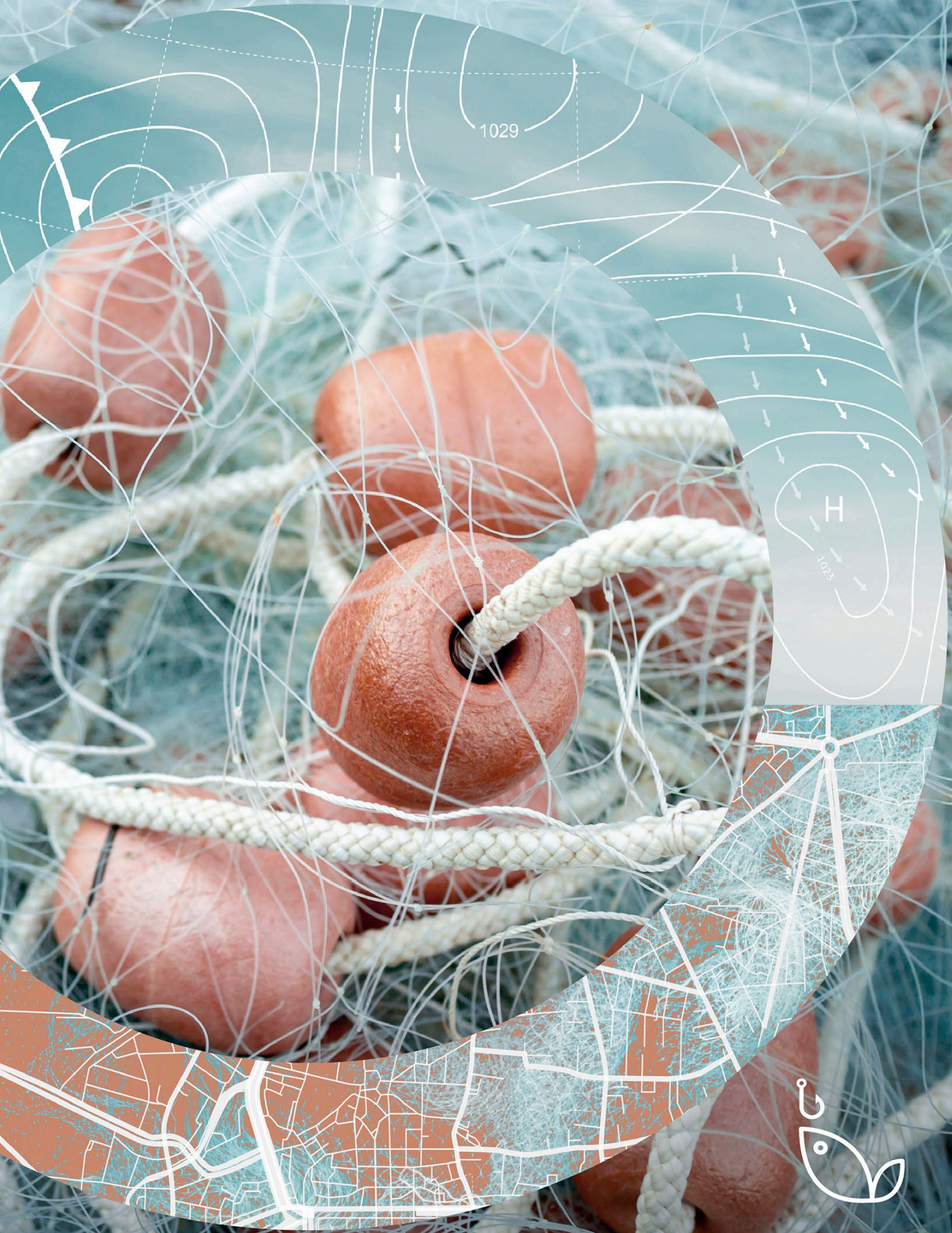
para vivir y reproducirse. Por eso, los recursos pesqueros móviles pueden desplazarse a otros ecosistemas o áreas. En tanto, aquellas especies/recursos sésiles (es decir, que viven adheridos a los sustratos) pueden

declinar en abundancia, incluso desaparecer, o ser excluidos por especies más exitosas en las nuevas condiciones ambientales. Eventualmente, podrían desplazarse pasivamente a través de la deriva larval (**Tabla 1**).

Amenaza principal y cadena de eventos	Cadena de efectos en el ambiente acuático	Impactos posibles en el recurso algas	Impactos posibles en el recurso peces	Impactos posibles en el recurso moluscos y crustáceos
Incremento nivel del mar y oleaje.	Erosión costera y cambios en la geomorfología, con cambios en los sistemas de corrientes de bahías y litoral.	Desprendimientos del sustrato.	Pérdida de biomasa y hábitat.	Pérdida de hábitat y refugio.
Incremento temperatura del aire ¹ .	¿Incremento/reducción en la temperatura? ¿Reducción de oxígeno? ¿Ingreso de especies exóticas? ¿Cambio en las estructuras comunitarias?	Se sobrepasan los óptimos fisiológicos de las especies; se produce desecación; podrían incrementarse las enfermedades. Desprendimientos del sustrato.	Se sobrepasan los óptimos fisiológicos de las especies, especialmente relevantes en la reproducción.	Se sobrepasan los óptimos fisiológicos de las especies, pero podría haber efectos positivos, e.g., en moluscos.
Reducción precipitaciones.	Menor ingreso de nutrientes de origen superficial a la zona costera, cambios en corrientes y en circulación costera.	Desbalance de ecosistemas estuarinos donde se producen algas como el pelillo. Eventos extremos pueden incrementar las tasas de sedimentación.	Pérdida de hábitats reproductivos y/o de crianza en sistemas estuarinos.	Se reducen hábitats óptimos y mecanismos de distribución de larvas.
Acidificación del océano.	Reducción del pH del ambiente marino, con mayor capacidad corrosiva de calcio.	Algunas especies oportunistas pueden verse beneficiadas por el aumento de CO ₂ en el agua de mar.	Pérdida de producción y reducción del tamaño y palatabilidad en moluscos.	Reducción de las poblaciones, reducción del crecimiento, desaparición de algunas especies.

Tabla 1. Principales forzantes asociados al cambio climático y cadena de efectos más relevantes para la pesca artesanal.

¹ El aumento de la temperatura del aire podría favorecer el incremento de surgencias, con una reducción de la temperatura del agua en las costas.





3 METODO- LOGÍA

Como unidades de análisis se consideraron 377 caletas de pescadores artesanales, abarcando toda la costa chilena, donde se desembarcan y/o registran los recursos extraídos². Para estas unidades de análisis se estimó el nivel de Riesgo de pérdida de desembarque del recurso capturado debido a un conjunto de Amenazas. Si bien la caleta es el lugar físico de desembarque y donde normalmente se reúnen y, a menudo habitan, los pescadores, esta unidad no necesariamente representa el lugar físico donde se encuentran los recursos que se capturan. Por esta razón, también se debió escalar las unidades de análisis a nivel comunal, regional y de macrozonas. En particular, en este informe se incluyen macrozonas, comunas y caletas.

3.1 ESTIMACIÓN DE RIESGOS

En nuestro caso, el Riesgo (R) corresponde a un indicador que está en función de estimaciones de Exposición (E), Amenazas (A) y Vulnerabilidad (V) o Susceptibilidad (S), de acuerdo a IPCC³ (2014). Los indicadores de Exposición, Amenazas y Vulnerabilidad fueron escalados por un método percentil y, posteriormente, promediados. Por último, el Riesgo se expresó multiplicando los valores de A, E y S para cada caleta. El procedimiento se repitió por macrozonas y se analizó la Exposición según la importancia de las macroalgas, peces e invertebrados desembarcados en el indicador por caleta.

² Información proporcionada por SERNAPESCA.

³ IPCC, 2014: 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. Bilir, 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, 1132 pp.v



3.2 EXPOSICIÓN

El análisis de Riesgo considera el riesgo de perder la cantidad de recursos desembarcados. Por esta razón, para estimar la Exposición, se consideró: a) el desembarque total de recursos en la caleta, b) el desembarque de algas, c) el desembarque de peces y d) el desembarque de invertebrados (moluscos y crustáceos), para el período 2007 - 2017. Se realizaron distintos análisis enfocados en el desembarque total y en el desembarque por grupos de recursos (b, c, d) y sus combinaciones.

3.3 AMENAZAS Y CADENAS DE IMPACTO

Las Amenazas incluyeron cambios en la temperatura y en la precipitación. En cuanto a la Exposición (E), se consideraron todos los recursos en conjunto y también se evaluó el Riesgo separado para macroalgas, peces e invertebrados. Respecto de la Amenaza (A), se utilizaron dos indicadores basados en variables meteorológicas: 1) cambio proyectado en la temperatura del aire y 2) cambio proyectado de

las precipitaciones, ambos al año 2050 respecto del período base 2002 - 2012⁴ y que están disponibles para las provincias costeras donde se localiza cada caleta (**Figura 2**).

Es importante destacar que el aumento en la temperatura del aire genera el incremento de surgencia costera, por lo que podría producirse reducción en la temperatura del mar, afectando particularmente a los recursos de la zona norte (Yáñez *et al.*). Por lo tanto, el forzante que se usa es siempre *incremento de la temperatura del aire* y no la temperatura del mar (**Tabla 1**).

Todos los indicadores fueron calculados utilizando una escala de 10 puntos, con la ayuda de percentiles y considerando la intensidad de cambio. Por ejemplo, la Amenaza asociada al cambio en precipitación consideró el déficit de precipitaciones como indicador.

3.4 SENSIBILIDAD

Respecto a la Sensibilidad o Susceptibilidad (S), se utilizaron indicadores de tendencia asociados al número de pescadores y a los recursos pesqueros (estatus, riqueza

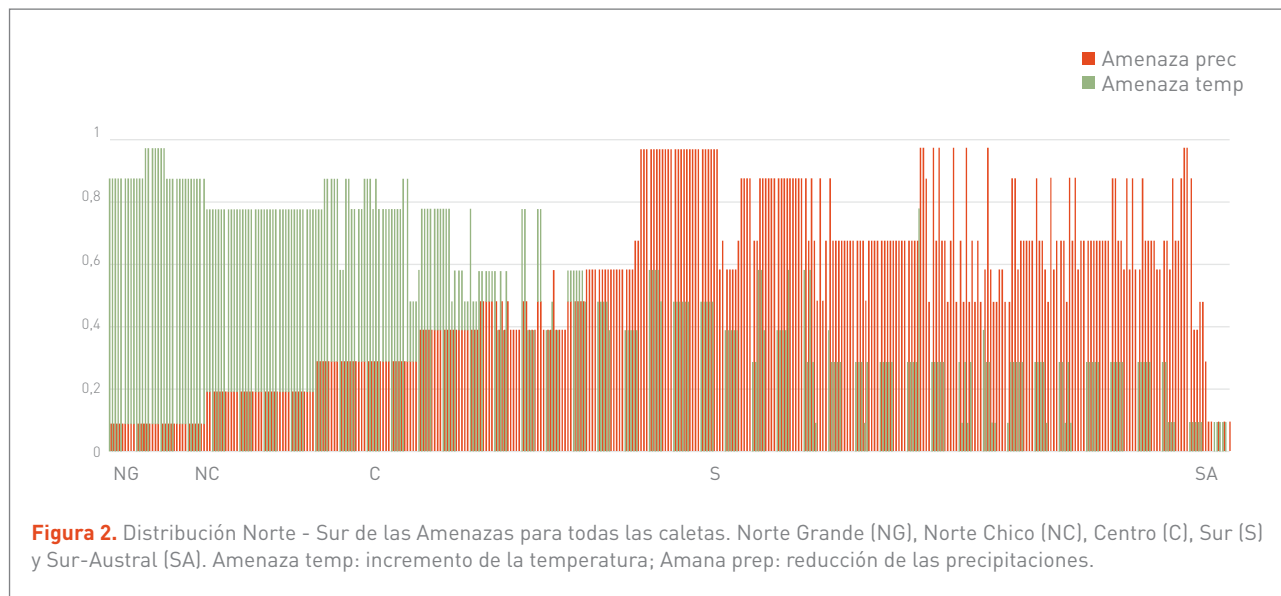


Figura 2. Distribución Norte - Sur de las Amenazas para todas las caletas. Norte Grande (NG), Norte Chico (NC), Centro (C), Sur (S) y Sur-Austral (SA). Amenaza temp: incremento de la temperatura; Amana prec: reducción de las precipitaciones.

⁴ Base Digital del Clima, estudio MMA (2016). <http://basedigitaldelclima.mma.gob.cl/study/one>

específica y concentración). El número de pescadores por caleta inscritos en el RPA en 2017 es un indicador de dependencia e importancia de la caleta. El indicador de estatus se refiere a la tendencia del desembarque total por caleta en el período 2007 - 2017, cuya pendiente se obtuvo con modelo lineal mixto. La riqueza corresponde al número de especies que fueron extraídas por caleta en el período 2007 - 2017. La concentración corresponde al índice de Hirshman-Herfindahl⁵ y mide cuántos recursos diferentes son extraídos por caleta.

Como indicadores de Sensibilidad se usó a) el número de pescadores, b) el estado de explotación del recurso/ los recursos, c) el número de especies diferentes que se explotan y d) un indicador de concentración. En la **Tabla 2** se describen estos indicadores.

Se calculó el Riesgo total por caleta con todo el desembarque, incluyendo y excluyendo algas, para examinar visualmente el peso de este recurso. Con la base de datos también es posible estimar un Riesgo final base por caleta, evaluando primero el Riesgo para cada uno de los tres tipos de recursos (algas, peces, crustáceos/moluscos) y luego, promediar usando un ponderador para la abundancia relativa de estos tres grupos en el desembarque total.



Variable	Baja Sensibilidad: indicador $\leq 0,2$	Sensibilidad mediana: $0,2 < \text{indicador} \leq 0,5$	Sensibilidad alta a muy alta: $0,5 < \text{indicador} \leq 1$
Número de pescadores, como indicador de la presión de pesca sobre el recurso.	<200 pescadores/ton de recurso.	200 - 400	>800 sería un recurso con una alta presión de pesca.
Estado de explotación del recurso.	La pendiente de captura anual es creciente.	La pendiente es cercana a cero, es decir, las capturas son estables.	La pendiente es negativa, es decir, cada año se captura menos recurso.
Diversidad de recursos, como número de recursos explotados.	Número de recursos > 10	Número de recursos entre 4 y 10.	< 3 recursos explotados.
Concentración del desembarque en pocos recursos.	El desembarque se reparte equitativamente entre los recursos.	El desembarque se concentra en la mitad de los recursos.	El desembarque se concentra en una o en dos especies.

Tabla 2. Indicadores de Sensibilidad.

⁵ https://www.realidadeconomica.umich.mx/index_files/aplicacion_del_indice_hh_1.pdf



4

RESULTADOS

4.1 RIESGO GENERAL EN LA PESCA ARTESANAL FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO, A NIVEL DE CALETAS Y DE MACROZONAS

Se elaboraron matrices de Riesgo considerando Exposición, Sensibilidad y Amenaza, las que se presentan a continuación para diferentes escalas geográficas y grupos de recursos. El análisis de Riesgo para todas las caletas a lo largo de Chile por macrozonas, considerando las Amenazas de incremento de temperatura y de reducción de precipitaciones, muestra un patrón descendiente hacia el sur para la primera Amenaza y un patrón ascendente hacia al sur para la segunda (**Figura 3**). Esto es consistente con la distribución latitudinal de las dos Amenazas (**Figura 2**), si bien la reducción de precipitaciones no afecta a la zona sur-austral. El patrón general de Riesgo está fuertemente influenciado por las algas (**Figura 4**), que aportan una biomasa

importante por caleta y afectan al índice de Exposición, mientras que la tendencia de Riesgo es similar para peces e invertebrados. En general, en un patrón comparativo a lo largo de Chile, las caletas del Norte Grande y del Norte Chico presentan un mayor nivel de Riesgo, debido, principalmente, a los incrementos de temperatura proyectados. Sin embargo, sería también necesario hacer el análisis comparativo para cada región en forma independiente, atendiendo a los detalles locales y a la importancia relativa de cada recurso por caleta.

Si bien no se realizaron análisis o proyecciones cuantitativas sobre las tendencias futuras de la acidificación del océano en las costas de Chile, se presenta una evaluación preliminar de Riesgo (**Figura 5**) para los recursos invertebrados (moluscos y crustáceos), que serían los más afectados. Se consideró los valores de Exposición y Sensibilidad utilizados en este estudio y se otorgó un valor constante de 0,8⁶ a la Amenaza de acidificación para las zonas Norte Grande, Norte Chico y Central, y un valor constante de 0,7 para las zonas Sur y Sur-Austral, teniendo en cuenta

⁶ Valor alto en la escala considerada para la Amenaza entre 0 y 1.



ta que poblaciones que han estado sujetas a salinidades costeras más bajas podrían tener mayor capacidad de adaptación a una reducción de pH (Vargas *et al.* 2016).

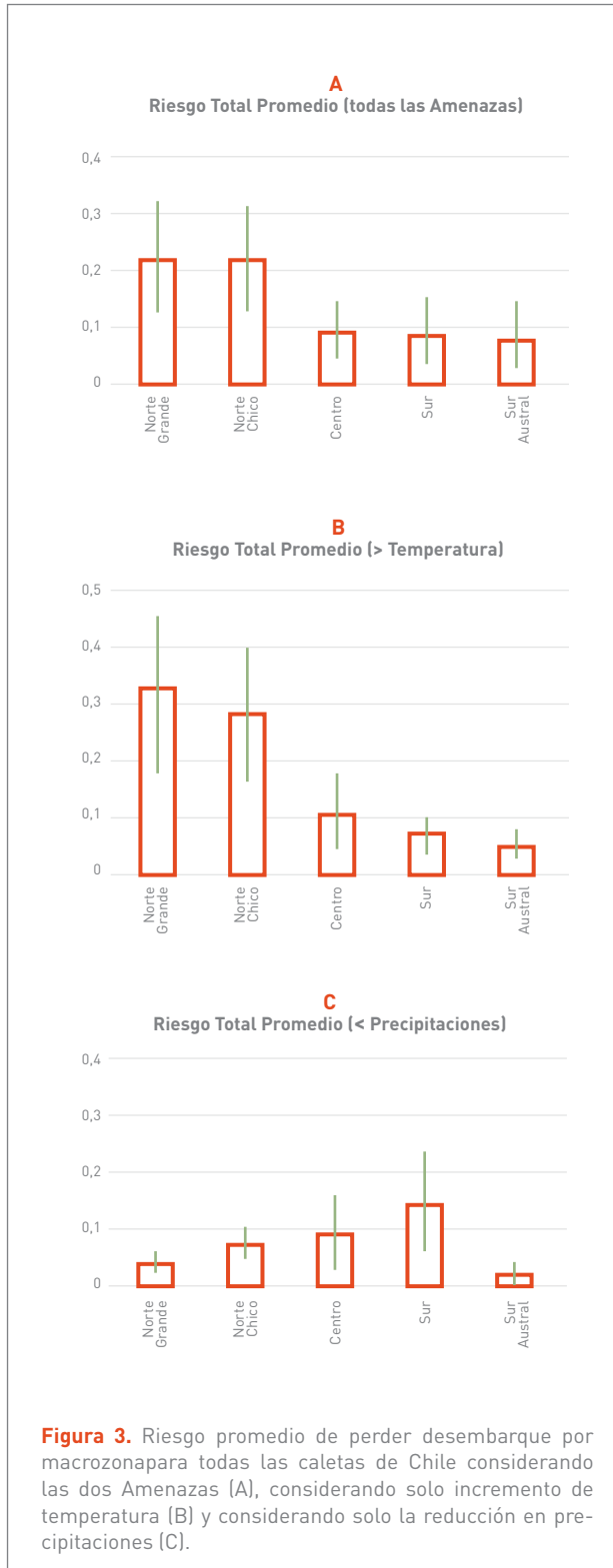


Figura 3. Riesgo promedio de perder desembarque por macrozonapara todas las caletas de Chile considerando las dos Amenazas (A), considerando solo incremento de temperatura (B) y considerando solo la reducción en precipitaciones (C).

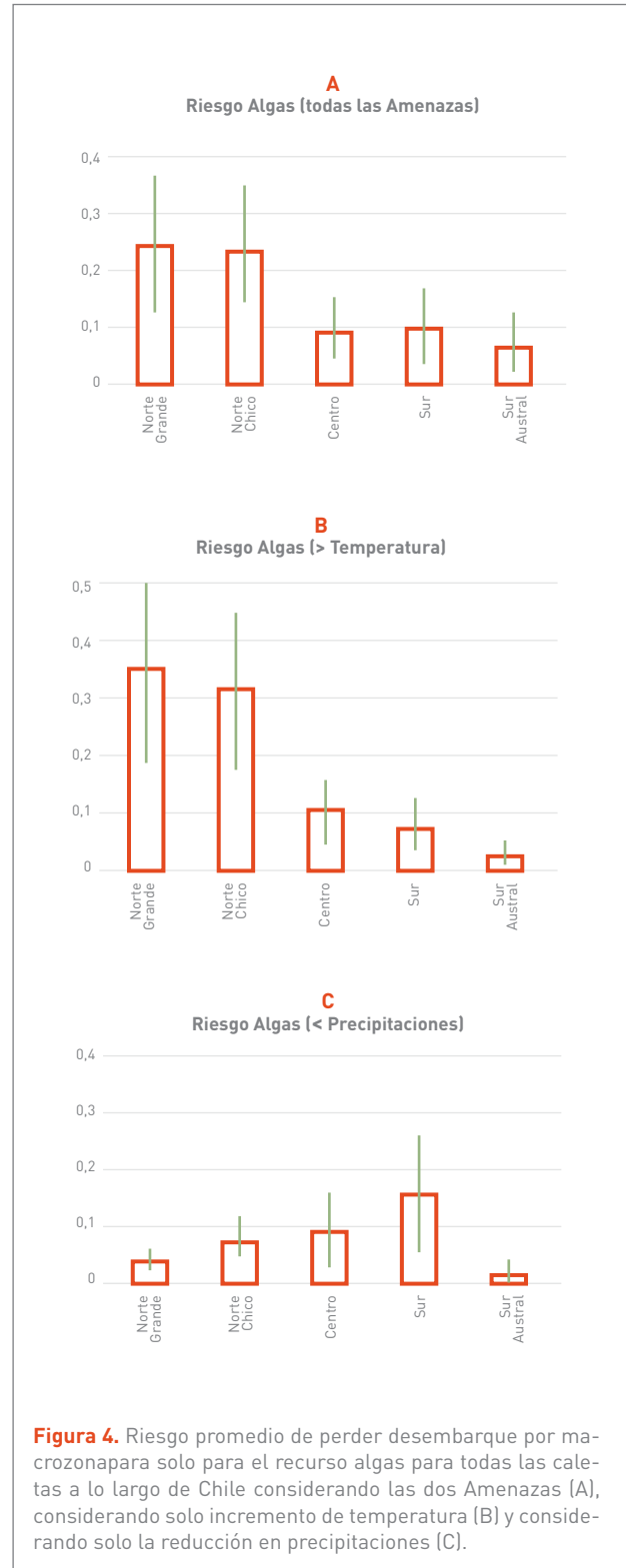
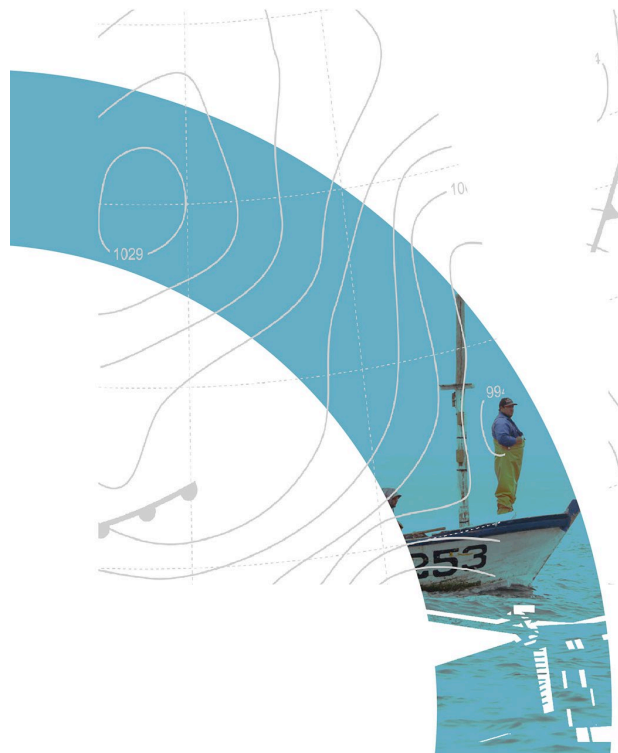
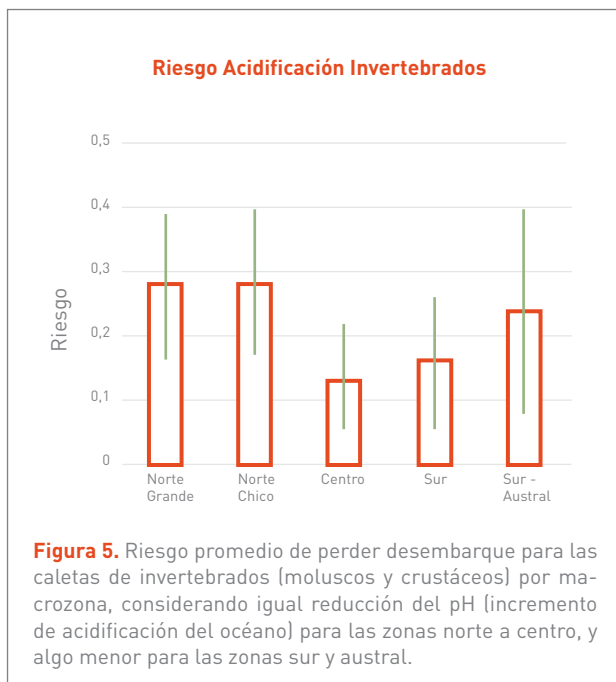
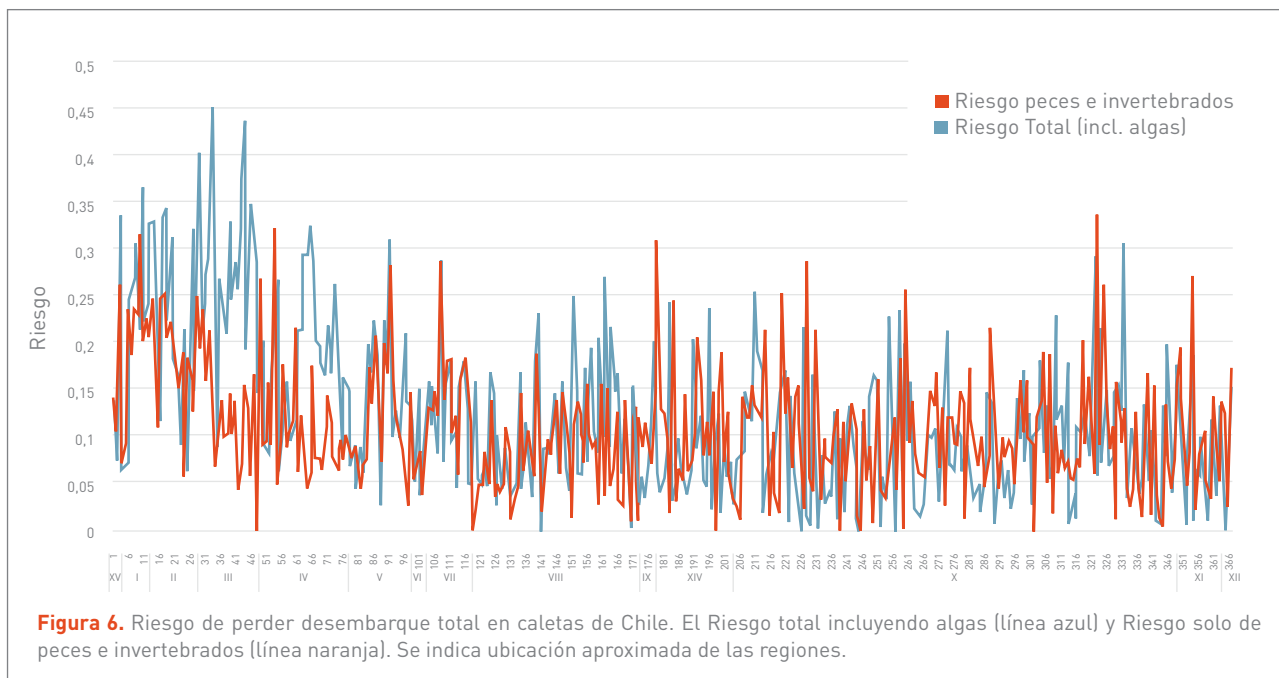


Figura 4. Riesgo promedio de perder desembarque por macrozonapara solo para el recurso algas para todas las caletas a lo largo de Chile considerando las dos Amenazas (A), considerando solo incremento de temperatura (B) y considerando solo la reducción en precipitaciones (C).



Las caletas se pueden clasificar en función de la importancia de los recursos extraídos, particularmente en: 1) caletas algueras, donde predomina la recolección de algas; 2) caletas pesqueras, orientadas a la captura de peces; y 3) caletas bentónicas, dedicadas a la extracción de invertebrados bentónicos (moluscos y crustáceos). No obstante, se debe tener presente que en algunas caletas puede haber una actividad mixta, razón por la

cual el análisis inicial consideró el Riesgo de perder desembarque de todos los recursos y otro análisis excluyó a las algas (**Figura 6**). La gran mayoría de las caletas es alguera y el peso de este recurso se observa en el Riesgo por caleta en la macrozona norte del país; mientras que en las zonas centro y centro sur, los otros recursos adquieren más peso en el indicador de Riesgo.





Cuando se incluye a las algas, la zona norte concentra las caletas que registran niveles de Riesgo superiores a 0,25, especialmente las regiones de Tarapacá y de Antofagasta.

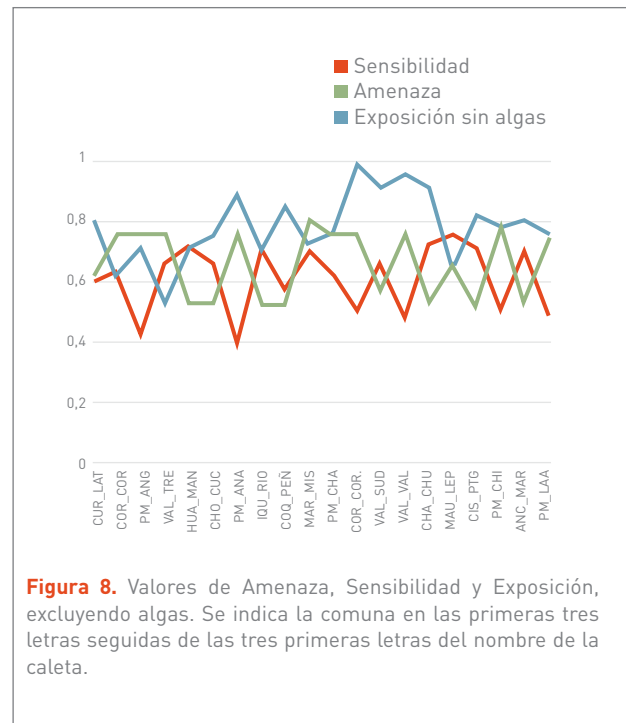
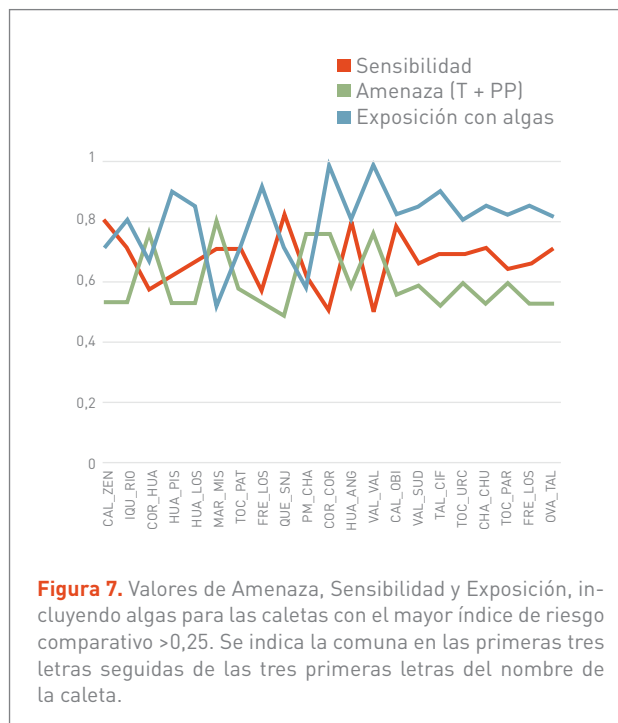
Al excluir las algas, los niveles de Riesgo mayor a 0,25 se observan en las regiones de Los Lagos y de Los Ríos, donde peces e invertebrados son más importantes (Tabla 3).

Nivel de Riesgo, incluyendo todos los recursos		Nivel de riesgo, excluyendo las algas	
Región	Número de caletas	Región	Número de caletas
Arica y Parinacota	2	Arica y Parinacota	1
Tarapacá	4	Atacama	1
Antofagasta	6	Coquimbo	1
Coquimbo	1	Libertador B. O'Higgins	1
Los Ríos	4	Los Ríos	5
Los Lagos	3	Los Lagos	10
		Aysén	1

Tabla 3. Distribución regional de las caletas con mayores niveles de Riesgo (>0,25) a lo largo de Chile, considerando la Exposición de todos los recursos y excluyendo las algas.

En general, los mayores valores de Riesgo tienden a coincidir con los mayores valores de Exposición, como es el caso de caleta Corral, en la comuna de Corral, Región de Los Ríos (Figura 7). En cambio, el mayor nivel de Riesgo

en el análisis que excluye las algas se observa en caleta de Mississippi, en la comuna de Mariquina, también en la región de Los Ríos, donde coinciden altos valores para los tres componentes; aunque, en este caso, también se





observa mayor peso de la Exposición en la mayoría de las caletas (**Figura 8**).

Claramente, no es posible reducir algunas Amenazas, como aquellas relacionadas con temperatura y cambios en las precipitaciones, pero sería posible disminuir los niveles de Sensibilidad y eso constituiría la principal gestión de adaptación para reducir el Riesgo.

El análisis de Riesgo agrupando las caletas por comuna (**Riesgo promedio por comuna**) (**Figura 9**) muestra mayores niveles para la zona norte, como ya se ha indicado, debido a la mayor importancia de las algas en los desembarques.

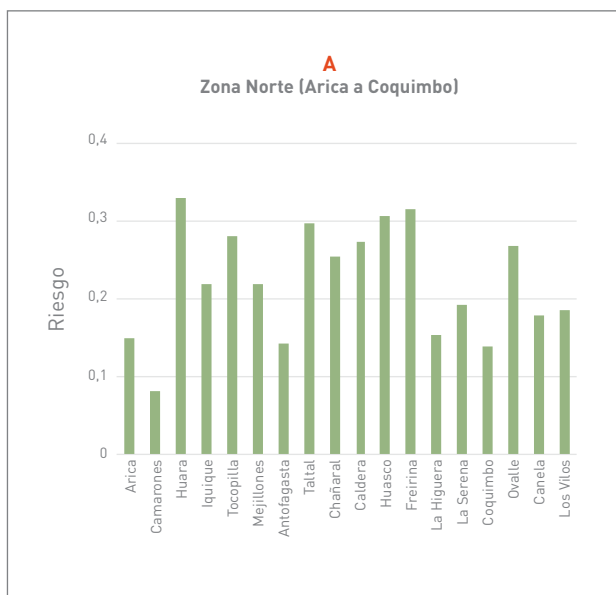


Figura 9. Riesgo promedio de perder desembarque por comuna para las zonas norte (A: Arica a Coquimbo), centro (B: Valparaíso a Biobío) y sur de Chile (C: Araucanía a Magallanes).



4.2 ANÁLISIS DE RIESGO CONSIDERANDO A LA PRINCIPAL ACTIVIDAD PESQUERA DE LAS CALETAS, A LO LARGO DE CHILE

El aumento de temperatura al 2050 muestra que las caletas de pescadores estarán expuestas distintamente de norte a sur, como también el déficit de precipitaciones en el centro-sur de Chile.

Caletas de la macrozona Norte: La recolección de algas pardas y la actividad pesquera, que se basa en captura de peces, son actividades más importantes que la explotación de invertebrados bentónicos en las caletas de la macrozona Norte (Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta). A su vez, son caletas que están expuestas más directamente a la variabilidad climática asociada a eventos El Niño-Oscilación del Sur, con consecuencias directas en los recursos que se explotan. Si bien el cambio climático puede generar Riesgos diferentes a los efectos de los eventos El Niño o La Niña, el aumento de la temperatura del mar muestra efectos desfavorables para las algas pardas, con lentos tiempos de recuperación. Los bosques de algas pardas sostienen una alta diversidad de invertebrados y de peces costeros, que podrían estar en Riesgo, debido al incremento de la temperatura en la costa. El Riesgo de perder producción de algas podría aumentar.

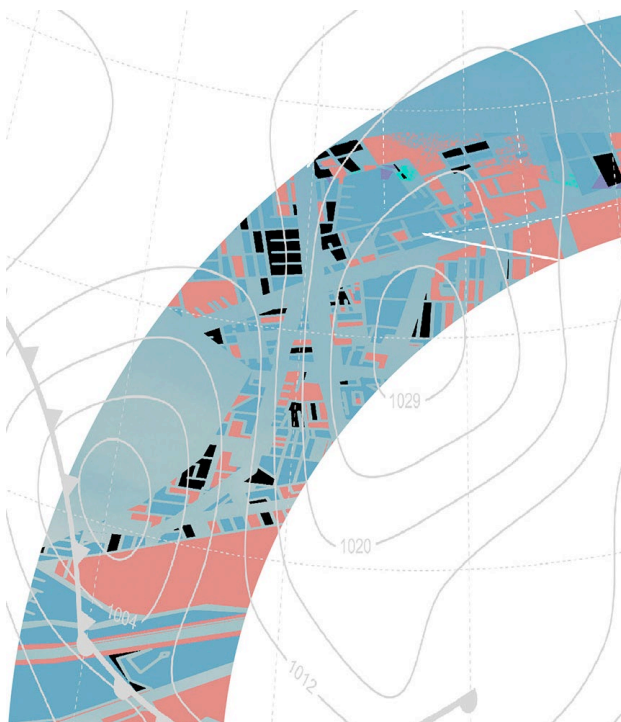
Por otra parte, en las caletas de la Región de Arica y Parinacota y del borde costero de la Región de Tarapacá (**Figuras 4 y 5**), un número de pescadores artesanales orientan su actividad a la anchoveta, al jurel y a otras especies pelágicas. La anchoveta sirve de forraje a una gran variedad de peces, de aves y de mamíferos. Un aumento en la temperatura en la costa podría generar una mayor gradiente de presión entre el continente y el mar, incrementando la intensidad de vientos costeros que podrían, a su vez, intensificar eventos de surgencia costera, somerizando la oxiclina y concentrando a la anchoveta en la costa. Esta concentración podría, inicialmente, aumentar su captura y atraer a depredadores naturales de hábitos

oceánicos, como el bonito, la cojinova, el jurel y la caballa. En esta secuencia de eventos podría ocurrir que aumente la disponibilidad de peces de origen subtropical que se acerquen a la costa (incluyendo atunes), favoreciendo el desembarque artesanal y disminuyendo el Riesgo actual.

Caletas de la macrozona Centro: Caletas de pescadores que se localizan en las regiones de Atacama, de Coquimbo y de Valparaíso (**Figuras 3 y 6**). Si bien hay caletas alguaseras en las regiones de Atacama y de Coquimbo, la actividad pesquera es de naturaleza mixta. En este sector, el déficit de precipitaciones impacta directamente en las cuencas hidrográficas asociadas los ríos nivo-pluviales, con la concomitante pérdida de estuarios y humedales costeros. En este escenario, podrían aumentar los Riesgos de pérdida de producción pesquera de peces litorales e invertebrados bentónicos en zonas de pesca libre, dado que las áreas de desove, de crianza y de alimentación están asociadas a las zonas estuarinas existentes. Por otra parte, la extracción de invertebrados bentónicos, como loco y machas, dependerá cada vez más del éxito de la administración de áreas de manejo y minimización de los Riesgos de pérdida de producción asociados al robo y la pesca ilegal. El Riesgo de pérdida de producción podría aumentar en el caso de extracción de jibia, cuya disponibilidad comenzó a disminuir a contar de 2019.

Caletas de la macrozona Centro-Sur: Entre las regiones de O'Higgins y de La Araucanía se observa una gran diversidad de caletas orientadas a la extracción de algas, de peces o mixtas. En esta zona, la Amenaza está asociada al déficit de precipitaciones, a la pérdida de zonas estuarinas y de humedales, y en menor medida con el aumento de la temperatura.

El anticiclón semipermanente del Pacífico Sur migra latitudinalmente, determinando un régimen invernal y uno estival característicos. En el régimen estival, el anticiclón migra al sur y ocurre una mayor frecuencia e intensidad de vientos sur, que favorecen eventos de surgencia costera, los cuales aumentan la productividad biológica. En el régimen invernal, el anticiclón migra al norte y determina un cambio en la presión superficial, que favorece a los vientos norte, responsables de convergencias y frentes costeros.



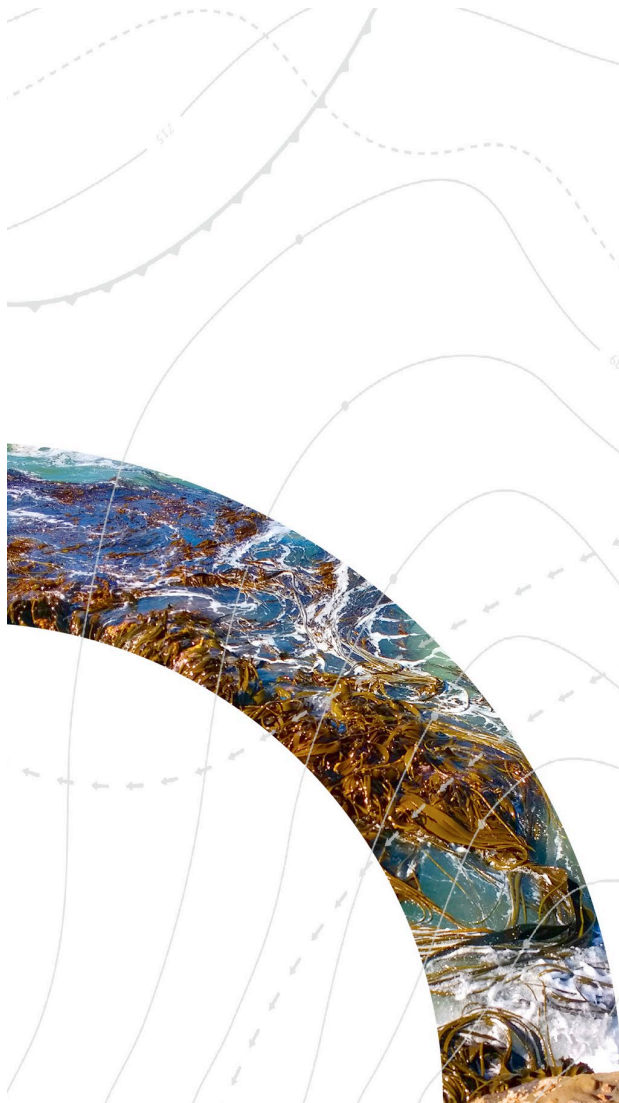
Con el cambio climático, la diferencia en la expresión de los regímenes estival e invernal podría tener consecuencias en la fenología reproductiva de peces pelágicos pequeños, como la anchoveta y la sardina común. El Riesgo de perder la producción podría aumentar con el cambio climático en las caletas pesqueras de esta zona, donde ambos recursos son los más importantes para un número importante de pescadores artesanales lancheros. El déficit de precipitaciones puede alterar el aporte de nutrientes esenciales para la producción biológica fitoplanctónica, que constituye la base de la trama trófica, con consecuencias directas para el éxito de muchos recursos costeros. La merluza común y la jibia son también recursos de importancia pesquera artesanal, cuyos Riesgos podrían aumentar por la menor disponibilidad de jibia y por efectos de la pesca ilegal de la merluza común. En el Golfo de Arauco destaca la extracción de huepo, de navajuela y de taquilla. De estos, el huepo está sobreexplotado y los pescadores dedicados a su extracción lo complementan con la extracción de taquilla. Mejorar el estatus de estos recursos ayudaría a minimizar los Riesgos de pérdida de desembarque. En esta macrozona, y particularmente en las regiones del Ñuble, del Biobío y de La Araucanía, el éxito en la administración de áreas de manejo y de co-manejo, con la participación activa en los

comités de manejo y en la elaboración de planes de manejo, son aspectos fundamentales (Roa-Ureta et al. 2020).

Caletas de la macrozona Sur-Austral: Las caletas que se distribuyen en las regiones de Los Ríos, de Los Lagos y de Aysén tienen la Amenaza del déficit de precipitación, aunque más atenuado que en las caletas de la zona centro-sur. El clima templado-lluvioso es característico en esta macrozona, cuya interacción con el océano determina un gran sistema estuarino, con una capa de agua superficial de 50-75 m, fría, menos salina, oxigenada, con mayor pH y menor contenido de nutrientes. Su interacción con la geomorfología local determina la distribución vertical de muchos recursos. Por debajo de la capa superficial, y hasta 1.000 m de profundidad, se identifica una capa más cálida, salina, de menor contenido de oxígeno, menor pH y con mayor contenido de nutrientes. En algunos canales, fiordos y senos dominan condiciones locales que dependen de la profundidad y la mezcla vertical. En la Región de Magallanes destaca la actividad pesquera orientada a la centolla y al centollón, con un bajo número de caletas de pescadores artesanales. En la Región de Los Lagos, el mayor número de caletas de pescadores artesanales se concentra en el mar interior, canales y fiordos, y un menor número en la costa occidental y costas de Chiloé, donde desatacan la extracción de peces y de machas. En el mar interior hay caletas cuyos pescadores se dedican a la extracción de invertebrados bentónicos, como almeja, jaiba marmola, culengue, erizo y loco, y también a la extracción de algas, como luga roja y pelillo, con una alta concentración en estos recursos. Los principales centros de producción artesanal son Quellón, Ancud, Maullín, Carelmapu y Dalcahue. En esta macrozona, principalmente en las regiones de Los Lagos y de Aysén, se concentra la mayor cantidad de áreas de manejo. Las caletas pesqueras se sustentan en la extracción de merluza del sur, de congrio, de raya y también de peces pelágicos pequeños, como la sardina austral. El congrio dorado, la merluza austral y la cojinoba del sur son recursos compartidos con la pesca industrial. La merluza común y el congrio dorado están en situación de sobreexplotación, lo que podría aumentar el Riesgo de pérdida de producción de peces en la región. No obstante, los pescadores artesanales tienen la capacidad de adap-



tarse a la estacionalidad de las condiciones climáticas y a la disponibilidad de los recursos. Por lo general, en verano aumentan las actividades de recolección de algas y en otoño, la extracción de loco en áreas de manejo y de erizo. La actividad pesquera que se sustenta en el erizo ha determinado que la producción se realice en zonas contiguas, es decir, se realiza en la Región de Aysén y se desembarca, principalmente, en Quellón (Región de Los Lagos).



4.3 HACIA MEDIDAS DE ADAPTACIÓN PARA REDUCIR LOS NIVELES DE RIESGO EN LA PESCA ARTESANAL

Las medidas de adaptación más importantes estarían en la reducción de la Susceptibilidad o Sensibilidad de los recursos, a través de:

1. Incrementar la diversidad de recursos, incluyendo aquellos que conforman la pesca incidental dentro de cada caleta.
2. Reducir la presión pesquera (menor volumen, mayor valor) para permitir que los recursos objetivo tengan más oportunidad de adaptarse a los cambios. Las áreas de manejo pesquero ofrecen, en este sentido, una gran oportunidad de adaptación dado que generan, a través del empoderamiento local y el co-manejo, una gestión más sustentable de sus pesquerías.
3. Reducir la pesca ilegal, incrementando valor agregado, mejorando mercados locales/regionales y promoviendo el comercio justo.
4. Los aspectos de equidad en el acceso a los recursos y de género deben ser también considerados en las medidas de adaptación. Un análisis más detallado a nivel de macroregiones, regiones y caletas permitirá abordar medidas específicas.
5. Diseñar una gobernanza orientada a la descentralización de las decisiones, de modo de contar con mayor flexibilidad y eficacia en situaciones favorables para la actividad artesanal, por ejemplo, la presencia de recursos nuevos que, por efecto de aumento de la temperatura, lleguen a regiones donde los pescadores no están autorizados para capturarlos. Sin duda que medidas oportunas (crear o abrir registros) pueden significar mejorar la capacidad de adaptación del sector pesquero artesanal.



1029

H

1023





5

REFERENCIAS

Quiñones, R., Salgado, H., Montecinos, A., Dresdner, J. y Venegas, M. 2013. *Evaluación de potenciales impactos y reducción de la vulnerabilidad de la pesca al cambio climático: El caso de las pesquerías principales de la zona centro-sur de Chile.*

Cambio climático, pesca y acuicultura en américa latina (LA): Potenciales impactos y desafíos para la adaptación. Taller FAO/Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur Oriental (COPAS), Universidad de Concepción, Concepción, Chile. FAO, Actas de Pesca y Acuicultura. No. 29. Roma, FAO. 2013. 335 pp.

Roa-Ureta, R., Henríquez, J., Molinet, C. 2020. *Achieving sustainable exploitation through co-management in three Chilean small-scale fisheries.* Fisheries Research 230, 105674. (Doi: <http://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105674>)

Vargas, C. A., Contreras, P. Y., Pérez, C. A., Sobarzo, M., Saldías, G. S. and Salisbury, J. 2016. *Influences of riverine and upwelling waters on the coastal carbonate system off Central Chile and their ocean acidification implications,* J. Geophys. Res. Biogeosci., 121, doi:10.1002/2015JG003213.

Yáñez, E., Lagos, N., Norambuena, R., Silva, C. et al. 2018. *Impacts of Climate Change on Marine Fisheries and Aquaculture in Chile.* Phillips B., and Perez-Ramirez, M. *Climate Change Impacts on Fisheries and Aquaculture: A Global Analysis.* First Edition, Vol I. John Wiley & Sons Ltd, pp 239-332.

