



Informe de entrega
Producto 3

INFORME DE EVALUACIÓN DE LA
VULNERABILIDAD Y RIESGOS
FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO
MEDIANTE CADENAS DE
IMPACTO EN LA REGIÓN DE
MAGALLANES

Proceso de elaboración de los
Planes de Acción Regionales de
Cambio Climático de Chile
(PARCC) en las regiones de
Antofagasta y Magallanes, en el
marco del programa EUROCLIMA

Proymasa
proyectos medio ambientales, s.a.



Cofinanciado por:



Implementado por:



Este informe se ha elaborado para el [Programa EUROCLIMA + de la Unión Europea](#), a solicitud de la Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas.

Se enmarca en la acción “Elaboración de los PARCC en las regiones de Antofagasta y Magallanes”, que se desarrolla dentro de la línea de actuación 1 del Plan de Acción País CHILE-EUROCLIMA.

Reproducción autorizada siempre que se cite la fuente.

“La presente publicación ha sido elaborada con la asistencia de la Unión Europea. El contenido de esta es responsabilidad exclusiva del autor y en ningún caso se debe considerar que refleje la opinión de la Unión Europea”.



ÍNDICE

0. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO.....	1
0.1. Contexto del Informe	1
0.2. Metodología	1
1. PREPARACIÓN DE LA EVALUACIÓN DEL RIESGO (MÓDULO 1).....	4
1.1. INFORMACIÓN GENERAL	4
1.2. CONOCIMIENTO.....	8
1.3. CONDICIONES Y RECURSOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN	10
1.4. PROCESOS Y ACONTECIMIENTOS EXTERNOS	12
1.5. OBJETIVOS Y RESULTADOS ESPERADOS.....	15
1.6. PLAN DE ACTIVIDADES Y CRONOGRAMA.....	19
2. DESARROLLO DE CADENAS DE IMPACTO (MÓDULO 2).....	24
2.1. INFORMACIÓN GENERAL.....	24
2.1.1. Introducción y antecedentes.....	24
2.1.2. Conceptos metodológicos básicos sobre cadenas de impacto	25
2.2. CADENAS DE IMPACTO EVALUADOS EN EL ATLAS DE RIESGOS CLIMÁTICOS (ARCLIM)	26
2.2.2. Inundaciones en zonas urbanas	26
2.2.3. Incendios en asentamientos urbanos	27
2.2.4. Seguridad hídrica rural y urbana	27
2.2.5. Efectos de olas de calor en la salud humana.....	27
2.2.6. Pérdida de desembarques pesquero artesanal	28
2.2.7. Afectación a la salmónica.....	28
2.2. CADENAS DE IMPACTO EN LA REGIÓN DE MAGALLANES	30
2.2.2. Cadenas de impacto en el sector silvoagropecuario	30
B. Indicadores.....	32
2.2.3. Cadenas de impacto en el sector turismo y biodiversidad.....	34
2.2.4. Cadenas de impacto en el sector pesca e infraestructura costera.....	60
2.3. Brechas de información	65
3. Anexos	67
3.1. Metodologías de estandarización.....	67
3.1.1. Máximo absoluto.....	67
3.1.2. Mínimo absoluto	67
3.1.3. Escalado de datos con mínimos y máximos	67
3.1.4. Logaritmo neperiano	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Conceptos básicos de la adaptación al cambio climático (IPCC, 2022)	2
Tabla 2. Metodología en módulos para la evaluación del riesgo frente al cambio climático y el cálculo de las cadenas de impactos (GIZ, 2017).	3



Tabla 3. Resumen del Plan de Implementación de la Evaluación del Riesgo.....	4
Tabla 4. Conocimiento existente	8
Tabla 5. Recursos disponibles	10
Tabla 6. Aliados	10
Tabla 7. Actores principales.....	11
Tabla 8. Procesos relacionados con la adaptación	13
Tabla 9. Acontecimientos externos (GIZ y EURAC, 2017)	14
Tabla 10. Objetivos, alcance y resultados esperados	15
Tabla 11. Plan de Actividades y cronograma	19
Tabla 12. Selección de cadenas de impacto para la región de Magallanes.....	24
Tabla 13. Ficha técnica de cálculo de la CDI 1 – Pérdida de ganado ovino por escasez hídrica	32
Tabla 14. Número de visitantes en las unidades SNASPE de Magallanes en 2020	34
Tabla 14. Ficha técnica de cálculo de la CDI 2 – Pérdida de atractivo turístico por el retroceso de glaciares	36
Tabla 16. Ficha técnica de cálculo de la CDI 3 – Afectación al turismo de naturaleza por aumento de eventos extremos.....	39
Tabla 17. Ficha técnica de cálculo de la CDI 4 – Afectación a los bosques de Nothofagus por alteración a la disponibilidad hídrica	43
Tabla 18. Ficha técnica de cálculo de la CDI 5 – Degradación de humedales por reducción de precipitaciones	45
Tabla 19. Ficha técnica de cálculo CDI 6 - Degradación de turberas por déficit hídrico	48
Tabla 20. Ficha técnica de cálculo de la CDI 7 – Pérdida de las poblaciones de focas por la reducción de hábitat glaciar	51
Tabla 21. Ficha técnica de cálculo de la CDI 8 – Afectación a las poblaciones de pingüinos por aumento de la TSM	56
Tabla 22. Ficha técnica CDI 9 – Degradación de los fiordos por el retroceso glaciar	59
Tabla 24. Ficha técnica CDI 10 – Pérdida de desembarque de centolla por cambios en la TSM	62
Tabla 25. Conceptualización de cadenas de impacto y sus brechas de información	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cadena de Impacto 1 – Reducción del rendimiento y la productividad ganadera	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2. Cadena de Impacto 2 – Afectación a los cultivos	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3. Cadena de Impacto 3 – Pérdida de atractivo turístico	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4. Cadena de Impacto 4 – Aumento de la población flotante y de los turistas.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 5. Cadena de Impacto 5 – Daños y pérdidas en el sector turístico ..	¡Error! Marcador no definido.
Figura 6. Cadena de Impacto 6 – Daños sobre la flora en general y los bosques de Nothofagus en particular	¡Error! Marcador no definido.
Figura 7. Cadena de Impacto 7 – Aumento de fauna vulnerable y amenazada.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 8. Cadena de Impacto 8 – Degradación y pérdida de turberas	¡Error! Marcador no definido.
Figura 9. Cadena de Impacto 9 – Afectación al abastecimiento y distribución de combustibles fósiles para la generación eléctrica	¡Error! Marcador no definido.
Figura 10. Cadena de Impacto 10 – Pérdida de infraestructura energética crítica.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 11. Cadena de Impacto 11 – Afectación a la disponibilidad de leña para calefacción	¡Error! Marcador no definido.
Figura 12. Cadena de Impacto 12 – Pérdida de recursos bentónicos y otras especies pesqueras	¡Error! Marcador no definido.
Figura 13. Cadena de Impacto 13 – Deterioro de humedales urbanos	¡Error! Marcador no definido.



Financiado por
la Unión Europea



FIIAPP
COOPERACIÓN ESPAÑOLA



Figura 14. Cadena de Impacto 14 – Pérdidas y daños de edificaciones e infraestructuras costeras urbanas**¡Error! Marcador no definido.**



0. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO

0.1. CONTEXTO DEL INFORME

El presente ***Informe de evaluación de la vulnerabilidad y riesgos frente al cambio climático mediante cadenas de impactos en la región de Magallanes*** forma parte de uno de los productos o fases (producto 3) concernientes a la elaboración del *Plan de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC) en la región de Magallanes*.

Este Informe o producto consta de dos fases diferenciadas:

1. Determinación participativa (junto a los Comités Regionales de Cambio Climático - CORECC- de la región) de la vulnerabilidad y riesgos al cambio climático en la región, a través de literatura y antecedentes existentes y de procesos participativos, identificando las amenazas climáticas y sistemas humanos y naturales más afectados, incluyendo la elaboración de cadenas de impacto a nivel regional y la identificación de los sectores críticos para la adaptación.
2. Elaboración de cadenas de impacto con base en los sistemas y amenazas identificados en la fase anterior, con el objetivo principal de evaluar las cadenas de impacto, cuantificando el riesgo. Para el cálculo del riesgo, se identificarán y cuantificarán indicadores para las amenazas climáticas, la exposición y la vulnerabilidad (considerando la sensibilidad y la capacidad de adaptación) de cada cadena de impacto priorizada.

Respecto a la ***“Fase 1: Determinación participativa de la vulnerabilidad y riesgos frente al cambio climático en la región”*** se ha llevado a cabo el denominado ***“Taller Regional de Vulnerabilidad y Riesgos del Cambio Climático en la región de Magallanes y de la Antártica Chilena”***, celebrado el 14 de marzo de 2023 en las instalaciones de CADI UMAG: Av. Los Flamencos 01364, Punta Arenas, Magallanes y la Antártida Chilena.

Del cual se derivan dos documentos esenciales:

- INFORME DE ACTIVIDAD del ***“Taller Regional de Vulnerabilidad y Riesgos del Cambio Climático en la región de Magallanes y de la Antártica Chilena”***. en el que se aportan datos básicos y generales sobre la celebración del Taller (lugar, fecha, asistentes, etc.).
- REPORTE del ***“Taller Regional de Vulnerabilidad y Riesgos del Cambio Climático en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena”***, en el que se recogen las problemáticas identificadas en las mesas de trabajo del Taller y los componentes de las cadenas de impacto (peligro, exposición, riesgo). Además, contiene la información debatida por los participantes, que constituye el insumo fundamental del presente Informe para poder desarrollar y calcular las cadenas de impacto correspondientes. Poner enlace o anexo

Respecto a la ***“Fase 2: Elaboración de cadenas de impacto con base en los sistemas y amenazas identificados en el Taller, con el objetivo de evaluar las cadenas de impacto, cuantificando el riesgo”*** se elabora el presente informe, en el que se calcula el riesgo asociado a las cadenas de impactos derivadas de la ***Fase 1***.

0.2. METODOLOGÍA

La metodología que se aplica para el cálculo del riesgo de las cadenas de impactos es la desarrollada por ***Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) en el Libro de la Vulnerabilidad*** (GIZ y EURAC, 2014), que es consistente con la metodología de ARClím, siendo de este modo el producto final compatible con la propia plataforma para integrar las cadenas de impactos en la misma.



Esta metodología ofrece un concepto y lineamientos detallados para la realización de evaluaciones estandarizadas de los riesgos frente al cambio climático, siguiendo el concepto de la vulnerabilidad al cambio climático tal como se describe en el *Cuarto Informe de Evaluación (IE4) del IPCC*. Sin embargo, en el *IE5 del Grupo de Trabajo II del IPCC*, este concepto fue reemplazado por el concepto de **riesgo** de los impactos de cambio climático, tomando el enfoque y las prácticas de evaluación de riesgo de la comunidad de reducción del riesgo de desastre. Por ello, en el año 2017, GIZ publicó el *Suplemento de Riesgo para el Libro de la Vulnerabilidad* (GIZ y EURAC, 2017), cuyo objetivo era ofrecer una guía práctica sobre cómo aplicar el enfoque del Libro de la Vulnerabilidad utilizando el concepto de riesgo del IE5.

Se integran, por tanto, los nuevos conceptos introducidos recientemente en el *Sexto Informe de Evaluación* (IPCC, 2022), **Contribución del Grupo de Trabajo II: Impacto, adaptación y vulnerabilidad**¹, en el que se ha puesto especial énfasis en las interacciones entre los sistemas acoplados, el clima, los ecosistemas (incluida su biodiversidad) y la sociedad humana. Estas interacciones están en la base de los riesgos emergentes del cambio climático, la degradación de los ecosistemas y la pérdida de biodiversidad, al tiempo que existen también oportunidades para el futuro.

De este modo, cumplir los objetivos de un desarrollo resiliente al clima, apoyando así la salud humana, los ecosistemas y el planeta, así como el bienestar humano, requiere que la sociedad y los ecosistemas avancen (transición) hacia un estado más resiliente, enfoque que se integra asimismo en el presente análisis. A continuación, se definen los conceptos básicos de la adaptación al cambio climático.

Tabla 1. Conceptos básicos de la adaptación al cambio climático (IPCC, 2022)

Conceptos básicos de la Adaptación	
Riesgo	Potencial de consecuencias adversas para los sistemas humanos o ecológicos, reconociendo la diversidad del valor y los fines asociados a tales sistemas.
Peligro o amenaza	Potencial de que suceda un evento físico, natural o inducido por el hombre, y que puede causar la pérdida de vidas, lesiones u otros impactos sobre la salud, bienes materiales, infraestructuras, medios de subsistencia, servicios, ecosistemas y recursos naturales. Las condiciones climáticas físicas que pueden estar asociadas con los peligros se evalúan en el Grupo de trabajo I como impulsores del impacto climático
Exposición	Presencia, en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente, de personas, medios de subsistencia, especies o ecosistemas, funciones, servicios o recursos ambientales, infraestructuras o bienes económicos, sociales o culturales.
Vulnerabilidad	Predisposición a que un elemento físico o humano pueda verse afectado negativamente. El término abarca una amplia variedad de conceptos y elementos, incluida la <i>sensibilidad</i> o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad para hacer frente al cambio climático y adaptarse.
Adaptación	Se distingue entre sistemas humanos y naturales. Para los primeros hace referencia al proceso de ajuste al clima real o esperado y sus efectos para moderar el daño o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En los sistemas naturales, es el proceso de ajuste al clima real y sus efectos; la intervención humana puede facilitar dicho proceso.
Resiliencia	Capacidad social, económica y de los ecosistemas para hacer frente a un evento, tendencia o perturbación peligrosa, respondiendo o reorganizándose de manera que se mantenga su función esencial, identidad y estructura, así como la biodiversidad en el caso de los ecosistemas manteniendo, al mismo tiempo, la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación. La resiliencia es un atributo positivo cuando mantiene tal capacidad de adaptación, aprendizaje y/o transformación.

¹ <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>



La metodología indicada, se basa en una **secuencia de módulos**, los cuales se siguen para evaluar los riesgos frente al cambio climático a partir de las *cadena de impactos* elaboradas durante los procesos participativos de la citada **Fase 1**. Estos módulos metodológicos, que constituyen el contenido del presente informe, son los que se observan en la siguiente tabla.

Tabla 2. Metodología en módulos para la evaluación del riesgo frente al cambio climático y el cálculo de las cadenas de impactos (GLZ, 2017).

PASOS METODOLÓGICOS ESTANDARIZADOS PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO		
	Módulo 1	Preparación de la Evaluación del Riesgo
	Módulo 2	Desarrollo de Cadenas de Impacto
	Módulo 3	Identificación y selección de indicadores
	Módulo 4	Adquisición y gestión de datos
	Módulo 5	Normalización de datos de los indicadores
	Módulo 6	Ponderación y agregación de los indicadores
	Módulo 7	Agregación de componentes del Riesgo al Riesgo
	Módulo 8	Presentación de resultados de la Evaluación del Riesgo

En los siguientes apartados se desarrollan cada uno de estos módulos, describiendo brevemente la metodología y contenidos de cada uno de ellos, para la evaluación del riesgo en la región de Magallanes y la Antártica Chilena en el marco de elaboración del Plan de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC).



1. PREPARACIÓN DE LA EVALUACIÓN DEL RIESGO (MÓDULO 1)

1.1. INFORMACIÓN GENERAL

Este módulo describe los pasos esenciales para preparar la evaluación del riesgo, valorando la situación inicial del análisis, la definición de objetivos y la toma de decisiones clave sobre el tema y el alcance de la evaluación. También se proporciona información sobre el tiempo y los recursos necesarios con el fin de evitar errores en una fase temprana de la evaluación del riesgo.

Tabla 3. Resumen del Plan de Implementación de la Evaluación del Riesgo

Resumen del Plan de implementación de la evaluación del riesgo	
Información General	
Título	Plan de Acción Regional de Cambio Climático de Magallanes y la Antártica Chilena
Contexto	<p>El <i>PARCC de Magallanes y la Antártica Chilena</i> es un instrumento, en proceso de elaboración, para enfrentar el cambio climático, tanto desde el punto de vista de la mitigación, como de la adaptación. El presente Informe se centra únicamente en la parte de adaptación, para evaluar los riesgos del cambio climático y, en fases posteriores, definir medidas de adaptación adecuadas a dichos riesgos e impactos.</p> <p>Los PROCESOS relacionados con la elaboración del PARCC de Magallanes son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ley Marco de Cambio Climático (n°21455); Art. 11: regula la elaboración de los PARCC y del resto de la planificación y políticas sobre cambio climático. En relación con los PARCC señala que su finalidad es definir los objetivos e instrumentos de la gestión del cambio climático a nivel regional. Entre otros contenidos, deben incluir: a) Contexto del cambio climático, sus proyecciones y sus potenciales impactos en la región; b) Caracterización de la vulnerabilidad y riesgos al cambio climático en la región; - Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático: se constituye como el instrumento articulador de la política pública chilena de adaptación al cambio climático. El plan entrega los lineamientos para la adaptación y proporciona la estructura operativa para la coordinación y coherencia de las acciones de los diferentes sectores y distintos niveles administrativos territoriales, considerando que la adaptación puede llevarse a cabo a nivel regional. - Planes sectoriales de adaptación: se han elaborado los siguientes planes sectoriales que sirven de marco general y lineamientos específicos: <ul style="list-style-type: none"> o Plan adaptación al cambio climático sector silvoagropecuario o Plan adaptación al cambio climático para la biodiversidad o Plan adaptación al cambio climático sector pesca y acuicultura o Plan adaptación al cambio climático sector salud o Plan de Acción de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático o Plan adaptación al cambio climático para ciudades o Anteproyecto del Plan adaptación al cambio climático sector energía - Plataforma ARclim: el <i>Atlas de Riesgos Climáticos para Chile</i>, un proyecto del Ministerio del Medio Ambiente del Gobierno de Chile, desarrollado por el Centro de Investigación del Clima y la Resiliencia (CR2) y el Centro de Cambio Global (CCG-Pontificia Universidad Católica de Chile) con la colaboración de otras instituciones nacionales e internacionales. Integra un conjunto de cadenas de impacto organizadas en 12 sectores. Para cada cadena se despliegan mapas de la amenaza climática (A), exposición (E) y sensibilidad (S) del sistema afectado (como la



Resumen del Plan de implementación de la evaluación del riesgo	
	<p>producción de maíz). Los mapas tienen cobertura nacional y resolución comunal (o puntual en ciertas cadenas). Las tres variables (A, E, S) se combinan para determinar el riesgo debido al cambio climático sobre el sistema en cuestión.</p>
Objetivos	<p>La evaluación los riesgos al cambio climático en la región de Magallanes constituye una fase fundamental para la definición de medidas de adaptación adecuadas a la realidad climática y en el contexto del PARCC en el que se enmarca. Estas medidas de adaptación serán priorizadas en un taller participativo del CORECC, en el que se presentarán las cadenas de impactos calculadas.</p> <p>En el Taller de vulnerabilidad y Riesgos del Cambio Climático celebrado el 14 marzo de 2023, se levantó información sobre los principales riesgos e impactos regionales y por sectores, que concluyeron con la elaboración de unas <i>cadenas de impacto preliminares</i>.</p> <p>Se realizaron posteriormente otros talleres adicionales con la comunidad académica y con las municipalidades. Con la información de estos talleres, así como con la información analizada a partir de la revisión de la bibliografía científica realizada en el Informe del Contexto Regional del Cambio Climático (Producto 1 del PARCC) se realizará un análisis cruzando ambas informaciones para, mediante la presente metodología GIZ de Evaluación de Riesgos (GIZ, 2017) calcular las cadenas de impacto.</p> <p>Por otra parte, la importancia de realizar un análisis de riesgos es triple: se obtiene nueva información sobre riesgos del cambio climático a nivel regional y subregional y por sectores, sirve para priorizar medidas de adaptación y es de gran utilidad a la hora de evaluar la eficacia de las medidas de adaptación en el marco de sistema de monitoreo, reporte y verificación.</p>
Resultados esperados	<p>Se pretende lograr una sólida caracterización de la vulnerabilidad y riesgos al cambio climático en la región con base en el contexto y en los procesos participativos con el Comité Regional de Cambio Climático (CORECC) y con otros actores relevantes para la región, identificando las principales amenazas climáticas y los sistemas más afectados.</p> <p>Para cuantificar el riesgo, se sigue la metodología de cadenas de impacto establecida por GIZ, generando indicadores para exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación.</p> <p>Se espera elaborar al menos 10 cadenas de impacto, cuyo formato es compatible con la Plataforma ARClím para que queden integradas en la misma para su consulta. Estas cadenas de impacto considerarán los impactos en los distintos grupos sociales, sistemas naturales y sectores productivos de la región.</p> <p>Una vez elaboradas las cadenas de impacto, se identificarán, priorizarán y diseñarán, de forma participativa junto al CORECC de la región, medidas de adaptación relevantes para la región (Taller de Priorización Participativa de Medidas), que deberán reducir el riesgo al cambio climático, considerando las cadenas de impacto y otros riesgos identificados. Una vez finalizado el Taller de Priorización Participativa de Medidas, se calculará el índice de Riesgo.</p> <p>Estas medidas estarán en consonancia con el cumplimiento de los objetivos regionales definidos, permitirán avanzar hacia una transición socio-ecológica justa, integrando el enfoque de género, a los pueblos originarios y comunidades locales y serán coherentes con los PLADECO, Planes Sectoriales de Adaptación y el PANCC.</p>
Alcance de la evaluación del riesgo	
Alcance temático	<p>La evaluación del riesgo incluirá los <u>sectores económicos y sistemas humanos y ecológicos</u> más relevantes para la región, analizados en el Informe de contexto regional de cambio climático (Producto 1).</p> <p>Las <u>Cadenas de Impacto preliminares</u> levantadas en el Taller de Vulnerabilidad y Riesgos del Cambio Climático en la Región de Magallanes hacen referencia a los sectores agropecuario, turismo, biodiversidad, energía, pesca, acuicultura e infraestructura costera y ciudades y salud. Por otra parte, se han mantenido reuniones y</p>



Resumen del Plan de implementación de la evaluación del riesgo

	<p>talleres con los municipios de la región y diversos actores e instituciones relevantes que han proporcionado información precisa sobre las principales problemáticas de cambio climático en la región y en las comunas, constituyendo un insumo de gran importancia. Esta información se detalla en la tabla 4.</p> <p>Además, se tendrán en cuenta <u>aspectos sociales transversales</u> como la integración de la igualdad de género, los pueblos originarios y la transición socio-ecológica justa como marco referencial para priorizar las medidas de adaptación elaboradas a partir de las cadenas de impacto.</p> <p>Se consideran las proyecciones climáticas de la Plataforma ARClím en el periodo histórico (1980-2010) y el periodo futuro (2035-2065) bajo el escenario de emisiones RCP8.5. Tomando como referencia estas proyecciones se analizan las amenazas o peligros climáticos (temperatura, precipitación, nieve acumulada, lluvias intensas), así como aquellos eventos meteorológicos extremos (inundaciones, días de heladas, olas de calor, etc.) para determinar la evaluación del riesgo.</p> <p>Se tendrán en cuenta también factores como el posible desarrollo socioeconómico en el futuro, de modo que los riesgos climáticos se analizan de manera integral considerando factores externos al clima. En el Informe de contexto regional de cambio climático (Producto 1) se ha realizado una profusa <u>caracterización regional</u> de los principales sistemas físicos y los sectores socioeconómicos, para considerar estas variables en la evaluación del riesgo y tratar de integrar la influencia potencial sobre los riesgos climáticos actuales y futuros.</p>
Impactos / riesgos previamente identificadas	Ya se dispone de una serie de impactos potenciales que se han abordado el Informe de contexto regional de cambio climático (Producto 1) .
Alcance geográfico	El nivel de detalle de la evaluación del riesgo va a depender de las características del sector de que se trate, aunque en el marco de la elaboración del PARCC, el alcance geográfico es para la región, el nivel comunal, bajando a un mayor nivel de detalle en el caso de determinadas cadenas de impacto, excepto para remoción en masa (aluviones, etc.) y las CDI relativas a océanos.
Alcance temporal	<p>El alcance temporal se centra en los riesgos climáticos actuales o recientes relacionados con los impactos de la variabilidad climática actual, climas extremos y cambios recientes de las condiciones climáticas de la proyección 1980-2010;</p> <p>Y los riesgos climáticos futuros relacionados con los impactos debidos a la variabilidad climática futura, climas extremos y cambio climático futuro para las proyecciones del clima a 2035-2065 bajo el escenario de emisiones RCP8.5.</p> <p>Se consideran ambos escenarios y el cambio futuro respecto al periodo actual.</p>
Enfoque metodológico	<p>Pasos metodológicos previos:</p> <p><u>Producto 1. Informe de contexto regional de cambio climático: informe ya elaborado que incluye (para adaptación):</u> principales impactos del cambio climático en la región, análisis de las proyecciones climáticas del clima presente y futuro, y gestor bibliográfico que contiene las publicaciones y otros documentos considerados en la aproximación a los principales impactos del cambio climático en la región.</p> <p><u>Taller de Vulnerabilidad y Riesgos al Cambio Climático en la región de Magallanes (celebrado el 14 marzo 2023 (Producto 3 – Fase 1):</u> en el que se presentó ante el CORECC los resultados del Producto 1 y se levantó información clave sobre las amenazas climáticas y sistemas humanos y naturales más afectados, incluyendo la elaboración de cadenas de impacto preliminares y la identificación de los sectores críticos para la adaptación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fruto de este Taller se han elaborado los siguientes documentos: <ul style="list-style-type: none"> » INFORME DE ACTIVIDAD: Región Magallanes y de la Antártica Chilena. 14 de marzo de 2023. “Taller Regional de Vulnerabilidad y Riesgos del Cambio Climático en la



Resumen del Plan de implementación de la evaluación del riesgo

región de Magallanes y de la Antártica Chilena". Aporta datos básicos sobre el desarrollo del taller.

» **Reporte del Taller Regional de Vulnerabilidad y Riesgos del Cambio Climático en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena**. Se presentan las problemáticas identificadas por las mesas de trabajo y los componentes de las cadenas de impacto (peligro, exposición, vulnerabilidad). Además, reúne información discutida por los participantes de elevado interés para el desarrollo y cálculo de las cadenas de impacto correspondientes.

Pasos metodológicos en curso:

Producto 3 (Fase 2). Informe de caracterización de la vulnerabilidad y riesgos regionales frente cambio climático

- Elaboración de, al menos, 10 cadenas de impacto con base en los sistemas y amenazas identificadas: evaluar las cadenas de impacto, cuantificando el riesgo. Para el cálculo del riesgo, se identificarán y cuantificarán indicadores para las amenazas climáticas, la exposición y la vulnerabilidad (considerando la sensibilidad y la capacidad de adaptación) de cada cadena de impacto priorizada.

Reuniones y Talleres con las instituciones regionales y municipalidades de la región. Estas reuniones proporcionan información clave para el levantamiento de información asociado al desarrollo y cálculo de las cadenas de impacto. Se trata de conversaciones y reuniones que se desarrollan a lo largo de varios meses para obtener información precisa sobre las problemáticas de cambio climático y para la definición de medidas de adaptación eficaces, no reiterativas y en base a las necesidades existentes. En la tabla 4 se detallan las fechas, asistentes y tipos de reuniones mantenidas.

Pasos metodológicos a futuro derivados:

Producto 5. Documento de priorización participativa de las medidas de adaptación al cambio climático relevantes para la región, validado por el CORECC, que incluirá:

- Propuesta metodológica para el trabajo participativo de identificación y priorización de medidas de adaptación.
- Lista larga de medidas de adaptación adecuadas a la realidad de la región.
- Resultados de la priorización a través de talleres participativos con el CORECC.
- Fichas diseñadas y completadas de cada medida de adaptación priorizada y medios de implementación.



1.2. CONOCIMIENTO

En este apartado se obtiene una visión general de los conocimientos existentes sobre el cambio climático y sus efectos en la región, determinando el alcance de la evaluación. Permite mostrar los tipos de datos e información que van a ser útiles para el análisis del riesgo.

Tabla 4. Conocimiento existente

Conocimiento existente (Módulo 1; Paso 1)					
Estudios existentes e información	Fecha de publicación	Alcance / Sector de estudio	Información clave / Impactos	Vacíos de conocimientos	Observaciones
Taller N°1 regional Diálogo País Chile, Región de Magallanes	08-jul-22	Taller	Acción de lanzamiento que dio inicio al proceso de elaboración del PARCC de la Región de Magallanes	Acción previa al inicio de la elaboración del PARCC por parte de la consultora	Se dispone de actas e información completa
Producto 1. Informe de contexto regional de cambio climático	Abril de 2023	Informe	Impactos y riesgos del cambio climático sobre los principales sectores y sistemas físicos y humanos de la región.	Se trata de una primera aproximación a los riesgos e impactos, pudiendo haber quedado fuera algunas investigaciones	Constituye el informe regional de contexto de cambio climático de la elaboración del presente PARCC, proporcionando de información de base. Forma parte de la elaboración del PARCC de Magallanes y lleva asociado un gestor bibliográfico con las publicaciones revisadas y analizadas
Diálogos territoriales por el Clima. Resultados. Sociedad por la Acción Climática. Gabriela Simonetti-Grez & Inti González Ruiz	14-jul-22	Proyecto	Proyecto planteado con el objetivo de contribuir con propuestas ciudadanas a la definición de metas y acciones regionales para enfrentar la crisis climática.	Aunque supone una información muy valiosa, no está directamente relacionada o unida a la elaboración del PARCC	La información contenida en el proyecto será utilizada para complementar la elaboración de las cadenas de impactos.
Taller Regional de Vulnerabilidad y Riesgos del Cambio Climático en el contexto de la elaboración del PARCC de Magallanes y de la Antártica Chilena	14-mar-23	Taller	Taller para consensuar con el CORECC las principales problemáticas de vulnerabilidad que enfrenta la región en diferentes sectores sociales, ambientales y económicos.	Ante el vacío de conocimiento en algunos sectores o a nivel de mayor detalle territorial, se elaboraron talleres con la comunidad académica y las municipalidades respectivamente.	Objetivos específicos: Identificar principales problemáticas de cambio climático por sector, definir cadenas de impacto específicas para cada problemática, incluidas las



Conocimiento existente (Módulo 1; Paso 1)					
Estudios existentes e información	Fecha de publicación	Alcance / Sector de estudio	Información clave / Impactos	Vacíos de conocimientos	Observaciones
					posibles fuentes de información y Establecer fuentes de información para el cálculo de las cadenas de impacto priorizadas.
Satellite-derived mapping of kelp distribution and water optics in the glacier impacted Yendegaia Fjord (Beagle Channel, Southern Chilean Patagonia)	01-nov-19	Publicación científica	Estudio específico sobre algas marinas	Estudios para incluir para complementar información levantada en el taller de vulnerabilidad y riesgos	Complementa el Producto 1
A High-Resolution Global Map of Giant Kelp (<i>Macrocystis pyrifera</i>) Forests and Intertidal Green Algae (<i>Ulvophyceae</i>) with Sentinel-2 Imagery	01-feb-20	Publicación científica	Estudio específico sobre algas marinas		Complementa el Producto 2
Taller vulnerabilidad PARCC Magallanes Municipalidad San Gregorio	15 de marzo de 2023	Taller / Reunión online	Impactos y riesgos del cambio climático a nivel comunal y por sectores		Constituyen información de primera mano relevante para las CDI y las medidas de adaptación. Existe un registro con la información levantada en estas reuniones.
Taller vulnerabilidad PARCC Magallanes Municipalidad Rio Verde	15 de marzo de 2023	Taller / Reunión online	Impactos y riesgos del cambio climático a nivel comunal y por sectores		
Taller vulnerabilidad PARCC Magallanes Municipalidad Puerto Natales	16 de marzo de 2023	Taller / Reunión online	Impactos y riesgos del cambio climático a nivel comunal y por sectores		
Taller vulnerabilidad PARCC Magallanes Municipalidad Torres del Paine	17 de marzo de 2023	Taller / Reunión online	Impactos y riesgos del cambio climático a nivel comunal y por sectores		
Taller vulnerabilidad PARCC Magallanes Municipalidades Porvenir, Cabo de Hornos, Timaukel, Laguna Blanca, Porvenir	4 mayo de 2023	Taller / Reunión online	Impactos y riesgos del cambio climático a nivel comunal y por sectores		



Conocimiento existente (Módulo 1; Paso 1)					
Estudios existentes e información	Fecha de publicación	Alcance / Sector de estudio	Información clave / Impactos	Vacíos de conocimientos	Observaciones
Reunión con MOP	26 de septiembre de 2023	Taller / Reunión online	Impactos y riesgos del cambio climático a nivel comunal y por sectores		
Reunión con SEREMI de Energía	27 de septiembre de 2023	Taller / Reunión online	Impactos y riesgos del cambio climático a nivel comunal y por sectores		
Reunión con MINVU	28 de septiembre de 2023	Taller / Reunión online	Impactos y riesgos del cambio climático a nivel comunal y por sectores		
Reunión con SEREMI de Agricultura	2 de octubre de 2023	Taller / Reunión online	Impactos y riesgos del cambio climático a nivel comunal y por sectores		

1.3. CONDICIONES Y RECURSOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN

En este apartado se ofrece una visión general de los recursos financieros, técnicos y humanos disponibles para determinar el alcance de la evaluación del riesgo y la vulnerabilidad en el marco de elaboración del PARCC de Magallanes.

Tabla 5. Recursos disponibles

Condiciones y recursos para la implementación (Módulo 1; Paso 1)				
	Financieros	Humanos	Técnicos	Tiempo disponible
Recursos disponibles	Fondos específicos del Programa EUROCLIMA+ para la elaboración del PARCC	Equipos consultores pluridisciplinarios (PROYMASA-DEUMAN); Técnicos del Ministerio del Medio Ambiente; CORECC.	Experiencia en procesos participativos, Sistemas de Información Geográfica, expertise en cambio climático (mitigación y adaptación) y evaluación del Riesgo de Desastres	18 meses; Inicio: enero 2023 - Fin: junio 2024

Tabla 6. Aliados

ALIADOS	Necesidades / Intereses en la EV	Funciones	Recursos	Tiempo disponible	Posibles conflictos de interés
CORECC	Identificar e implementar acciones de adaptación y mitigación de cambio climático en su territorio y facilitar la ejecución de	Promover y facilitar la elaboración e implementación, a nivel regional y local, de las políticas,	Su propia constitución: SEREMIs de diversos Ministerios con competencias	Permanente	Como responsables y coordinadores del procedimiento



ALIADOS	Necesidades / Intereses en la EV	Funciones	Recursos	Tiempo disponible	Posibles conflictos de interés
	las políticas nacionales de cambio climático. Coordinar interinstitucionalmente a nivel regional, mejorando la eficacia y evitando la duplicidad de gastos y esfuerzos.	planes y acciones en materia de cambio climático, según las necesidades y posibilidades regionales y locales.	en materias de cambio climático, la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático Regional y representantes de Municipios, Academia, Sociedad Civil y Sector Privado.		de elaboración y actualización del PARCC es necesaria la coordinación entre todas las partes interesadas.
MMA	Reunir, aglutinar y analizar la mayor cantidad de información y de mayor rigor en materia de impactos, vulnerabilidad y riesgos a nivel regional.	Coordinar y asegurar la implementación adecuada y conforme a la Ley Marco de Cambio Climático, de los contenidos relativos a la vulnerabilidad y riesgos en el instrumento del PARCC	Coordinador general y técnicos del Ministerio del Medio Ambiente expertos en diversas materias relacionadas con el cambio climático	Plazo de vigencia de elaboración del PARCC	Ninguno

Tabla 7. Actores principales

ACTORES PRINCIPALES	Necesidades / Intereses en la EV	Funciones	Recursos	Tiempo disponible	Posibles conflictos de interés
Consultoras	Ejecución en tiempo y forma, con la mayor calidad y rigor, de una evaluación de la vulnerabilidad y los riesgos en la región	Elaborar, en coordinación con el CORECC y el MMA, la evaluación de la vulnerabilidad y los riesgos en la región	Equipos técnicos y humanos de las consultoras PROYMASA-DEUMAN	18 meses	Ninguno
Miembros del CORECC	Los inherentes a cada una de las funciones y objetivos de los organismos, instituciones y otras entidades que componen el CORECC	Liderar el PARCC, así como ser los responsables y coordinadores del procedimiento de elaboración y actualización del PARCC, por lo que han de proporcionar información a través de los canales establecidos y mediante su participación en los distintos procesos	Los propios de cada uno de los organismos, instituciones y otras entidades que componen el CORECC	18 meses	Posibles conflictos entre los objetivos propios de cada organismo que choquen o se contrapongan a los objetivos de adaptación al cambio climático



ACTORES PRINCIPALES	Necesidades / Intereses en la EV	Funciones	Recursos	Tiempo disponible	Posibles conflictos de interés
		que se contemplan			
MMA	Implementación adecuada de la evaluación a través de su participación y colaboración constante	Integrar la información adecuada a través del apoyo a las consultoras y al CORECC	Coordinador general y técnicos del Ministerio del Medio Ambiente expertos en diversas materias relacionadas con el cambio climático	18 meses	Ninguno
GORE	Integrar los principios básicos del GORE en la planificación regional de cambio climático (PARCC)	Coordinación y ejecución de las acciones necesarias para elaborar el PARCC, procurando la coordinación y participación de todos los miembros del CORECC	No aplica	Ajustado a las funciones atribuidas por ley (Ley Marco de CC y Reglamento que establece procedimientos asociados a los instrumentos de gestión del CC)	Presupuestarios
Sociedad civil	Participación y aportaciones para integrar en la evaluación a todo el conjunto de la sociedad	Participar a través de los canales establecidos y en los distintos procesos de consultas ciudadanas que se contemplan	No aplica	Los asociados los procesos de consultas ciudadanas	Posibles conflictos entre intereses propios y objetivos de adaptación al cambio climático

1.4. PROCESOS Y ACONTECIMIENTOS EXTERNOS

En este apartado se ofrece información sobre los procesos relacionados con el propio campo de la adaptación al cambio climático, para su consideración en el diseño, implementación y análisis de resultados de la evaluación.

En segundo lugar, se aporta una visión más amplia de otros factores importantes (externos) que pueden tener una influencia sobre la evaluación a realizar. Se trata de factores que no son parte del marco de evaluación, pero que es necesario tener en cuenta puesto que pueden determinar o incidir en la evaluación; a este respecto se recogen los acontecimientos más relevantes de tipo coyuntural.

**Tabla 8.** Procesos relacionados con la adaptación

Procesos y acontecimientos externos (Módulo 1; Paso 1)			
PROCESOS RELACIONADOS CON LA ADAPTACIÓN	Objetivos principales	Posibles sinergias / Superposiciones	Observaciones
Plan Nacional de Adaptación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer el marco conceptual para la adaptación en Chile. 2. Establecer el marco institucional bajo el cual operará el PANCC y los planes sectoriales. 3. Establecer y actualizar los sectores que requieren planes de adaptación y establecer los criterios y lineamientos para su elaboración e implementación. 4. Definir las acciones transversales a los sectores, necesarias para la adaptación al cambio climático. 	Establecer la misma línea de acción definida por el PNACC, considerando las líneas de acción transversales y sectoriales.	Se mantendrá la coherencia con los objetivos y líneas de acción.
Planes sectoriales de adaptación	Se han elaborado los siguientes planes sectoriales: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Sector silvoagropecuario ◦ Biodiversidad ◦ Sector pesca y acuicultura ◦ Sector salud ◦ Servicios de Infraestructura al Cambio Climático ◦ Ciudades ◦ Anteproyecto del Plan adaptación al cambio climático sector energía 	Establecer la misma línea de acción definida por en los Planes Sectoriales.	Se mantendrá la coherencia con los objetivos y líneas de acción de cada uno de los planes sectoriales.
Reglamento que establece procedimientos asociados a los instrumentos de gestión del Cambio Climático	Regular el ciclo de los instrumentos de gestión del cambio climático. Específicamente, los procedimientos de elaboración y actualización de los instrumentos de gestión de cambio climático, así como las obligaciones generales relativas a la implementación, seguimiento y evaluación de los instrumentos de gestión del cambio climático.	Cumplimiento de plazos y forma adecuada de integrar los procesos de consulta ciudadana	Este Reglamento determina los plazos y condiciona las fechas de elaboración del PARCC, por lo que debe ser considerado de manera escrupulosa.
Mesas Territoriales de Acción por el Clima	En el Art. 26 de la Ley Marco de Cambio Climático se recoge que “las municipalidades, en coordinación con los CORECC, podrán crear mesas territoriales de acción por el clima, en función de las características específicas de cada territorio, en las que participarán representantes de la sociedad civil y especialmente representantes de los grupos vulnerables, con el objeto de proponer y relevar las acciones y medidas más urgentes que se requiera implementar en los respectivos territorios...”	Se integrarán las Mesas, en caso de que se creen, en el proceso de elaboración del PARCC y, en concreto, en la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo.	Se aplicará a su participación en la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo lo dispuesto en el art. 14 del <i>Reglamento que establece procedimientos asociados a los instrumentos de gestión del Cambio Climático</i>



Tabla 9. Acontecimientos externos (GIZ y EURAC, 2017)

Procesos y acontecimientos externos (Módulo 1; Paso 1)		
ACONTECIMIENTOS EXTERNOS	Influencia sobre el tema de la EV	Observaciones
Redacción de nueva Carta Magna	Este acontecimiento político podría influir sobre la política nacional y regional de cambio climático. Influencia especial puede tener la colaboración público-privada y el devenir de los inversores.	Las elecciones de consejeros constitucionales se han celebrado el 7 de mayo de 2023, por lo que los posibles cambios se podrían alargarán más allá del plazo de ejecución del PARCC
Caída de la economía de Chile en un 2,1 % en marzo de 2023 y de la actividad minera en un 8,5 %	Potenciales consecuencias sobre los sectores humanos objeto de la adaptación, que podrían modificar sus tendencias y características principales, influyendo de este modo en el análisis de la vulnerabilidad y los riesgos.	Deben considerarse horizontes a corto y medio plazo, así como los efectos de la alta inflación, el crecimiento negativo y desempleo al alza.
Estrategia Nacional del Litio	Influencia sobre los diferentes sectores de la adaptación, pero especialmente sobre los recursos hídricos.	En 2022, las ventas de litio desde territorio chileno aumentaron un 777 % y se ha transformado en la principal exportación del país -sin contabilizar el cobre-.
Ley de Humedales Urbanos	La adopción de humedales urbanos bajo figuras de protección favorece la conservación de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos estratégicos para la adaptación como reservorios de agua y reguladores hídricos.	En Punta Arenas 2 humedales urbanos se encuentran dentro de la lista de los primeros 33 humedales reconocidos bajo esta ley. Es importante que, en el corto plazo, las municipalidades de la región desarrollen la caracterización de los objetos de conservación de los diferentes humedales ubicados en área urbanas en miras de ser reconocidos bajo la ley.
Planes Estratégicos de Gestión Hídrica	Busca favorecer la sustentabilidad del recurso hídrico en cantidad y calidad, y mejoren la gestión y gobernanza de las aguas a nivel de cuencas. Influencia además en cuerpos subterráneos.	A la fecha, la región cuenta con 3 planes estratégicos pendientes a publicar: Cuenca del río Serrano, Tierra del Fuego y Cuenca de Punta Arenas y Cuencas del Noroeste
Actualización del Código de construcción sustentable	Enfocado en la promoción de la eficiencia hídrica desde la construcción hasta la operación de las edificaciones como respuesta a la escasez hídrica del país. Adicionalmente, promueve prácticas para mejorar la calidad térmica de las viviendas (enfriamiento y calefacción).	En la región se han llevado a cabo seminarios de construcción sostenible para exponer las principales iniciativas de esta línea. Adicionalmente, existen proyectos piloto de viviendas sustentables enfocados en la eficiencia energética.
Conformación de Consejos de Cuenca	La conformación público-privada-comunitaria de este organismo, promueve el fortalecimiento de la gobernanza hídrica a nivel cuenca favoreciendo la adopción de medidas de gestión integrada que permitan dar frente a los problemas de escasez hídrica en la región en aras de garantizar la seguridad hídrica.	En marzo de 2023 se llevó a cabo la primera mesa técnica para la conformación del Consejo de Cuenca para la región.
Ley de Boques Nativos (20.283)	Contempla la asignación de recursos destinados a la investigación del bosque nativo, cuya finalidad será promover e incrementar los conocimientos en materias vinculadas con los ecosistemas	De acuerdo con CONAF a la fecha, bajo esta ley, en la región han sido otorgadas 2 bonificaciones. Esto evidencia la importancia de difundir estos apoyos financieros para apalancar más recursos



Procesos y acontecimientos externos (Módulo 1; Paso 1)		
ACONTECIMIENTOS EXTERNOS	Influencia sobre el tema de la EV	Observaciones
	forestales nativos, su ordenación, preservación, protección, aumento y recuperación. Esto se da anualmente.	en la región que incentiven la investigación enfocada en la adaptación del bosque nativo.
Ley de Vedas (4.601)	Favorece la conservación y utilización sustentable de los recursos hidrobiológicos mediante la prohibición de la caza o captura de las especies en temporadas de veda asociadas a ciclos reproductivos.	Para la región de Magallanes anualmente se registran actualizaciones de los establecimientos de vedas extractivas y biológicas para especies como la Centolla, caracol trofón, algas pardas, huiro y locos.

1.5. OBJETIVOS Y RESULTADOS ESPERADOS

En este apartado se define el objetivo de la evaluación y los resultados esperados para ofrecer una visión clara sobre la gestión de las expectativas a las instituciones y actores participantes.

Además, se define el alcance de la evaluación del riesgo en detalle, incluyendo factores como el nivel espacial.

Tabla 10. *Objetivos, alcance y resultados esperados*

Plan de implementación de la evaluación del riesgo	
Objetivos y resultados esperados (Módulo 1; Paso 2)	
Objetivos	¿Qué proceso específico(s) se justificará por la evaluación del riesgo?
	La evaluación de vulnerabilidad y riesgos en la región de Magallanes constituye una fase fundamental para la definición de medidas de adaptación adecuadas a la realidad climática y en el contexto del PARCC en el que se enmarca. Estas medidas de adaptación serán priorizadas en un taller participativo del CORECC. En este Taller se presentarán las cadenas de impactos calculadas.
	¿Cuál es la brecha de información?
	En el Taller de vulnerabilidad y Riesgos del Cambio Climático celebrado el 14 marzo de 2023, se levantó información sobre los principales riesgos e impactos regionales y por sectores, que concluyeron con la elaboración de <i>cadenas de impacto preliminares</i> . En el Taller participó el CORECC, pero hubo vacíos de información que intentaron cubrirse mediante talleres online con la comunidad académica y con las municipalidades. Con la información de estos talleres, así como con la información analizada a partir de la revisión de la bibliografía científica realizada en el Informe del Contexto Regional del Cambio Climático (Producto 1 del PARCC) se llevará a cabo un análisis cruzando ambas informaciones para, mediante la presente metodología GIZ de Evaluación de Riesgos (GIZ, 2017) calcular las cadenas de impacto.
	¿Quién es el público objetivo?
	El público objetivo será toda la región en su conjunto, incluyendo asociaciones, grupos empresariales, ciudadanía, colectivos específicos, universidades y, de manera específica, los tomadores de decisiones a nivel regional y comunal. A nivel público también las SEREMIS, instituciones y centros públicos, oficinas regionales y municipalidades.



Plan de implementación de la evaluación del riesgo	
Resultados esperados	<p>¿Cómo se presentarán los resultados de la evaluación del riesgo?</p> <p>Se pretende lograr una caracterización de los componentes del riesgo (Amenaza-Vulnerabilidad-Exposición) al cambio climático de la región con base en el contexto y en los procesos participativos con el Comité Regional de Cambio Climático (CORECC) y con otros actores relevantes para la región, identificando las principales amenazas climáticas y los sistemas más afectados.</p> <p>Para cuantificarse el riesgo, se sigue la metodología de cadenas de impacto establecida por GIZ, generando indicadores para exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación.</p> <p>Se espera elaborar al menos 10 cadenas de impacto, cuyo formato será el indicado por la consultora METEODATA que es la responsable de integrar las cadenas de impactos en la Plataforma ARclim (vínculo con Acción 4 del Plan de Acción País Chile-EUROCLIMA+). Estas cadenas de impacto considerarán los impactos en los distintos grupos sociales, sistemas naturales y sectores productivos de la región.</p> <p>Una vez elaboradas las cadenas de impacto, con los componentes del Riesgo (Amenaza-Vulnerabilidad-Exposición), se identificará, priorizará y diseñará, de forma participativa (Taller de Priorización Participativa) junto al CORECC de la región, medidas de adaptación relevantes, que deberán reducir el riesgo al cambio climático, considerando las cadenas de impacto y otros efectos identificados. Una vez finalizado el <i>Taller de Priorización Participativa de Medidas</i>, se calculará el índice de Riesgo.</p> <p>Estas medidas estarán en consonancia con el cumplimiento de los objetivos regionales definidos, permitirán avanzar hacia una transición socio-ecológica justa, integrando el enfoque de género, a pueblos originarios y comunidades locales y serán coherentes con los PLADECO, Planes Sectoriales de Adaptación y el PANCC.</p>
	<p>Alcance de la evaluación del riesgo (Módulo 1; Paso 3)</p> <p>Descripción del tema específico de la evaluación del riesgo</p> <p>La evaluación del riesgo incluirá los <u>sectores físicos y humanos</u> más relevantes para la región, y que tal como se recoge en el Informe de contexto regional de cambio climático (Producto 1) son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Glaciares - Biodiversidad y ecosistemas - Océanos y ecosistemas marinos - Recursos Hídricos - Turismo - Salud y seguridad humanas - Sector agrícola y ganadero - Pesca y acuicultura - Infraestructuras transportes terrestres y ciudades - Género <p>Las <u>Cadenas de Impacto preliminares</u> levantadas en el Taller de Vulnerabilidad y Riesgos del Cambio Climático en la Región de Magallanes hacen referencia a los siguientes sectores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sector agropecuario - Sector turismo - Sector biodiversidad - Sector energía - Sector pesca, acuicultura e infraestructura costera - Sector Ciudad y salud <p>Además, se tendrán en cuenta aspectos sociales transversales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Integración de la igualdad de género mediante una lista de chequeo de género y un manual de gestión. • Pueblos originarios analizando los posibles efectos del cambio climático y recabando
Alcance temático	



Plan de implementación de la evaluación del riesgo	
	<p>conocimientos ancestrales que puedan contribuir a aumentar la capacidad de adaptación al cambio climático y minimizar los riesgos que de él derivan.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Considerar las directrices de transición socio-ecológica justa como marco referencial para priorizar las medidas de adaptación elaboradas a partir de las cadenas de impacto. <p>Se consideran las proyecciones climáticas de la Plataforma ARClim en el periodo histórico (1980-2010) y el periodo futuro (2035-2065) bajo el escenario de emisiones RCP8.5. Tomando como referencia estas proyecciones se analizan las amenazas o peligros climáticos (temperatura, precipitación, nieve acumulada, lluvias intensas), así como aquellos eventos meteorológicos extremos (inundaciones, días de heladas, olas de calor, etc.) para determinar la evaluación del riesgo.</p> <p>Se tendrán en cuenta también factores como el posible desarrollo socioeconómico en el futuro, de modo que los riesgos climáticos se analizan de manera integral considerando factores externos al clima. En el Informe de contexto regional de cambio climático (Producto 1) se ha realizado una profusa caracterización regional de los principales sistemas físicos y los sectores socioeconómicos, para considerar estas variables en la evaluación del riesgo y tratar de integrar la influencia potencial sobre los riesgos climáticos actuales y futuros.</p>
Impactos o riesgos previamente identificados	<p align="center">Impactos climáticos potenciales que se abordan en la evaluación del riesgo</p> <p>Ya se dispone de una serie de impactos potenciales que se han abordado el Informe de contexto regional de cambio climático (Producto 1).</p>
	<p align="center">Alcance espacial (geográfico) de la evaluación del riesgo</p> <p>El nivel de detalle de la evaluación del riesgo va a depender de las características del sector de que se trate, aunque en el marco de la elaboración del PARCC, el alcance geográfico es para la región, el nivel comunal, bajando a un mayor nivel de detalle en el caso de determinadas cadenas de impacto, excepto para remoción en masa (aluviones, etc.) y las CDI relativas a océanos.</p>
Alcance temporal	<p align="center">Período de tiempo de la evaluación del riesgo</p> <p>El alcance temporal se centra en los riesgos climáticos actuales o recientes relacionados con los impactos de la variabilidad climática actual, climas extremos y cambios recientes de las condiciones climáticas de la proyección 1980-2010;</p> <p>Y los riesgos climáticos futuros relacionados con los impactos debidos a la variabilidad climática futura, climas extremos y cambio climático futuro para las proyecciones del clima a 2035-2065 bajo el escenario de emisiones RCP8.5.</p> <p>Se consideran ambos escenarios y el cambio futuro respecto al periodo actual.</p>
	<p align="center">Métodos previstos para la evaluación del riesgo</p> <p>Pasos metodológicos previos:</p> <p><u>Producto 1. Informe de contexto regional de cambio climático: informe ya elaborado que incluye (para adaptación)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Principales impactos del cambio climático en la región, distinguiendo entre impactos en la sociedad, en el medio ambiente y en los sectores productivos más relevantes en cada región • Proyecciones climáticas para cada región: caracterización del clima presente y proyecciones climáticas futuras. Insumos con información climática: datos, gráficas y cartografía (información disponible en ARClim) • Gestor Bibliográfico que contiene las publicaciones y otros documentos considerados en la
Enfoque metodológico	



Plan de implementación de la evaluación del riesgo

aproximación a los principales impactos del cambio climático en la región.

Taller de Vulnerabilidad y Riesgos al Cambio Climático en la región de Magallanes (celebrado el 14 de Marzo 2023 (Producto 3 – Fase 1):

- Se presentó ante el CORECC los resultados del Producto 1 y se levantó información clave sobre las amenazas climáticas y sistemas humanos y naturales más afectados, incluyendo la elaboración de cadenas de impacto a nivel regional y la identificación de los sectores críticos para la adaptación.
- Fruto de este Taller se han elaborado los siguientes documentos, que pueden consultarse en el siguiente enlace:

» **INFORME DE ACTIVIDAD: Región Magallanes y de la Antártica Chilena, Chile. 14 de marzo de 2023. “Taller Regional de Vulnerabilidad y Riesgos del Cambio Climático en la región de Magallanes y de la Antártica Chilena”.** Aporta datos básicos sobre el desarrollo del taller.

» **Reporte del Taller Regional de Vulnerabilidad y Riesgos del Cambio Climático en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena.** Se presentan las problemáticas identificadas por las mesas de trabajo y los componentes de las cadenas de impacto (peligro, exposición, vulnerabilidad). Además, reúne información discutida por los participantes de elevado interés para el desarrollo y cálculo de las cadenas de impacto correspondientes.

Pasos metodológicos en curso:

Producto 3 (Fase 2). Informe de caracterización de la vulnerabilidad y riesgos regionales frente cambio climático

- Elaboración de, al menos, 10 cadenas de impacto con base en los sistemas y amenazas identificadas: evaluar las cadenas de impacto, cuantificando el riesgo. Para el cálculo del riesgo, se identificarán y cuantificarán indicadores para las amenazas climáticas, la exposición y la vulnerabilidad (considerando la sensibilidad y la capacidad de adaptación) de cada cadena de impacto priorizada.

Pasos metodológicos a futuro derivados:

Producto 5. Documento de priorización participativa de las medidas de adaptación al cambio climático relevantes para la región, validado por el CORECC, que incluirá:

- Propuesta metodológica para el trabajo participativo de identificación y priorización de medidas de adaptación. Esta propuesta será validada por el equipo de las seremías de medio ambiente de la región de Magallanes.
- Lista larga de medidas de adaptación adecuadas a la realidad de la región, que será un insumo para el *Taller de Priorización de Medidas*.
- Resultados de la priorización a través de talleres participativos con el CORECC en la región, según criterios de selección predefinidos, de medidas de adaptación relevantes para la región, que se ajusten a una transición socio-ecológica justa y que tengan un impacto social positivo.
- Fichas diseñadas y completadas de cada medida de adaptación priorizada, incluyendo estrategias u opciones de financiamiento (vínculo Acción 3 del Plan de Acción País Chile-EUROCLIMA+).
- Fichas diseñadas y completadas de las medidas de medios de implementación priorizadas.



1.6. PLAN DE ACTIVIDADES Y CRONOGRAMA

En este apartado se definen las tareas a realizar, indicando fechas, responsables, insumos y entregables para cada una de las etapas de las que consta cada módulo. Se incluye asimismo un cronograma en detalle por quincenas.

Tabla 11. Plan de Actividades y cronograma

Plan de actividades y cronograma										
Módulo 1: Preparación de la evaluación del riesgo								Cronograma		
Pasos o etapas	Tarea	Estado	Fecha	Responsable	Partes interesadas	Entrada / Recursos	Salidas	Jun 2023	Jul 2023	Ago 2023
Paso 1: Entender el contexto de la Evaluación del Riesgo	Realizar el análisis y redactar el apto. 1 del Informe según la metodología de GIZ a partir de la plantilla en Excel del Plan de Implementación	Terminado	17 mayo 2023	PROYMASA	MMA DEUMAN CORECC FIIAPP	Plan de Trabajo del PARCC de Magallanes Informe de contexto Regional de CC (Pr.1)	Apartado 1 del “Informe de evaluación de la vulnerabilidad y los riesgos frente al CC mediante cadenas de impactos en la región de Magallanes”			
Paso 2: Identificar objetivos y resultados										
Paso 3: Determinar el alcance de la EV										
Paso 4: Preparar plan de implementación de la EV										
Módulo 2: Desarrollo de cadenas de impacto								Cronograma		
Pasos o etapas	Tarea	Estado	Fecha	Responsable	Partes interesadas	Entrada / Recursos	Salidas	Jun 2023	Jul 2023	Ago 2023
Paso 1: Identificar los impactos potenciales	Elaborar las cadenas de impacto (CDI) definitivas y redactar el apto. 2 del Informe según metodología de GIZ	Terminado	25 mayo 2023	PROYMASA	MMA DEUMAN CORECC FIIAPP	<ul style="list-style-type: none"> ◦ REPORTE del “Taller Regional de Vulnerabilidad y Riesgos del CC en la Región de Magallanes” ◦ PRODUCTO 1. Informe de Contexto Regional del Cambio Climático 	Apartado 2 del “Informe de evaluación de la vulnerabilidad y los riesgos frente al CC mediante cadenas de impactos en la región de Magallanes”			
Paso 2: Determinar la exposición		CDI preliminares levantadas en el Taller del 14 de marzo (vulnerabilidad y riesgos)								
Paso 3: Determinar la sensibilidad		A realizar								
Paso 4: Determinar la capacidad de adaptación										
Paso 5: Lluvia de ideas										



Plan de actividades y cronograma

Plan de actividades y cronograma											
medidas de adaptación											
Módulo 3: Identificación y selección de indicadores								Cronograma			
Pasos o etapas	Tarea	Estado	Fecha	Responsable	Partes interesadas	Entrada / Recursos	Salidas	Jul 2023	Ago 2023	Sept 2023	
Paso 1: Selección de indicadores para la exposición y la sensibilidad	Seleccionar y crear una lista provisional de indicadores y redactar el apto. 3 del Informe según metodología de GIZ	A realizar	21 de junio	PROYMASA	MMA DEUMAN CORECC FIIAPP	<ul style="list-style-type: none"> Información de los módulos 1 y 2 (Apartado 1 y 2 del Informe) REPORTE del “Taller Regional de Vulnerabilidad y Riesgos del Cambio Climático en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena” 	<ul style="list-style-type: none"> Lista provisional de indicadores que representan todos los factores relevantes de las cadenas de impactos (Fichas). Apartado 3 del “Informe de evaluación de la vulnerabilidad y los riesgos frente al CC mediante cadenas de impactos en la región de Magallanes” 				
Paso 2: Selección de los indicadores de la capacidad de adaptación											
Paso 3: Compruebe si los indicadores son lo suficientemente específicos											
Paso 4: Crear lista provisional de indicadores											
Módulo 4: Adquisición de datos y gestión								Cronograma			
Pasos o etapas	Tarea	Estado	Fecha	Responsable	Partes interesadas	Entrada / Recursos	Salidas	Jul 2023	Ago 2023	Sept 2023	
Paso 1: Reunir datos	Recopilar y gestionar datos y redactar el apto. 4 del Informe según metodología de GIZ	A realizar	¿?	DEUMAN		<ul style="list-style-type: none"> Lista provisional de indicadores Apartado 3 del Informe 	<ul style="list-style-type: none"> Lista final de indicadores Apartado 4 del “Informe de evaluación de la vulnerabilidad y los riesgos frente al CC mediante cadenas de impactos en la región de Magallanes” Base de datos 				
Paso 2: Comprobar la calidad de los datos											
Paso 3: Gestión de los datos											



Plan de actividades y cronograma																			
										<ul style="list-style-type: none"> Fichas técnicas de indicadores completos 									
Módulo 5: Normalización y umbral de definición								Cronograma											
Pasos o etapas	Tarea	Estado	Fecha	Responsable	Partes interesadas	Entrada / Recursos	Salidas	Jul 2023	Ago 2023	Sept 2023									
Paso 1: Determinar la escala de medición	Transferir (normalizar) los diferentes sets de datos de indicadores a valores sin unidades con una escala común de 0 (óptimo, no es necesario mejorar ni es posible) a 1 (crítico, el sistema ya no funciona más).			DEUMAN		<ul style="list-style-type: none"> Hoja de datos para cada indicador Valores de los indicadores Fuentes para identificar los umbrales 	<ul style="list-style-type: none"> Datos normalizados para cada indicador en un rango de valor normalizado de 0 a 1 listos para la agregación Apartado 5 del “Informe de evaluación de la vulnerabilidad y los riesgos frente al CC mediante cadenas de impactos en la región de Magallanes” 												
Paso 2: Normalizar los valores de los indicadores																			
Módulo 6: Ponderación y agregación de indicadores								Cronograma											
	Tarea	Estado	Fecha	Responsable	Partes interesadas	Entrada / Recursos	Salidas	Ago 2023	Sept 2023	Oct 2023									
Paso 1: Indicadores de ponderación	Ponderación de los indicadores seleccionados para describir los componentes de riesgo, que son peligro, vulnerabilidad y exposición.			DEUMAN		<ul style="list-style-type: none"> Indicadores normalizados que describen los componentes del riesgo, peligro, exposición, sensibilidad y capacidad de 	<ul style="list-style-type: none"> Pesos (iguales o desiguales), asignados a cada indicador Componentes del riesgo por la agregación de indicadores 												



Plan de actividades y cronograma											
	Agregar indicadores individuales de los tres componentes de riesgo					adaptación.	individuales.				
						<ul style="list-style-type: none"> ◦ Aportes de los interesados, los expertos o literatura sobre cómo ponderar indicadores 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Apartado 6 del “Informe de evaluación de la vulnerabilidad y los riesgos frente al CC mediante cadenas de impactos en la región de Magallanes” 				
Paso 2: La agregación de los indicadores											
Módulo 7: Agregación de los componentes de riesgo al riesgo								Cronograma			
	Tarea	Estado	Fecha	Responsable	Partes interesadas	Entrada / Recursos	Salidas	Ago 2023	Sept 2023	Oct 2023	
Paso 1: Agregación de exposición y sensibilidad	Agregar los componentes del riesgo, peligro, vulnerabilidad y exposición en un indicador de riesgo compuesto			DEUMAN		<ul style="list-style-type: none"> ◦ Los componentes agregados del riesgo, peligro, vulnerabilidad y exposición y la capacidad de adaptación ◦ Aportes de los interesados, los expertos o la literatura si los diferentes componentes de vulnerabilidad deberán ser ponderados 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ El valor del riesgo para los sectores objeto de la evaluación del riesgo ◦ Información en formato solicitado por METEODATA en el documento “Instructivo para la preparación de datos de cadenas de impacto ARClim” 				
Paso 2: Agregación del impacto potencial y la capacidad de adaptación											
Paso 3: Agregando sub-riesgos											



Plan de actividades y cronograma

Módulo 8: Presentación de los resultados de la evaluación del riesgo								Cronograma			
Tarea	Estado	Fecha	Responsable	Partes interesadas	Entrada / Recursos	Salidas	Ago 2023	Sept 2023	Oct 2023		
Paso 1: Planificación del informe de evaluación de riesgo	Elaboración y redacción de todos los materiales, documentos y otro tipo de entregables necesarios para la presentación de los resultados de la evaluación del riesgo y las cadenas de impacto		PROYMASA METEODATA		<ul style="list-style-type: none"> Los resultados de los módulos anteriores (cadenas de impacto y resultados de la evaluación) Vínculo Acción 4 (METEODATA es la consultora encargada de integrar los resultados en la plataforma ARClim) 	<ul style="list-style-type: none"> Cadenas de Impacto a nivel regional en ARClim PPT de resultados para validar ante el CORECC. Documento final "Informe" de evaluación de la vulnerabilidad y los riesgos frente al CC mediante cadenas de impactos en la región de Magallanes" Base de datos Material para presentar en talleres posteriores. 					
Paso 2: Descripción de la evaluación del riesgo											
Paso 3: ilustrar hallazgos											



2. DESARROLLO DE CADENAS DE IMPACTO (MÓDULO 2)

2.1. INFORMACIÓN GENERAL

2.1.1. Introducción y antecedentes

El levantamiento de información y desarrollo de cadenas de impacto para la región de Magallanes se enmarca en una serie de procesos y trabajos previos realizados, detallados a continuación:

- **Producto 1 del proceso de elaboración del PARCC de Magallanes**, en el cual de manera aproximada se detallaron los principales impactos del cambio climático en la región, con base en la revisión bibliográfica de múltiples documentos científicos disponibles a escala regional y subregional. Esto con el fin de definir una línea base sobre las evidencias del cambio climático y sus impactos sobre los distintos sectores sociales, económicos y ambientales de la región.
- **Taller Regional de Vulnerabilidad y Riesgos del Cambio Climático en la Región de Magallanes**, evento realizado el 14 de marzo en la ciudad de Punta Arenas en instalaciones del Centro Asistencial Docente e Investigación de la Universidad de Magallanes (CADI UMAG), en el que mediante dinámicas participativas los asistentes, organizados en mesas de trabajo sectoriales, identificaron y priorizaron las principales problemáticas asociadas al cambio climático que se presentan en la región y para las cuales definieron por consenso general, cada uno de los componentes de riesgo
- Adicionalmente, para complementar la información levantada, se desarrollaron **entrevistas con las municipalidades y un taller adicional con la academia**, desarrollado el 3 de mayo de 2023 vía *Microsoft Teams* y al cual asistieron representantes de instituciones académicas como la *Universidad de Magallanes*, *Instituto Milenio Base*, *Centro de Formación Técnica de Magallanes*, *Centro de Formación Técnica Santo Tomás*, *Instituto Antártico Chileno*, entre otros.

A partir de la sistematización de la información levantada en los diferentes procesos y productos previos, se definieron las siguientes cadenas de impacto para los diferentes sectores de la región de Magallanes. Es importante mencionar que, en este ejercicio de sistematización, se revisó cuáles de estas cadenas de impacto propuestas ya se encuentran calculadas en la plataforma del *Atlas de Riesgos Climáticos (ARClím)* del Ministerio del Medio Ambiente (MMA).

Tabla 12. Selección de cadenas de impacto para la región de Magallanes

Sector	CDI	¿Calculada?	Comentario
Silvoagro-pecuario	Pérdida de ganado ovino por la escasez hídrica	Sí	Cadena conceptualizada y calculada
	Afectación a la recolección del calafate	No	Cadena conceptualizada
Biodiversidad y turismo	Pérdida de atractivo turístico por el retroceso glaciar	Sí	Cadena conceptualizada y calculada
	Afectación al turismo de naturaleza por el aumento eventos extremos	Sí	Cadena conceptualizada y calculada
	Pérdida de los bosques de Nothofagus por alteración de la disponibilidad hídrica	Sí	Cadena conceptualizada y calculada



	Degradación de humedales por reducción de precipitación	Sí	Cadena conceptualizada y calculada
	Degradación de turberas por déficit hídrico	Sí	Cadena conceptualizada y calculada
	Afectación a los bosques de macroalgas	No	Cadena conceptualizada
	Afectación a las poblaciones de focas por la reducción del hábitat glaciar	Sí	Cadena conceptualizada y calculada
	Afectación a las poblaciones de pingüino de Magallanes por aumento de condiciones extremas	Sí	Cadena conceptualizada y calculada
Bienestar humano, ciudades, recurso hídrico y energía	Desabastecimiento de combustibles fósiles para la generación eléctrica por la intensificación de eventos climáticos extremos	No	Cadena conceptualizada
	Desabastecimiento de leña para calefacción por incendios forestales	No	Cadena conceptualizada
	Inundaciones en zonas urbanas	ARClím	No se realiza de nuevo el cálculo
	Pérdida o daño de infraestructura costera y natural por aumento de vientos	No	Cadena conceptualizada
	Incendios en asentamiento urbanos	ARClím	No se realiza de nuevo el cálculo
	Seguridad hídrica rural y urbana	ARClím ARClím	No se realiza de nuevo el cálculo
	Efectos de olas de calor en la salud humana	ARClím	No se realiza de nuevo el cálculo
Pesca y acuicultura	Pérdida de centolla por el aumento de la temperatura superficial del mar	Sí	Cadena calculada y conceptualizada
	Pérdida de desembarque pesquero artesanal	ARClím	No se realiza de nuevo el cálculo
	Pérdida de biomasa de salmones por el florecimiento de algas nocivas FAN	ARClím	No se realiza de nuevo el cálculo
	Pérdida de biomasa de salmones por aumento de parásitos	ARClím	No se realiza de nuevo el cálculo

2.1.2. Conceptos metodológicos básicos sobre cadenas de impacto

En este apartado se definen los riesgos abordados en la evaluación de riesgo, desarrollando cadenas de impactos surgidas tanto del *Taller Regional de Vulnerabilidad y Riesgos del Cambio Climático en la Región de Magallanes* como del *Informe de contexto Regional de cambio climático en la región de Magallanes (Pr.1)*.

Estas cadenas de impacto sirven para comprender la relación de causa-efecto, determinando los riesgos en diferentes sistemas y sectores. Esto, a su vez, facilita, en los apartados posteriores, la identificación de los indicadores que se utilizarán en la evaluación del riesgo.

Una **cadena de impacto** es una *herramienta analítica que ayuda a comprender, sistematizar y priorizar mejor los factores que llevan al riesgo en el sistema de interés*. La estructura de la cadena de impacto se desarrolla según el enfoque del IE5 del IPCC, que se basa en la comprensión del riesgo y sus componentes.

De acuerdo con las definiciones del IE5 del IPCC, se entienden los “impactos” como los



bloques básicos para la elaboración de cadenas de causa-efecto desde el *peligro* o *amenaza climática* hasta el *riesgo*.

Por poner un ejemplo, un *peligro* o *amenaza climática* sería un evento de lluvia intensa, que puede tener un *impacto físico directo*, como por ejemplo una inundación, causando una secuencia de *impactos intermedios*, que finalmente conducen al *riesgo*.

Una cadena de impactos está compuesta, por tanto, por los siguientes componentes de riesgo:

- Peligro o amenaza climática
- Vulnerabilidad
- Exposición

El componente de **peligro (o amenaza climática)** incluye factores relacionados con la señal climática y el impacto físico directo. El componente de **vulnerabilidad** consiste en factores de *sensibilidad* y *capacidad*. El componente de **exposición** está compuesto por uno o más factores de exposición (sin subdivisión dentro del componente).

A diferencia de estos tres componentes, los **impactos intermedios** no son un componente de riesgo por sí mismo, sino simplemente una herramienta auxiliar para captar completamente la cadena de causa-efecto que conduce al riesgo. Por definición, es una función tanto de factores de peligro como de vulnerabilidad de modo que los impactos identificados no solo dependen de la señal climática, sino también se deben considerar uno o varios factores de vulnerabilidad.

Por lo tanto, los pasos metodológicos seguidos en este apartado (GIZ, 2017) para el desarrollo de las cadenas de impacto son los siguientes:

- Identificar los impactos y los riesgos climáticos (información obtenida cruzando los datos del *Informe de Contexto Regional de Cambio Climático* y del *Taller de Vulnerabilidad y Riesgos*)
- Determinar los peligros y los impactos intermedios
- Determinar la vulnerabilidad
- Determinar la exposición
- Listado de medidas preliminar derivado del desarrollo de las CDI

2.2. CADENAS DE IMPACTO EVALUADOS EN EL ATLAS DE RIESGOS CLIMÁTICOS (ARCLIM)

A continuación, se describe las cadenas de impacto seleccionadas para la región y que se encuentran calculadas en el *Atlas de Riesgos Climático (ARCLim)*.

2.2.2. Inundaciones en zonas urbanas

Evalúa el riesgo sobre las condiciones de las viviendas y servicios críticos asociados a inundaciones ocasionadas por el desborde colectores de aguas lluvias. Para la región de Magallanes la evaluación del riesgo se realizó para la comuna de Punta Arenas, puesto que es parte de los 40 centros más poblados del país.

La estimación del riesgo indica que la comuna presenta un **nivel de riesgo alto** a sufrir impactos por inundaciones de colectores de aguas lluvias. Dicho nivel de riesgo responde esencialmente a los altos niveles de sensibilidad de la comuna en relación con las condiciones sociales que presenta, incluyendo la presencia de grupos poblacionales vulnerables (población infantil, población mayor, población originaria, población migrante y población en



situación de pobreza), condiciones materiales de las viviendas y otras condiciones territoriales como la cantidad de establecimiento de salud disponibles.

2.2.3. Incendios en asentamientos urbanos

Evalúa el riesgo de incendios en asentamientos urbanos a nivel comunal, considerando como amenaza la incidencia de temperaturas por encima de los 30°C, como exposición la población urbana proyectada a residir en cada comuna a 2035 y finalmente, para el componente de vulnerabilidad considera la materialidad de las viviendas y la tasa comunal de número de compañías de bomberos por cada 100.000 habitantes.

El cálculo del riesgo permitió identificar que ninguna comuna de la región presenta riesgo de incendios en zonas urbanas. Esto como resultado de niveles de amenaza muy bajos y únicamente estimados para las comunas de Torres del Paine, Laguna Blanca y San Gregorio, donde el incremento del número de días que la temperatura máxima diaria supera los 30 °C oscila entre 0.0005 a 0.0011 días.

Por otro lado, es importante mencionar que esta cadena fue mencionada tanto en el taller de vulnerabilidad como en las entrevistas a las municipalidades, donde se precisó que otra variable a considerar dentro de las amenazas es el incremento en la velocidad de los vientos, puesto que estos son factores de un ambiente propicio que favorecen la propagación de incendios. Además, se mencionó que aquellas viviendas ubicadas en las zonas periféricas de la ciudad que se caracterizan por una materialidad frágil son especialmente sensibles ante estos eventos.

2.2.4. Seguridad hídrica rural y urbana

Analiza el riesgo en la seguridad hídrica doméstica tanto para zonas urbanas y rurales por consecuencia de las sequías meteorológicas que se proyectan a presentarse en las distintas comunas de la región. Para ello considera condiciones climáticas, sociales (presencia de grupos vulnerables, condiciones de los hogares, servicios sanitarios y condiciones territoriales) e institucionales.

Como resultado las comunas urbanas evaluadas en la región incluyendo Natales, Punta Arenas, Porvenir y Cabo de Hornos presentan una leve disminución en el nivel de riesgo, es decir, la leve disminución proyectada en la incidencia de sequías para estas comunas favorecerá la disponibilidad de agua para satisfacer las necesidades domésticas. Del mismo modo, en las demás zonas de la región consideradas como rurales se proyectan disminuciones en la ocurrencia de sequías resultando en oportunidades para la seguridad hídrica doméstica rural.

Además, resulta importante destacar que, dentro del cálculo de riesgo, el componente de resiliencia o capacidad adaptativa evaluado a partir de la consideración de 31 indicadores relacionados a la gestión municipal, la vinculación con la ciudadanía y la capacidad de respuesta fue estimado para la mayoría de las comunas entre niveles de resiliencia moderados a altos.

2.2.5. Efectos de olas de calor en la salud humana

La cadena de impacto analiza los efectos adversos sobre la salud humana considerando mortalidad y morbilidad generadas por olas de calor en cada una de las comunas. Para ello, fueron consideradas condiciones climáticas (incidencia de olas de calor), condiciones sociales e institucionales.

La estimación para la región permitió identificar que en todas las comunas se presenta un leve aumento en el nivel de riesgo, esto significa que los impactos que se presentarán en la salud



de las poblaciones locales por cuenta del incremento de olas de calor serán leves. El riesgo calculado responde al bajo nivel de amenaza proyectado para la región puesto que el incremento en las olas de calor para todas las comunas se mantiene por debajo de los 0.3 días. Además, como en la cadena anterior, la alta capacidad adaptativa de las comunas contribuye a reducir los niveles de riesgo.

2.2.6. Pérdida de desembarques pesquero artesanal

Evalúa el riesgo de pérdida de desembarque de recursos hidrobiológicos comprendiendo peces, algas y especies invertebradas por cuenta del cambio climático para cada una de las caletas de la región con registros de desembarque artesanal entre los años 2007 y 2017.

Para la región, se identificó que para las 8 caletas consideradas los niveles de riesgo varían entre muy bajo y bajo a nivel nacional, siendo las caletas de Bahía Chilota y Puerto Natales las que mayor riesgo presentan en la región. Esto, responde a los bajos niveles de amenaza evaluada como la variación de la temperatura del aire y de la precipitación anual acumulada, además de la existencia de medidas de capacidad adaptativa como la existencia de áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos (AMERB) vigentes con sus correspondientes planes de manejo, indicador que representa la capacidad de gestión de la caleta para organizarse y adoptar prácticas sustentables en la actividad, y la presencia de obras de abrigo en las caletas.

2.2.7. Afectación a la salmonicultura

En la región se ha registrado un desarrollo continuo de la actividad acuícola en los últimos años. Para 2019 se registraron 151 concesiones otorgadas², de las cuales el 86% correspondían al cultivo de salmones y el porcentaje restante a choritos (mejillones). Además, para 2022 se registraron 43 centros de cultivos³ destinados especialmente a las especies de salmón del Atlántico y trucha arcoíris. Esta actividad ha llegado a generar en la región cerca de 3000 empleos directos y 5000 empleos indirectos (Instituto de Fomento Pesquero, 2019).

A pesar de que la industria de la acuicultura, año tras año toma relevancia en la economía regional, la población y organizaciones han transmitido su preocupación por los posibles impactos ambientales negativos sobre el ecosistema marino que la acuicultura puede llegar a generar. Dentro del listado de impactos negativos, destacan el volumen de desechos orgánicos y químicos que son liberados al ambiente marino en las granjas de cultivo, superando la capacidad de asimilación del ecosistema, lo que genera daños y alteraciones en las dinámicas ecológicas marinas. Además, han reportado el bajo control sobre las densidades de cultivo, lo que ha favorecido la transmisión de enfermedades en las granjas y el medio marino (Kol, 2018).

En vista de lo anterior, es importante que en la región se evalúe el desarrollo de la actividad bajo prácticas sostenibles, considerando parámetros tales como el uso eficiente del recurso hídrico, la minimización de la contaminación, el bienestar animal, entre otros, de modo que sean mitigados los impactos mencionados que además afectan a otras actividades y al medio marino y reduzcan la sensibilidad de la acuicultura ante los impactos del cambio climático.

² De acuerdo con la Biblioteca del Consejo Nacional de Chile, una concesión acuícola es el acto administrativo mediante el cual el Ministerio de Defensa Nacional otorga a una persona los derechos de uso y goce, por el plazo de 25 años renovables, sobre determinados bienes nacionales, para que esta realice sobre ellos actividades de acuicultura, sobre recursos hidrobiológicos. (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2019).

³ De acuerdo con SERNAPESCA los centros de cultivo son el espacio delimitado en el que se lleva a cabo la actividad acuícola desde la siembra del cultivo hidrobiológico hasta la cosecha del mismo. Estos espacios, requieren de una concesión acuícola para su operación. (SERNAPESCA, s.f.a)



Respondiendo a la presente sección, en el Atlas de Riesgos Climáticos ARClím se evalúa el riesgo de la salmonicultura frente al cambio climático mediante 2 cadenas de impacto: Pérdida de biomasa de salmones por el florecimiento de algas nocivas FAN y la pérdida de biomasa de salmones por aumento de parásitos.

La primera cadena, evalúa la pérdida de biomasa debido al incremento de floraciones de algas nocivas FAN como resultado de la reducción de precipitaciones que favorecerían la incidencia de días secos y mayor disponibilidad de luz, condiciones que facilitan la ocurrencia de FAN. En el análisis del riesgo, a pesar de la alta sensibilidad de los barrios considerados para la región en relación con factores físicos, biológicos, oceanográficos y de gestión de la producción, los componentes de amenaza y exposición presentaron niveles muy bajos y bajos, resultando en un nivel de riesgo bajo de pérdida de salmones por FAN para la región a nivel nacional.

Del mismo modo y considerando indicadores similares, la segunda cadena que evalúa la pérdida de salmones por el incremento de parasitismo como resultado de la reducción de precipitaciones y el aumento de salinidad asociado⁴, permitió identificar un bajo nivel de riesgo para los barrios salmonicultores considerados en la región.

⁴ Aunque el incremento de parasitismo puede verse favorecido por otros factores como la temperatura, en la cadena evaluada en ARClím se evalúa a partir de la reducción de precipitaciones y el aumento de salinidad asociado.



2.2. CADENAS DE IMPACTO EN LA REGIÓN DE MAGALLANES

A continuación, se precisan cada una de las cadenas de impacto presentadas en la **Tabla 12**. Inicialmente se analizan los riesgos ya estimados para la región en los diferentes sectores considerados en el *Atlas de Riesgos Climáticos ARCLim* y posteriormente, se detallan las nuevas cadenas que fueron definidas para cada uno de los sectores de la región, describiendo su importancia y conceptualizando cada uno de los componentes que las constituyen. Además, se presentan los indicadores que serán utilizados posteriormente para la cuantificación del riesgo.

2.2.2. Cadenas de impacto en el sector silvoagropecuario

De acuerdo con la ODEPA (2023), la actividad silvoagropecuaria representa el 1,95 % del PIB regional y concentra cerca del 15% del total de trabajadores a nivel regional. La actividad agrícola comprende en su mayoría cultivos de especies forrajeras, representando el 96% de la superficie cultivada, seguido de algunos cultivos de hortalizas y cultivos frutales de subsistencia.

En cuanto a la ganadería, se registran especies de ovinos, bovinos, caballares, alpacas, chinchillas, caprinos, ciervos y conejos, siendo la ganadería ovina (90,8% de cabezas) la que mayor relevancia tiene en la región, seguida de la ganadería bovina (8,1%). Para el año agrícola 2020/2021, el Censo Agropecuario registró 2'205.477 cabezas de ganado ovino, lo que equivalía al 56% del total de ovinos a nivel nacional. Por lo anterior, la región tiene alta incidencia en la producción de carne ovina produciendo cerca del 72% del total de carne ovina nacional, constituyéndose como el principal producto silvoagropecuario de exportación con un monto acumulado de USD 41.865 en 2022 (ODEPA, 2023).

Por otro lado, con respecto a la silvicultura, la región posee el 18,5% de bosques nativos del territorio nacional, destacándose las especies lenga y coigüe de Magallanes. De estos bosques se derivan Productos Forestales No Maderables (PFNM) tales como el calafate, canelo, michay, chilco, chaura, lleuque, frutilla de Magallanes, murte, fuinque, notro, nalca y quil, que son recolectados y utilizados para la producción de alimentos, medicinas y productos ornamentales (INFOR, 2014).

A partir de la información levantada y considerando la relevancia del sector en la economía regional, se definió una cadena de impacto, detallada a continuación.

2.2.2.1. Pérdida de ganado ovino por escasez hídrica

A. Descripción y conceptualización

Aunque los escenarios climáticos proyectan de manera general un aumento en la precipitación acumulada anual para toda región que favorecería el establecimiento de los cultivos (Mendoza, 2006), puntualmente, para el periodo estival, comprendido entre los meses de diciembre a febrero, se estima una disminución en la precipitación acumulada para la mayoría de las comunas, especialmente en Natales con reducciones de -3,6%. Estos periodos de déficit hídrico generarán impactos en el desarrollo normal de las actividades agropecuarias de la región por cuenta de la afectación a la disponibilidad de forraje para alimentar al ganado.

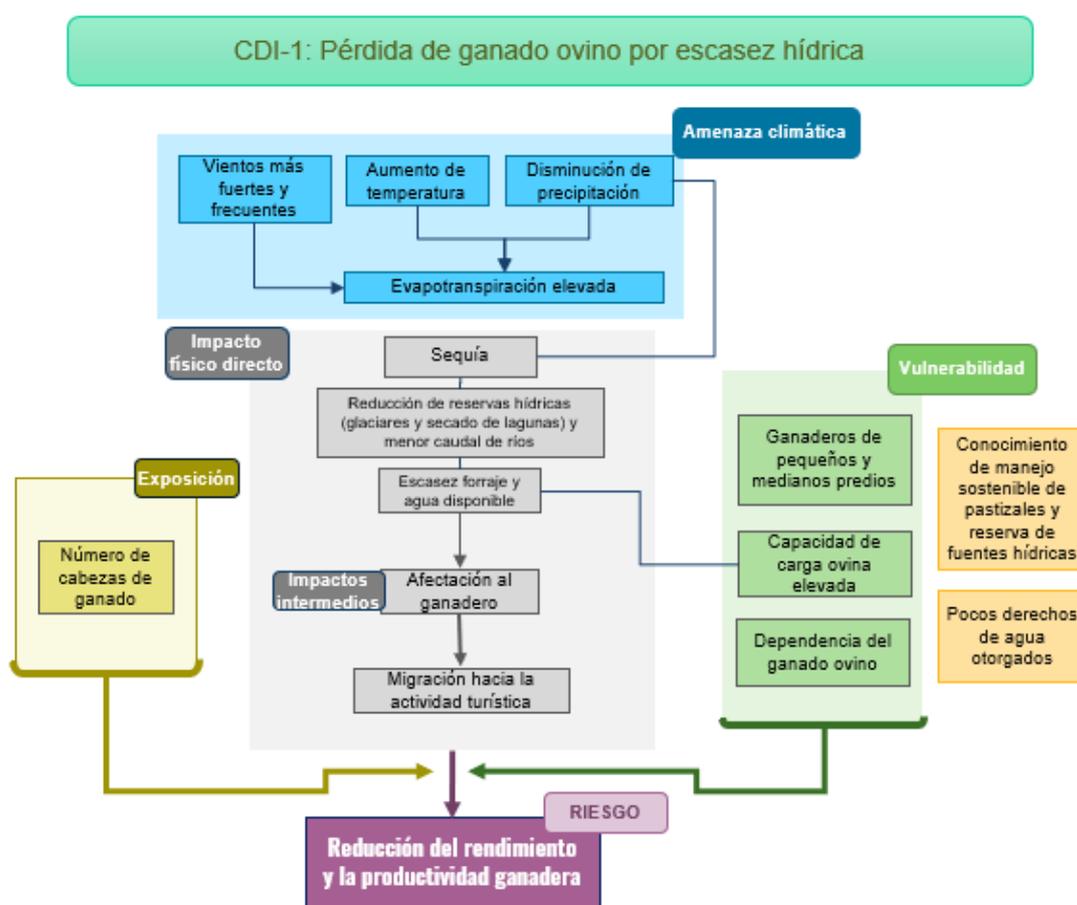
Autores como Meza (2017) proyectan un aumento en el rendimiento de las praderas ganaderas de la zona austral. Sin embargo, la disminución de precipitaciones proyectada para el periodo estival afectaría la productividad del sector pecuario por cuenta de la afectación en las fuentes alimento incluyendo disponibilidad del forraje y de agua en bebederos.



Esta información fue contrastada según lo comentado en el taller de vulnerabilidad y entrevistas llevadas a cabo en la región, donde se destacó que el incremento de sequías evidenciado en pastizales y lagunas secas afectaría al ganado y generaría la reducción en los ingresos económicos percibidos por pequeños y medianos agricultores por afectación de la productividad ganadera. Además, mencionaron que esta afectación a la actividad pecuario podría generar otros impactos como la migración a otras ocupaciones como el turismo.

En vista de la importancia de la ganadería para la región, para cuantificar el riesgo de la actividad frente al cambio climático, a continuación, se detalla la cadena de impacto propuesta.

Figura 1. Cadena de impacto 1 – Pérdida de ganado ovino por escasez hídrica





B. Indicadores

Tabla 13. Ficha técnica de cálculo de la CDI 1 – Pérdida de ganado ovino por escasez hídrica

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
Amenaza				
Variación de la probabilidad de ocurrencia de sequía	Mide la frecuencia de periodos en que la precipitación acumulada es menor al 75% del promedio de precipitación acumulada en el periodo de referencia (1980 a 2010), bajo un escenario de emisiones RCP 8.5 para un escenario futuro (2035-2065), considerado para el periodo estival comprendido entre los meses de Dic-Ene-Feb.	$\begin{aligned} & \text{Cambio Prob. sequías} \\ & = Prob\ sequía_{fut} (\%) \\ & - Prob\ sequía_{hist} (\%) \end{aligned}$	Máximo absoluto	Explorador de Amenazas Climáticas (ARClim)
Variación de la temperatura media	Cambio proyectado en la temperatura del aire para el periodo de 2035-2065, respecto al periodo base de 1980 -2010, bajo un escenario de emisiones RCP 8.5.	$\begin{aligned} & \text{Cambio Temperatura} \\ & = T\ media_{fut} (^\circ C) \\ & - T\ media_{hist} (^\circ C) \end{aligned}$	Máximo absoluto	Explorador de Amenazas Climáticas (ARClim)
Índice de amenaza	Una vez estandarizados los indicadores de sequía y temperatura, se estima el promedio entre estos para obtener el índice de amenaza y este vuelve a ser estandarizado por máximo absoluto para obtener el indicador final.			
	$A = \frac{A_1 + A_2}{2}$			
Exposición				
Número de cabezas de ganado ovino	Indica una aproximación del número de cabezas de ganado existentes en cada comuna	Número de ganado ovino, expresado en el número total de cabezas censadas por comuna	Logaritmo neperiano	Encuesta ganado ovino 2017
Índice de exposición	Se considera el resultado de estandarización del indicador de carga animal ovina.			
Sensibilidad				



Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
Porcentaje de UPAS pequeñas y medianas	Indica la proporción de unidades de producción agropecuarias pequeñas y medianas. Los ganaderos de pequeña ganadería y de subsistencia presentan menos recursos para hacer frente a los cambios generados por el clima.	$\%Pequeñas \text{ y subsistencia UPAS} = \frac{\text{No. UPAS pequeñas y subsistencia}}{\text{No. total de UPAS por comuna}} * 100$	Máximo absoluto	Censo Agropecuario 2021
Cabeza ovino por hectárea	Indica una aproximación de la superficie disponible de praderas por ovino, para cada comuna. Mientras mayor sea la relación mayor será la presión ocasionada en el ecosistema y mayor será la sensibilidad del área estudiada.	$Cabeza \text{ ovino/ha} = \frac{\text{No. Cabezas de ovino}}{\text{superficie praderas (ha)}}$	Máximo absoluto	Encuesta ganado ovino 2017 Censo agropecuario 2021
Porcentaje de agricultores de pueblos originarios	Se considera más sensible al porcentaje de agricultores de pueblos originarios debido a su dependencia de la agricultura y del medio natural, que se verían afectados por el cambio climático.	$\%Agricultores \text{ originarios} = \frac{\text{No. de agricultores originarios}}{\text{No. total de agricultores por comuna}}$	Máximo absoluto	Censo agropecuario 2021
Indicador de sensibilidad	Para el cálculo del indicador final, se promedian los resultados de los tres indicadores anteriores y se estandariza por el método del máximo absoluto. $S = \frac{1}{3}(S_1 + S_2 + S_3)$			
Capacidad adaptativa				
Beneficiarios de programas de asistencia técnica INDAP	Indica el número de beneficiarios por comuna del programa "Asistencia técnica especializada y gestor comercial" del INDAP, el cual aborda temáticas de adaptación de la agricultura.	$Beneficiarios \text{ programa INDAP} = \sum \text{Beneficiarios por comuna}$	Logaritmo neperiano	INDAP, 2023
Índice de capacidad adaptativa	El factor k asignado es de 0,2 porque responde a la eficacia de los programas de asistencia técnica para mejorar la gestión del recurso hídrico en los predios agrícolas, sin embargo, ante escenarios de escasez hídrica por cambio climático no garantizaría la disponibilidad del recurso.			
Vulnerabilidad				
Índice de vulnerabilidad	Considerando los resultados de los índices de sensibilidad (S) y capacidad adaptativa (CA) se aplicó la siguiente fórmula: $Vulnerabilidad = S - k * (CA)$. Finalmente, se estandarizó el índice por el método de máximos absolutos.			



2.2.3. Cadenas de impacto en el sector turismo y biodiversidad

El sector turismo en la región de Magallanes aporta cerca del 18,7% del PBI regional y ocupa al 28,6% de la población total trabajadora de la región. Dentro del perfil turístico de la región, destaca el turismo de naturaleza caracterizado por el desarrollo de actividades relacionadas con ambientes naturales no intervenidos como la observación paisajística, el senderismo y actividades de montaña (GORE Magallanes, 2020).

Para 2018, la región se posicionó como el tercer destino más visitado de las áreas silvestres protegidas nacionales, concentrando el 16% de los visitantes para ese año, siendo el Parque Nacional Torres del Paine el que reunió la mayor parte de las visitas en el 2019 (ver Tabla 14). Además, Magallanes concentra cerca del 12,2% de las empresas turísticas a nivel nacional (SERNATUR, 2014; Subturismo, 2019; CONAF, 2021).

Tabla 14. Número de visitantes en las unidades SNASPE⁵ de Magallanes en 2020

Unidades SNASPE	Total, de Visitantes 2020	Porcentaje de visitas 2020
PN Torres del Paine	142.881	51,6%
MN Cueva Del Milodón	69.479	25,1%
MN Los Pingüinos	24.133	8,7%
PN Bernardo O'Higgins	16.447	5,9%
RN Magallanes	11.244	4,1%
PN Cabo De Hornos	5.285	1,9%
RN Laguna Parrillar	4.139	1,5%
PN Pali Aike	2.451	0,9%
PN Kawesqar	1022	0,4%
PN Alberto de Agostini	-	-
MN Laguna de Los Cisnes	-	-
PN Yendegaia	-	-
RN Kawesqar	-	-
MN Canquen Colorado	-	-

Fuente: CONAF (2021).

Con respecto a la biodiversidad, la región alberga 19 ecosistemas diferentes de los cuales 15 son endémicos de la región y comprenden paisajes particulares como praderas, glaciares, fiordos, canales y turberas (MMA, 2015a). Estos ecosistemas, son hábitat de especies particulares como el huemul (*Hippocamelus bisulcus*), el abejorro nativo (*Bombus dahlbomii*) y el canquén colorado (*Chloephaga rubidiceps*), además cuenta con la mayor diversidad de mamíferos marinos de Chile y los bosques más australes del mundo, comprendiendo especies del género *Nothofagus* (Grez *et al.*, 2020; SIMEF, s.f.).

Entendiendo la importancia del sector para la región, a partir de la información levantada se definieron 8 cadenas de impacto, detalladas a continuación.

⁵ Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado.



2.2.3.1. Pérdida de atractivo turístico por el retroceso de glaciares

A. Descripción y conceptualización

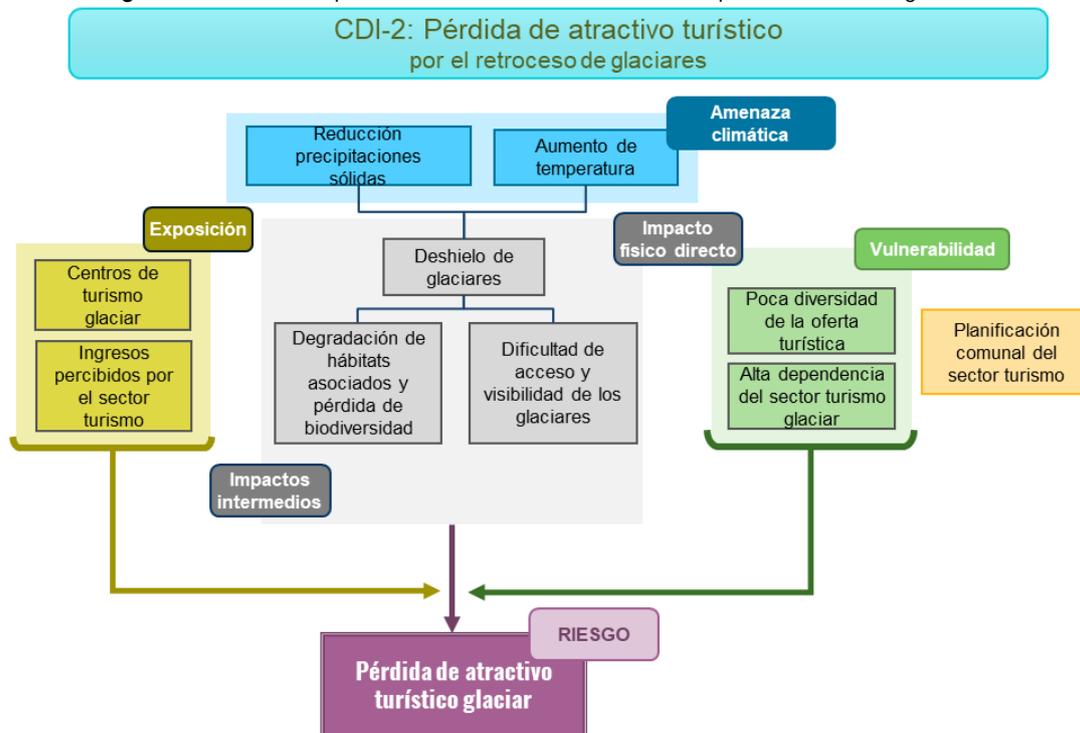
En la región destaca la presencia de áreas silvestres protegidas como el *Parque Nacional Torres del Paine*, que reúne cerca del 52% de las visitas en 2021, *Parque Nacional Bernardo O'Higgins*, con el 6% de las visitas y el *Parque Nacional Cabo de Hornos* con cerca del 2% de las visitas, caracterizados por sus paisajes glaciares. Estas áreas protegidas son de gran valor para la región al representan alrededor del 60% de las visitas turísticas regionales (en relación a los SNASPE) (CONAF, 2021).

De acuerdo con lo referenciado previamente en el **producto 1**, se ha evidenciado que los ecosistemas glaciares son de especial fragilidad ante el cambio climático, por lo que la pérdida de estos por cuenta del retroceso glaciar significaría una pérdida de atracción en los lugares turísticos mencionados, dando como resultado una disminución en la cantidad de visitantes a la región y, por ende, una reducción de los ingresos percibidos en el sector.

Del mismo modo, en las **entrevistas** y el **taller de vulnerabilidad** realizado en la región, los participantes mencionaron la afectación a la biodiversidad de los sitios turísticos asociados a ecosistemas glaciares por cuenta del deshielo de estos. Además, resaltaron que estos lugares serían más sensibles a la degradación por el incremento de industrias turísticas especialmente en Puerto Natales y Puerto Williams.

En vista de la importancia de estos atractivos turísticos, a continuación, se detalla la cadena de impacto para la cuantificación del riesgo por pérdida de atractivo turístico por el retroceso de glaciares.

Figura 2. Cadena de impacto 2 - Pérdida de atractivo turístico por el retroceso de glaciares





B. Indicadores

Tabla 15. Ficha técnica de cálculo de la CDI 2 – Pérdida de atractivo turístico por el retroceso de glaciares

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
Amenaza				
Porcentaje de disminución de la nieve acumulada por comuna	Expresa la variación en porcentaje de la nieve acumulada en el periodo de 1980-2010 en milímetros de agua equivalente (mm) y proyectada al 2035-2065 en milímetros de agua equivalente (mm), y bajo un escenario de emisiones RCP 8.5	$\text{Cambio nieve acum (\%)} = \frac{\text{Nieve acum}_{fut} (mm) - \text{Nieve acum}_{hist} (mm)}{\text{Nieve acum}_{hist} (mm)}$	Máximo absoluto	Explorador de Amenazas Climáticas ARCLim
Índice de amenaza	Se considera el resultado de estandarización del indicador de disminución de nieve acumulada.			
Exposición⁶				
Área glaciar (E1)	Expresa la superficie glaciar registrada por comuna	$\text{Área glaciar} = \sum \text{superficie glaciar por comuna}$	Logaritmo neperiano	Inventario Público de Glaciares 2022, MOP
Población flotante por comuna (E2)	Indica la cantidad de turistas que podrían verse afectados por la afectación de atractivos turísticos de tipo glaciar en la región	Población flotante estimada por comuna por SERNATUR	Logaritmo neperiano	SERNATUR, 2019
Centros turísticos con superficie glaciar por comuna (E3)	Indica la cantidad de centros turísticos por comuna que cuentan con superficie glaciar dentro de su área	Número de atractivos turísticos con alguna categoría relacionada a glaciares (nevados, volcanes glaciares)	Máximo absoluto	Inventario de atractivos turísticos 2012, IDE Chile
Índice de exposición	Para el cálculo del indicador final, se promedian los resultados de los tres indicadores anteriores y se estandarizan por el método del máximo absoluto. $E = (0,3 \times E_1 + 0,2 \times E_2 + 0,5 \times E_3)$			

⁶ Para el indicador de exposición también se consideró incorporar el índice de ventas de empresas del sector turismo en las comunas vinculadas, entendiendo que la disminución de la actividad turística por cuenta de la desaparición de glaciares afectará los ingresos percibidos por el sector. Sin embargo, para algunas comunas el total de ventas es 0 debido a que la información tributaria declarada por sus empresas no permite determinar un monto estimado de ventas.



Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
Fuerza de trabajo de sector Turismo por Comuna	Expresa la dependencia del empleo comunal con la industria del turismo considerando el número de trabajadores dependientes informados, según comuna y actividades (ACT). A mayor dependencia, mayor será la sensibilidad.	\sum <i>Trabajadores dependientes de las ACT alojamiento turístico, actividades de provisión de alimentos y bebidas, actividades de agencias de viajes y de otros servicios de reservas</i>	Logaritmo neperiano	Estadísticas de empresa, Servicio de Impuestos Interno, 2019
Diversidad de oferta turística	Expresa la diversificación del sector, estimada en base a la presencia comunal de atractivos turísticos distintos a los relacionados con glaciares, como aproximación a la identificación de la diversidad de la oferta y dependencia respecto de dicha categoría de atractivo. A menor diversidad de oferta turística mayor sensibilidad.	<i>Diversidad del sector</i> = Número de atractivos turístico diferentes a sitios de naturaleza de nevados y volcanes glaciares	Mínimo absoluto	Inventario de atractivos turísticos 2012, IDE Chile
Tasa de retroceso glaciar	Mide el porcentaje de disminución de los glaciares presentes en la región mediante la diferencia del área glaciar reportada en los años 2014 a 2022.	$\text{Cambio área glaciar (\%)} = \frac{\text{Área glaciar}_{fut} (km^2) - \text{Área glaciar}_{hist} (km^2)}{\text{Área glaciar}_{hist} (km^2)}$	Máximo absoluto	Inventario público de glaciar 2014 y 2022
Indicador de sensibilidad	Para el cálculo del indicador final, se promedian los resultados de los tres indicadores anteriores: $S = \frac{1}{3}(S_1 + S_2 + S_3)$			
Capacidad adaptativa				
Existencia de planes/estrategias de desarrollo de turismo comunales	Expresa la existencia de planes o estrategias de turismo adoptados en las comunas de la región.	$CA \begin{cases} 0 & \text{si la comuna no posee Plan de Desarrollo Turístico} \\ 1 & \text{si la comuna posee Plan de Desarrollo Turístico} \end{cases}$		Páginas web de las Municipalidades
Índice de capacidad adaptativa	El factor k asignado es de 0,2 porque la existencia de planes y estrategias de turismo puede contribuir a gestionar la capacidad de carga turística sobre estos atractivos turísticos frágiles, mitigando los impactos de la actividad y por ende la degradación de los ecosistemas. Sin embargo, estos planes no tienen impacto directo sobre el retroceso glaciar que afecta los atractivos turísticos.			
Vulnerabilidad				
Índice de vulnerabilidad	Considerando los resultados de los índices de sensibilidad (S) y capacidad adaptativa (CA) se aplicó la siguiente fórmula: $\text{Vulnerabilidad} = S - k * (CA)$ Finalmente, se estandarizó el índice por el método de máximos absolutos.			



2.2.3.2. Afectación al turismo de naturaleza por el aumento de eventos extremos

C. Descripción y conceptualización

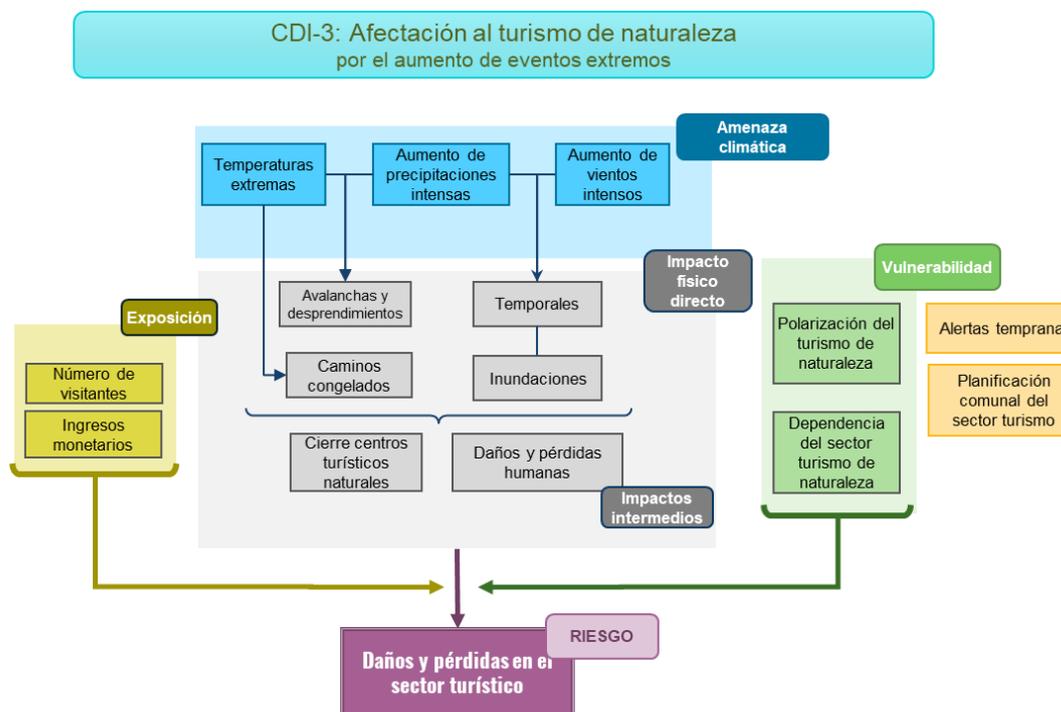
La variación de las condiciones meteorológicas como el incremento de lluvias intensas y de heladas generarán condiciones desfavorables para el desplazamiento de turistas hacia los circuitos turísticos de la región. Esto, aumentaría el riesgo de accidentalidad para los turistas y a su vez, disminuiría los ingresos del sector, por cuenta del cierre de atractivos turísticos como parques nacionales.

Estos impactos, han sido evidenciados recientemente en múltiples ocasiones donde se han presentado cierres del *Parque Nacional Torres del Paine* por el desborde de cuerpos de agua sobre senderos turísticos, por el incremento de heladas y caídas de fuertes nevadas que generan condiciones de alto riesgo para los turistas dentro y fuera del parque. Además, se han registrado afectaciones sobre vehículos y turistas que se movilizan hacia el atractivo, por los fuertes vientos de la región (24 horas Chile, 2017; Minagri, 2023; La Prensa Austral, 2023).

Además, en las **entrevistas** y el **taller de vulnerabilidad** los participantes mencionaron la ocurrencia de accidentes que afectan a los turistas por cuenta de los fuertes vientos que se han presentado, especialmente en Puerto Natales. También destacaron los cierres de *Torres del Paine* por la misma amenaza, afectando los ingresos de aquellos trabajadores dependientes de la actividad en el Parque Nacional.

Por lo anterior, se propone la siguiente cadena de impacto para la cuantificación del riesgo de afectación a los turistas por la intensificación de los eventos extremos mencionados previamente.

Figura 3. Cadena de impacto 3 - Afectación al turismo de naturaleza por el aumento de eventos extremos





D. Indicadores

Tabla 16. Ficha técnica de cálculo de la CDI 3 – Afectación al turismo de naturaleza por aumento de eventos extremos

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
Amenaza				
Variación de la precipitación máxima diaria	Mide la variación de precipitación máxima diaria en el periodo de 1980-2010 en milímetros (mm) y proyectada al 2035-2065 en milímetros (mm) y bajo un escenario de emisiones RCP 8.5.	$\text{Cambio } Pp \text{ max diaria } (\%) = \frac{Pp \text{ MD}_{fut} (mm) - Pp \text{ MD}_{hist} (mm)}{Pp \text{ MD}_{hist} (mm)}$	Máximo absoluto	Explorador de Amenazas Climáticas (ARClim)
Variación del viento medio	Cambio proyectado en viento medio para el periodo 2035-2065, respecto al periodo base 1980-2010, bajo un escenario de emisiones RCP 8.5.	$\text{Cambio viento} (\%) = \frac{\text{Viento medio}_{fut} (m/s) - \text{Viento medio}_{hist} (m/s)}{\text{Viento medio}_{hist} (m/s)}$	Máximo absoluto	Explorador de Amenazas Climáticas (ARClim)
Índice de amenaza	Una vez estandarizados los indicadores de precipitación y viento, se estima el promedio entre estos y se estandariza por el método del máximo absoluto para obtener el indicador final.			
	$A = \frac{A_1 + A_2}{2}$			
Exposición				
Población flotante por comuna	Indica la cantidad de turistas que podrían verse afectados por la intensificación de eventos extremos en la región	Población flotante estimada por comuna por SERNATUR	Logaritmo neperiano	SERNATUR, 2019
Número de Áreas Silvestres Protegidas	Indica la cantidad de Áreas Silvestres Protegidas del Estado declaradas presentes en cada comuna	ASPE declaradas en cada comuna	Máximo absoluto	Inventario de atractivos turísticos 2012, IDE Chile
Centros turísticos de naturaleza	Indica la cantidad de atractivos turísticos de naturaleza por comuna que podrían verse afectados por cierres como resultados de la intensificación de vientos extremos	Número de atractivos turísticos categorizados como de naturaleza	Máximo absoluto	Inventario de atractivos turísticos 2012, IDE Chile
Índice de exposición	Para el cálculo del indicador final, se promedian los resultados de los tres indicadores anteriores y se estandarizan por el método del máximo			



Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
		absoluto. $E = \frac{1}{2}(E_1 + E_2 + E_3)$		
Sensibilidad				
Diversidad de oferta turística	Expresa la diversificación del sector, estimada en base a la presencia comunal de atractivos turísticos distintos a los de naturaleza, como aproximación a la identificación de la diversidad de la oferta y dependencia respecto de dicha categoría de atractivo. A menor diversidad de la oferta turística, mayor es la sensibilidad.	<i>Diversidad del sector</i> = Número de atractivos turístico diferentes a sitios de naturaleza	Mínimo absoluto	Inventario de atractivos turísticos 2012, IDE Chile
Indicador de sensibilidad	Para el cálculo del indicador final, se considera la estandarización del indicador de diversidad de oferta turística.			
Capacidad adaptativa				
Existencia de planes/estrategias de desarrollo de turismo comunales	Expresa la existencia de planes o estrategias de turismo adoptados en las comunas de la región.	$CA \begin{cases} 0 & \text{si la comuna no posee Plan de Desarrollo Turístico} \\ 1 & \text{si la comuna posee Plan de Desarrollo Turístico} \end{cases}$		Páginas web de las Municipalidades
Índice de capacidad adaptativa	El factor k asignado es de 0,2 porque la existencia de planes o estrategias de desarrollo turístico podrían ayudar a redireccionar la actividad turística hacia otros atractivos turísticos, para mitigar los impactos económicos generados por el cierre de atractivos turísticos de naturaleza.			
Vulnerabilidad				
Índice de vulnerabilidad	Considerando los resultados de los índices de sensibilidad (S) y capacidad adaptativa (CA) se aplicó la siguiente fórmula: $Vulnerabilidad = S - k * (CA)$. Finalmente, se estandarizó el índice por el método de máximos absolutos.			



2.2.3.3. Pérdida de los bosques de *Nothofagus* por alteración de la disponibilidad hídrica

E. Descripción y conceptualización

En la región de Magallanes se encuentran el 18,5% de la superficie total de bosque nativo del país, siendo el género *Nothofagus* el de mayor predominancia con las especies *Nothofagus antártica*, *Nothofagus pumilio* y *Nothofagus betuloides*, conocidos como Lengua y Coihue de Magallanes, respectivamente, las cuales representan el 99% de la cobertura de bosque nativo de la región (ODEPA, 2023).

Un estudio realizado por Fernández (2021), demostró que tanto el incremento de temperaturas como la disminución de precipitaciones influyen negativamente en las tasas de crecimiento de la especie *Nothofagus pumilio* presente en cercanías al *glaciar Grey* en el *Parque Nacional Torres del Paine*. Del mismo modo, en el **taller de vulnerabilidad** los participantes mencionaron la sensibilidad de la especie *Nothofagus* ante la escasez hídrica, viéndose especialmente afectados, aquellos individuos presentes en los límites superiores del ecosistema. Además, de acuerdo con el Ministerio de Medio Ambiente, se ha estimado que a 2020 la invasión del castor ha generado la degradación de más de 23 mil hectáreas de bosque nativo en la provincia de Tierra del Fuego (Pontificia Universidad Católica de Chile, 2020).

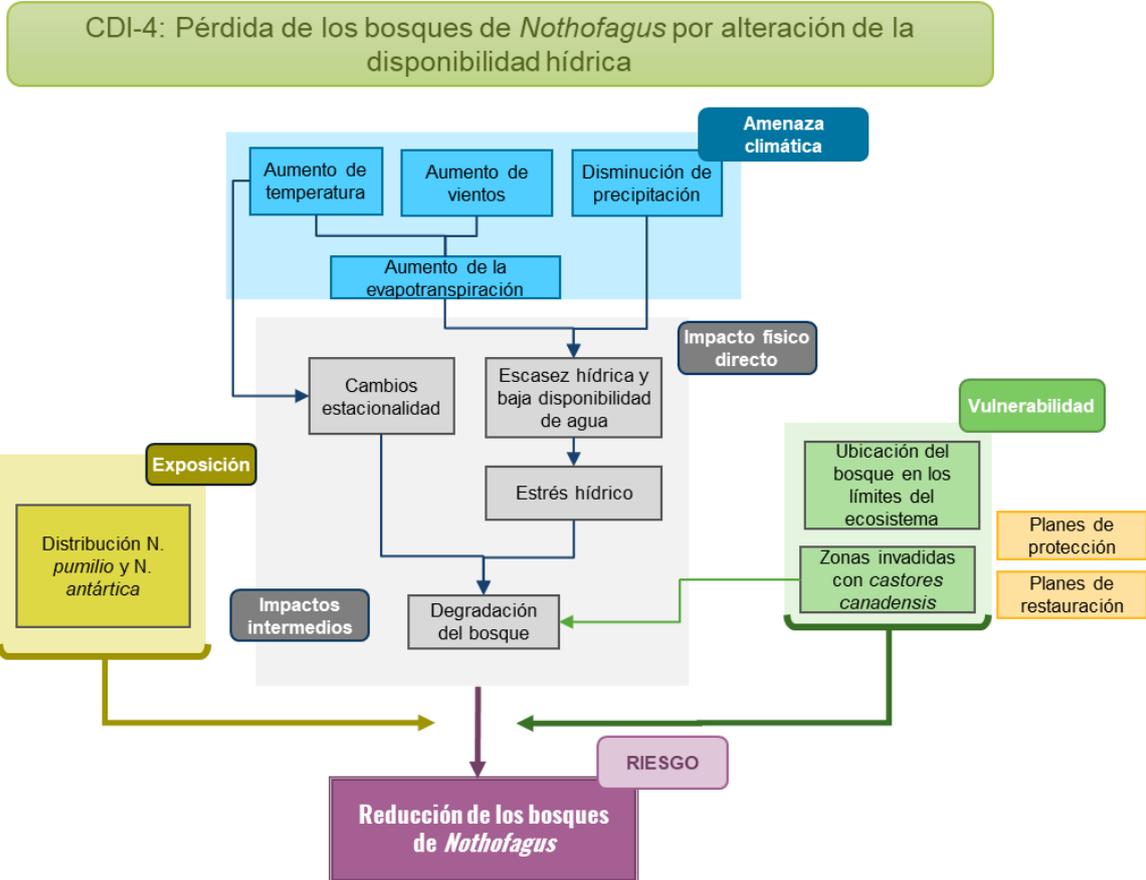
Lo mencionado se evidencia al comparar los modelos de distribución publicados en el mapa de especies del ARClim para las especies *Nothofagus antarctica*, *Nothofagus pumilio* y *Nothofagus betuloides*. Estos modelos calcularon la probabilidad de existencia de las especies considerando escenarios climáticos de variables como la evapotranspiración, precipitación y temperatura.

Los resultados indican que, para *Nothofagus antarctica*, la probabilidad de presencia disminuirá hasta un -10,8% en la comuna de Natales, mientras que hacia el poniente de la región se mantendrá sin variaciones. En cuanto a *Nothofagus pumilio*, las comunas de Natales y Punta Arenas presentarían una disminución de hasta -23,1% en la probabilidad de existencia, mientras que en el resto de la región se mantendría sin variaciones. Finalmente, para *Nothofagus betuloides* en la comuna de Natales, la disminución de la probabilidad de existencia sería de hasta -15%.

En vista de la relevancia del bosque nativo para la región, a continuación, se detalla la cadena de impacto propuesta para la cuantificación del riesgo de afectación al género *Nothofagus* debido al déficit hídrico.



Figura 4. Cadena 4 - Pérdida de los bosques de *Nothofagus* por alteración de la disponibilidad hídrica





F. Indicadores

Tabla 17. Ficha técnica de cálculo de la CDI 4 – Afectación a los bosques de *Nothofagus* por alteración a la disponibilidad hídrica

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
Amenaza				
Variación de la precipitación acumulada	Mide la variación de precipitación (lluvia y nieve) en el periodo de 1980-2010 en milímetros (mm) y proyectada al 2035-2065 en milímetros (mm), bajo un escenario de emisiones RCP 8.5, considerado para el periodo estival entre los meses de Dic-Ene-Feb.	$\text{Cambio } Pp \text{ acum } (\%) = \frac{Pp \text{ acum}_{fut} (mm) - Pp \text{ acum}_{hist} (mm)}{Pp \text{ acum}_{hist} (mm)}$	Mínimo absoluto	Explorador de Amenazas Climáticas (ARClim)
Índice de amenaza	Se considera el resultado de estandarización del indicador de variación de la precipitación acumulada.			
Exposición				
Superficie de bosque nativo por comuna	Indica las hectáreas de bosque <i>Nothofagus</i> presentes en cada comuna	$\sum Ha \text{ de especies de } Nothofagus$	Logaritmo neperiano	Catastro de uso de suelo y vegetación, IDE Chile
Índice de exposición	Se considera el resultado de estandarización del indicador de superficie de bosque nativo por comuna			
Sensibilidad				
Superficie degradada por presencia del castor	La invasión del castor en los bosques patagónicos ha generado la degradación de estos ecosistemas a lo largo de los años. El indicador evidencia la sensibilidad del bosque de <i>Nothofagus</i> por la presión ejercida por la especie invasora.	$\sum \text{Número de ha de } Nothofagus \text{ degradadas por el castor}$	Logaritmo neperiano	Sistema de Información Geográfica regional de Magallanes
Densidad poblacional (hab/km²)	Indica la cantidad de habitantes por cada km ² de la comuna. A mayor densidad poblacional se considera que el bosque puede ser más sensible por cuenta de la presión de recursos, la contaminación y la expansión de las urbes.	$\text{Densidad poblacional} = \frac{\text{Total habitantes por comuna}}{\text{Superficie (km}^2\text{) comunal}}$	Máximo absoluto	Censo de población y viviendas, 2017 INE
Indicador de sensibilidad	Para el cálculo del indicador final, se promedia el resultado de los dos indicadores anteriores. $S = \frac{1}{2} (S_1 + S_2)$			



2.2.3.4. Degradación de humedales por reducción de precipitaciones

G. Descripción y conceptualización

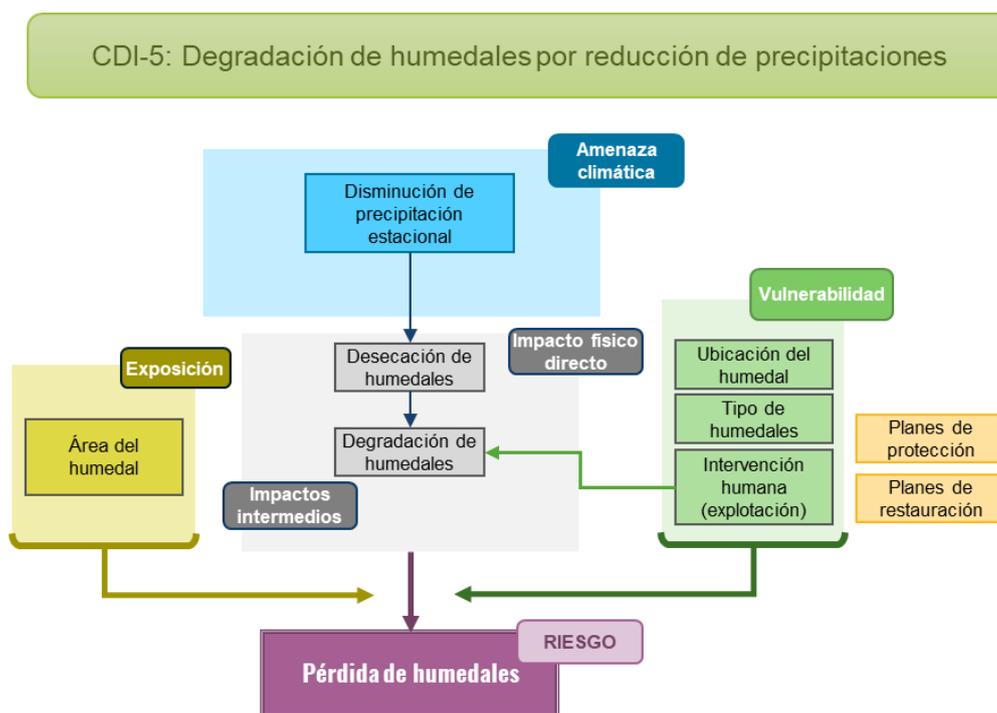
De acuerdo con la Convención Ramsar, los humedales son extensiones de marismas, pantanos y otras superficies cubiertas de agua, considerados como uno de los entornos más productivos del planeta debido a la elevada biodiversidad que albergan y por constituir importantes fuentes de agua dulce.

La región de Magallanes alberga cerca del 80% de la superficie de humedales del país con cerca de 3.425.323 ha (Montiel, 2019). En la región se presentan diferentes tipos de humedales como mallines, humedales ribereños, palustres, lacustres, estuarios, humedales boscosos, marismas y las más representativas, las turberas (MMA, 2018). Estos ecosistemas se encuentran amenazados por diversas actividades antropogénicas como el desarrollo de prácticas ganaderas en humedales, introducción de especies invasoras y el desarrollo de actividades de turismo no sustentable. Además de ello, se estima que se verán afectados por los cambios de precipitación y temperatura asociados al cambio climático. Este conjunto de amenazas degradaría el ecosistema afectando a la biodiversidad que alberga, además de afectar los servicios ecosistémicos que estos prestan como la reserva de agua, regulación hídrica y captura de carbono (MMA, 2015b).

De manera adicional, en las **entrevistas** destacaron que, en la mayoría de las comunas, algunos humedales son utilizados como fuente de abastecimiento para actividades como el turismo y la ganadería, lo que intensifica la presión sobre el recurso hídrico.

En vista de la sensibilidad de los ecosistemas de humedal y de su valor económico-ambiental, a continuación, se detalla la cadena de impacto propuesta para cuantificar el riesgo de pérdida de estos ecosistemas como resultado de la disminución de precipitaciones asociada al cambio climático.

Figura 5. Cadena de impacto 5 – Degradación de humedales por reducción de precipitaciones





H. Indicadores

Tabla 18. Ficha técnica de cálculo de la CDI 5 – Degradación de humedales por reducción de precipitaciones

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
Amenaza				
Variación de la precipitación acumulada (Pp acum)	Mide la variación de precipitación (lluvia y nieve) en el periodo de 1980-2010 en milímetros (mm) y proyectada al 2035-2065 en milímetros (mm) bajo un escenario de emisiones RCP 8.5, para los meses de Dic-Ene-Feb.	$\text{Cambio } Pp \text{ acum } (\%) = \frac{Pp \text{ acum}_{fut} (mm) - Pp \text{ acum}_{hist} (mm)}{Pp \text{ acum}_{hist} (mm)}$	Máximo absoluto	Explorador de Amenazas Climáticas (ARClim)
Índice de amenaza	Se considera el resultado de estandarización del indicador de variación de la precipitación acumulada.			
Exposición				
Área de humedales	Este índice representa el riesgo de degradación de humedales expresada como la superficie de humedales por comuna.	$E_j = \sum_j \text{Superficie humedal}_{ij}$ <p>Donde: i: Humedal, j: Comuna</p>	$E_j = \frac{\ln E_j}{\ln(\max(E))}$	Inventario de Humedales (SIMBIO), Inventario de Humedales urbanos
Índice de exposición	Se considera el resultado de estandarización del indicador de superficie de humedales por comuna.			
Sensibilidad				
Tipo de humedales	Evalúa la sensibilidad por el tipo de humedal ante la reducción de precipitaciones que depende de la característica propia de estos.	<p>Dependiendo de la tipología de humedales en la Orden 1 del Inventario de Humedales:</p> $\text{Tipo humedal} \begin{cases} \text{Continetales} & \text{Altamente sensibles (1)} \\ \text{Artificiales} & \text{Medianamente (0,5)} \\ \text{Costero marino} & \text{Baja sensibilidad (0,2)} \end{cases}$		Inventario de Humedales (SIMBIO) Inventario de Humedales urbanos
Ubicación del humedal	Evalúa la probabilidad de la fragmentación del humedal y de otros impactos antropogénicos, tal como su contaminación, siendo representada como la cercanía a la población urbana o rural.	$\text{Tipo humedal} \begin{cases} \text{Urbano} & \text{Mayor presión (1)} \\ \text{Rural} & \text{Media presión (0,5)} \\ \text{Fuera del límite urbano} & \text{Baja presión (0,2)} \end{cases}$		Inventario de Humedales (SIMBIO) Inventario de Humedales urbanos



Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
Indicador de sensibilidad	<p>En primer lugar, se obtuvo el índice de sensibilidad de cada humedal (i) mediante:</p> $S_i = \frac{\text{Índice de Tipo Humedal}_i + \text{Índice Ubicación}_i}{2}$ <p>Finalmente se obtiene el índice para cada comuna (j) con la fórmula:</p> $S_j = \frac{\sum S_{ij}}{\text{Número de humedales en la comuna}}$ <p>Cabe mencionar que el número de humedales solo considera a aquellos humedales que proporciona un dato numérico.</p>			
Capacidad adaptativa				
Figura de protección	Se identifican cuales de los humedales presentan una figura de protección de Declaración de humedales urbanos, Humedales RAMSAR	$CA_{i=} \begin{cases} 1 & \text{si el humedal } i \text{ tiene figura de protección} \\ 0 & \text{no tiene figura de protección} \end{cases}$		Inventario de Humedales urbanos y RAMSAR
Índice de capacidad adaptativa	El factor k asignado es de 0,2 porque responde a la eficacia de las figuras de protección sobre la conservación de los humedales para evitar su degradación. Es decir, se considera que las figuras de protección por sí solo no basta para asegurar el resguardo de los humedales.			
Vulnerabilidad				
Índice de vulnerabilidad	Considerando los resultados de los índices de sensibilidad (S) y capacidad adaptativa (CA) se aplicó la siguiente fórmula: $\text{Vulnerabilidad} = S - k * (CA)$ Finalmente, se estandarizó el índice por el método de máximos absolutos.			



2.2.3.5. Degradación de turberas por déficit hídrico

A. Descripción y conceptualización

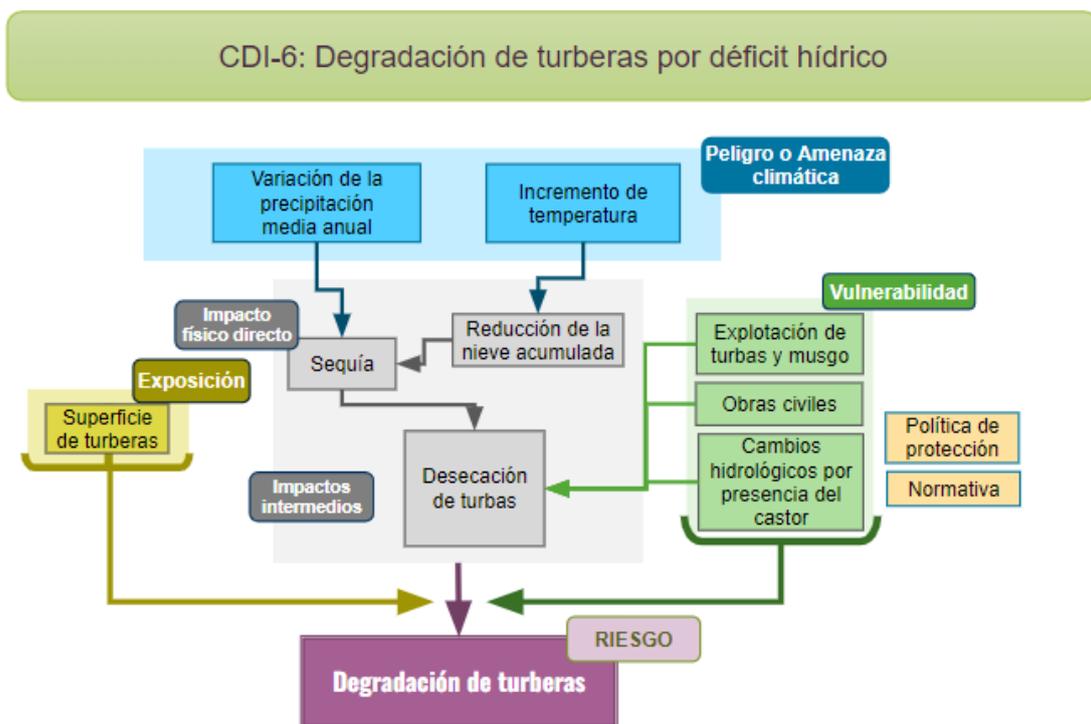
Las turberas son un tipo de humedal que representan el 19% de la cobertura vegetal de la región y son consideradas como ecosistemas de alto valor económico ambiental, además de ser ecosistemas frágiles a la intervención humana. Diversos autores documentan la dependencia de las turberas a condiciones constantes de velocidades del viento, temperatura y precipitación, por lo que, un ligero cambio de estas variables podría afectar la distribución espacial de estas (Aguirre et al., 2021).

Además, otros autores mencionan que dentro de las principales amenazas de tipo antropogénico sobre las turberas en Magallanes está la extracción minera, desarrollo de obras civiles sobre humedales, así como cambios hidrológicos y geomorfológicos por la presencia de la especie invasora del castor (WCS Chile, 2020).

Adicionalmente, los asistentes al **taller de vulnerabilidad** mencionaron la afectación a las turberas que se presenta por explotación de estas para la obtención de combustibles, actividad que incrementa la susceptibilidad de estos ecosistemas ante condiciones de mayor sequía por efecto del cambio climático.

Debido a la importancia para la biodiversidad y la prestación de servicios ecosistémicos asociada a los humedales se detalla la cadena de impacto propuesta para evaluar el riesgo de estos a degradarse debido al déficit hídrico bajo un escenario de cambio climático.

Figura 6. Cadena de impacto 6 – Degradación de turberas por déficit hídrico





B. Indicadores

Tabla 19. Ficha técnica de cálculo CDI 6 - Degradación de turberas por déficit hídrico

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
Amenaza				
Variación de la precipitación acumulada (Pp acum)	Mide la variación de precipitación (lluvia y nieve) en el periodo de 1980-2010 en milímetros (mm) y proyectada al 2035-2065 en milímetros (mm) bajo un escenario de emisiones RCP 8.5, para los meses de Dic-Ene-Feb.	$\text{Cambio Pp acum (\%)} = \frac{Pp\ acum_{fut} (mm) - Pp\ acum_{hist} (mm)}{Pp\ acum_{hist} (mm)}$	Máximo absoluto	Explorador de Amenazas Climáticas (ARClim)
Índice de amenaza	Se considera el resultado de estandarización del indicador de variación de la precipitación acumulada.			
Exposición				
Área de turberas⁷	Este índice representa el riesgo de degradación de humedales expresada como la superficie de turberas por comuna.	$E_j = \sum_j \text{Superficie turberas}_{ij}$ <p>Donde: i: Turbera , j: Comuna</p>	Logaritmo neperiano	Funciones y servicios ecosistémicos de las turberas en Magallanes, INIA (2015)
Índice de exposición	Se considera el resultado de estandarización del indicador de superficie de turbera por comuna.			
Sensibilidad				
% Superficie de turbas por comuna fuera de SNASPE	Evalúa la sensibilidad de las turberas al no estar acogidas dentro de una figura de protección, en este caso, el Sistema Nacional de Áreas Silvestres del Estado.	$\% \text{ turba fuera de SNASPE} = \frac{\text{Superficie turba fuera de SNASPE por comuna}}{\text{Superficie total de turba por comuna}}$	Máximo absoluto	Funciones y servicios ecosistémicos de las turberas en Magallanes, INIA (2015)
Indicador de sensibilidad	Como indicador final de sensibilidad, se considera la estandarización del indicador de % de superficie de turbas por comuna fuera de SNASPE.			

⁷ Para los indicadores de exposición y sensibilidad se utilizó información científica sobre la superficie de las turberas en la región como proxy para el cálculo de la cadena en vista de que el inventario oficial no se ha consolidado. Sin embargo, se recomienda actualizar la estimación una vez se cuente con dicho inventario desagregado a nivel comunal.



2.2.3.6. Afectación a las poblaciones de focas por la reducción del hábitat glaciar

I. Descripción y conceptualización

En la región, se distinguen tres especies de foca: la foca leopardo *Hydrurga leptonyx*, la foca cangrejera *Lobodon carcinophagus* y la foca de Weddell *Leptonychotes weddellii*. Todas son consideradas como especies pagófilas, es decir, que suelen habitar principalmente entre el hielo denso y las banquias de hielo, según la especie (SERNAPESCA, s.f.b). Por ejemplo, la reproducción de las focas cangrejeras depende de la existencia de la banquisa de hielo, que es más sensible al incremento de temperaturas en el océano que las masas de hielo fijo, donde se reproducen las focas de Weddell, debido a la naturaleza estacional y flotante de la banquisa de hielo. (Salas & LaRue, 2021)

La importancia del krill *Euphausia superba*) en la alimentación de las focas varía de acuerdo a las especies presentes en la región:

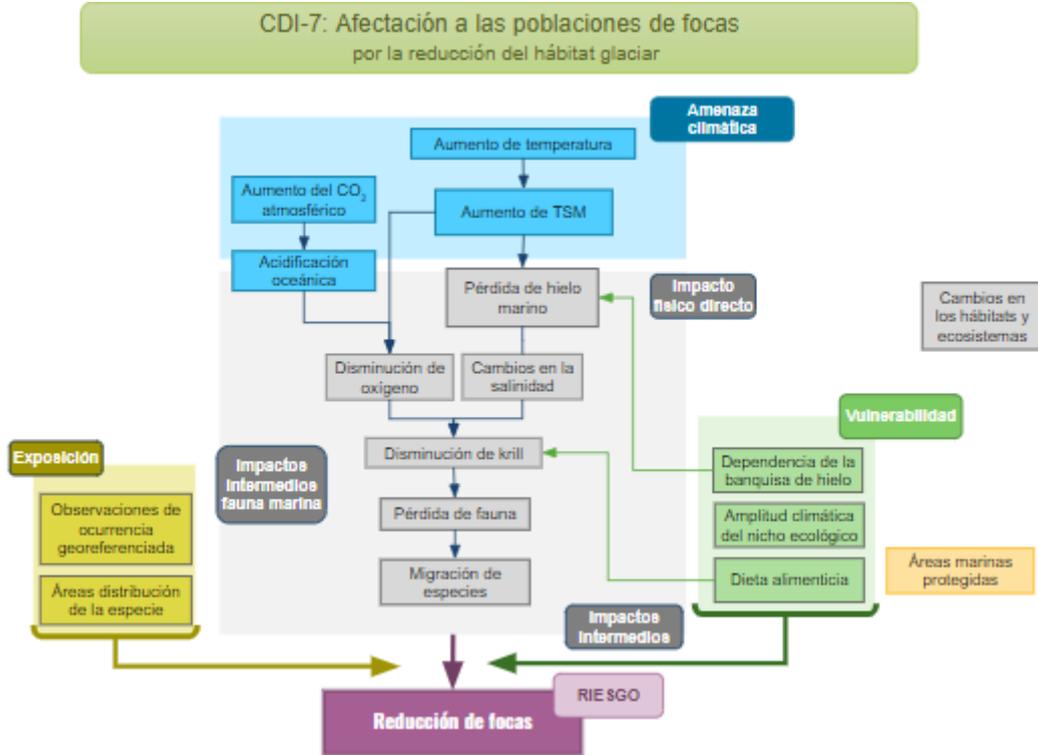
- Foca Cangrejera (*Leptonychotes weddellii*): La importancia del krill (*Euphausia superba*) es considerablemente baja en la dieta de la foca cangrejera de acuerdo con el estudio realizado por Casaux, Baroni & Ramón (2005) con una importancia del 0,2% en la relevancia de la dieta total y del 0,0% en cuánto a importancia por masa consumida, la dieta de la especie está constituida principalmente por peces los cuales representan el 92.4% de la masa total ingerida.
- Foca Leopardo (*Hydrurga leptonyx*): De acuerdo con la información de la institución SERNAPESCA, la foca leopardo se caracteriza por su comportamiento de caza y alimentación de pingüinos, aunque su dieta es muy diversa y cambia con las estaciones, dependiendo de la disponibilidad local de presas. Filtra krill a través de sus dientes, sin embargo, el calentamiento global puede producir la caída de este, el cuál es uno de sus principales alimentos. Esta especie de foca se nutre también de peces, calamares, jibias y pingüinos. Actúa como un depredador crucial para las focas cangrejeras jóvenes (*Lobodon carcinophagus*) hasta el final de su primer año de vida, así como para el lobo fino antártico (*Arctocephalus gazella*). En ocasiones, se alimenta de cadáveres de ballenas. La mayoría de sus presas son capturadas en el agua.
- Foca de Weddell (*Leptonychotes weddellii*): Se nutre de peces nototénidos, cefalópodos y crustáceos, incluyendo a *Dissostichus sp.*, que puede llegar a pesar 54 kilogramos o más. Su búsqueda de alimentos se extiende hasta profundidades de 600 metros, y se caracterizan por ser cazadores sigilosos. El krill es el principal constituyente de la dieta de las especies cazadas por esta foca, su disminución producto de factores en el aumento de la temperatura global pueden reducir el alimento para la Foca de Weddell, así como para otras especies de focas. (SERNAPESCA, SF).

De acuerdo con los diferentes estudios, su hábitat se vería afectado y tendería a desaparecer debido al incremento de las temperaturas proyectado para la región, lo que dejaría a la especie sin espacios para reproducción y caza. Además, se ha documentado que el cambio climático generará disminuciones en las poblaciones de krill antártico (*Euphausia superba*), especie que constituye la dieta de la foca leopardo (SERNAPESCA, s.f.; Martínez, 2015; Salas & LaRue, 2021).

Considerando la vulnerabilidad de las focas al cambio climático, a continuación, se detalla la cadena de impacto propuesta para la cuantificación del riesgo que enfrenta la especie frente a la pérdida de hábitat glaciar.



Figura 7. Cadena de impacto 7 – Pérdida de las poblaciones de focas por la reducción del hábitat glaciar





J. Indicadores

Tabla 20. Ficha técnica de cálculo de la CDI 7 – Pérdida de las poblaciones de focas por la reducción de hábitat glaciar

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
Amenaza				
Variación de la temperatura superficial del mar (TSM)	Indica el cambio de temperatura proyectada bajo el escenario de emisiones RCP 8.5 para el periodo 2040 - 2050, a partir de registros de la temperatura superficial del mar promedio multianual para el periodo histórico 2002- 2009.	Temperatura media expresada en °C, medida a profundidad media para el borde costero de la región de Magallanes. $\text{Cambio TSM} = TSM_{fut} (\text{°C}) - TSM_{hist} (\text{°C})$	Máximo absoluto	Plataforma Bio-Oracle
Índice de amenaza	Se considera los resultados de estandarización de la variación de la temperatura superficial del mar.			
Exposición				
Observaciones de la especie	Indica la cantidad de observaciones en terreno georreferenciados para las especies en las diferentes comunas de la región de acuerdo a la Plataforma GBIF. Se consideran puntos de referencias.	$\begin{aligned} \text{Total observaciones} &= \text{Obs. Foca Weddell} \\ &+ \text{Obs. Foca leopardo} \\ &+ \text{Obs. Foca cangrejera} \end{aligned}$	Máximo absoluto	Plataforma GBIF
Índice de exposición	Para el cálculo del indicador final, se toma el valor estandarizado el indicador de observaciones de la especie.			
Sensibilidad				
Inversa del margen de seguridad climática	El margen de seguridad se refiere a la capacidad de una especie para sobrevivir en un entorno cuyas condiciones varían debido al cambio climático. Estimado como la diferencia entre la temperatura superior reportada en las observaciones de la especie y la temperatura superficial del mar del periodo presente. La inversa de dicho indicador refleja que a menor resultado se es más sensible.	$\Delta \text{ Inversa de la Seguridad climática} = \frac{1}{T_{sup} - TSM_{presente}}$	Decil	Ocean Biodiversity Information System
Dependencia del krill antártico	Indica el porcentaje en el que el krill constituye la dieta alimenticia de las diferentes especies de foca presentes en la región.	De acuerdo con la revisión bibliográfica se asigna la siguiente puntuación: Foca cangrejera, el 100% de su dieta es krill: 1 Foca leopardo, el 45% de su dieta es krill: 0,75		Revisión literatura



Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
		Foca Weddell, no se alimenta directamente de krill pero los animales que conforman su dieta sí: 0,5		
Indicador de sensibilidad	Para el cálculo del indicador final, se promedian los resultados de los dos indicadores anteriores:			
	$S = \bar{X} = \frac{\left(\frac{1}{\Delta Seguridad climática} + \%Promedio de dependencia de krill \right)}{2}$			
Capacidad adaptativa				
Nicho termal	Rango climático definido dentro del cual las especies pueden desarrollarse bajo condiciones normales. Estimado como la diferencia entre los límites termales superior (T_{sup}) e inferior (T_{inf}) reportados en las observaciones de cada especie. Altos valores de nicho termal indica una alta capacidad adaptativa, por el contrario, bajos valores de nicho termal indican una baja capacidad adaptativa	$Nicho\ termal = T_{sup} - T_{inf}$	Máximo absoluto	Ocean Biodiversity Information System
Existencia de AMP⁸	Indica la existencia de áreas marinas protegidas (AMP) y Sitios Prioritarios Estrategia Regional de Biodiversidad (sitio prioritario: Cabo de Hornos) y Sitio Prioritario Ley 19.300 art.11 letra d) (sitios prioritarios: Isla Navarino y Estancia Yendegaia) con alcance en los puntos de exposición de las focas.	$CA_{i=} \begin{cases} 1 & \text{si existen AMP} \\ 0 & \text{no existen AMP} \end{cases}$		Inventario de áreas marinas protegida de Chile, SERNAPESCA
Índice de capacidad adaptativa	El factor k asignado es de 0,2 porque responde a la eficacia de las figuras de protección sobre la conservación de los hábitats de especies marinas como las focas, mitigando perturbaciones de origen antrópico que puedan generar degradación de los ecosistemas, así como la capacidad de la especie a sobrevivir en amplias condiciones térmicas. Sin embargo, la existencia de una figura de protección no es suficiente para mitigar los			

⁸ La consideración del indicador de existencia de AMP en la región no está implícitamente relacionada ni a la existencia de glaciares, ni con la presencia en ellas o no de las diferentes especies de focas. Se considera como capacidad adaptativa puesto que la declaratoria de estas áreas busca reducir las presiones antrópicas generadas sobre los ecosistemas marinos (donde habitan las focas y su alimento), mitigando así la degradación del medio marino.



Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
	impactos directos ocasionados por el cambio climático sobre los océanos.			
Vulnerabilidad				
Índice de vulnerabilidad	Considerando los resultados de los índices de sensibilidad (S) y capacidad adaptativa (CA) se aplicó la siguiente fórmula: $Vulnerabilidad = S - k * (CA)$. Finalmente, se estandarizó el índice por el método de máximos absolutos.			



2.2.3.7. Afectación a las poblaciones de pingüinos por aumento de condiciones extremas

K. Descripción y conceptualización

La variación de las condiciones climáticas, además de otros factores como el turismo y la presencia especies exóticas invasoras como el visón, perros, entre otros, generará cambios en las dinámicas poblacionales del pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*) y pingüino rey (*Aptenodytes patagonicus*).

De acuerdo con lo documentado, los pingüinos son considerados como los depredadores superiores de toda su cadena trófica, por lo que son individuos relevantes para evidenciar los impactos del cambio climático, sobre todo en el ecosistema subantártico, considerando que la cadena trófica sufre un efecto en cascada debido a la variación de las condiciones climáticas.

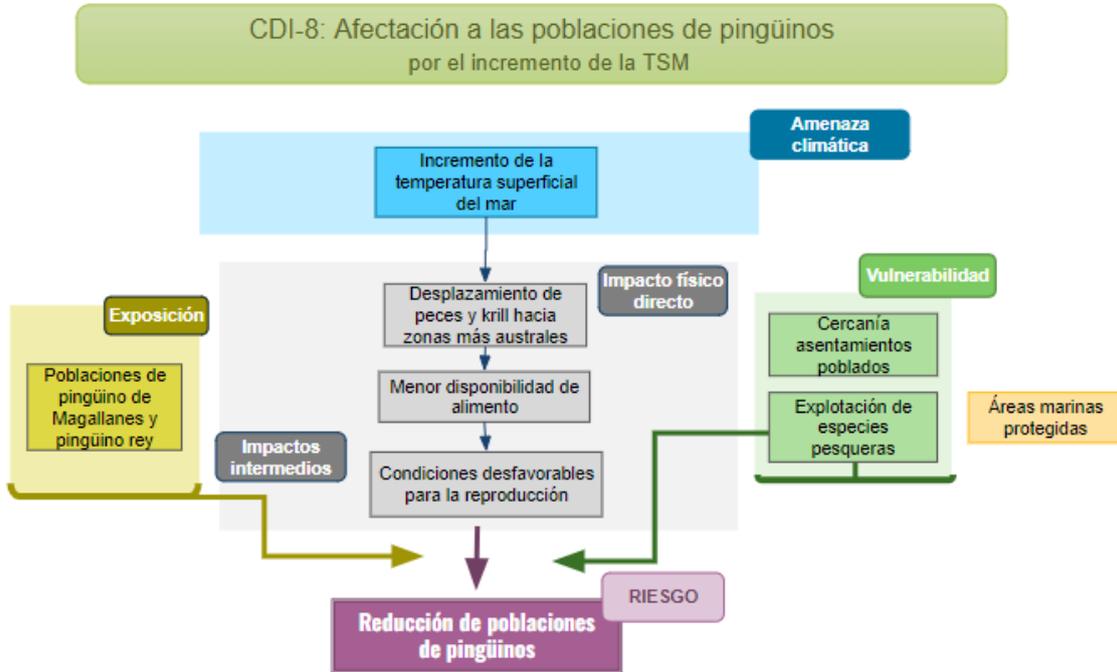
Los pingüinos de Magallanes dependen en gran medida de su dieta compuesta por peces como la anchoveta, la sardina del sur y la merluza de tres aletas, así como de la ingestión ocasional de calamares, crustáceos o krill. Sin embargo, el cambio climático está generando perturbaciones en las condiciones oceánicas, como el aumento de la temperatura superficial del mar (TSM), alteraciones en el pH, acidificación y fluctuaciones en la salinidad, que amenazan directamente a estos recursos hidrobiológicos. Además, esta situación se agrava debido a la presión de la extracción dichas especies lo que podría llevar a la escasez de alimentos para las poblaciones de los pingüinos de Magallanes en la región, lugar donde estas aves eligen establecer sus colonias debido a la disponibilidad de alimento que favorece su reproducción (SERNAPESCA, s.f.c). Como resultado, la supervivencia de la especie se vería afectada por el desplazamiento de las colonias hacia el norte en búsqueda de alimento, lo que dificultaría su adaptación debido a que es una especie muy especialista (Martínez, 2015).

Asimismo, el pingüino rey se encuentra amenazado por el cambio climático debido al desplazamiento de las especies de peces y calamares de las cuales se alimenta hacia zonas más australes en busca de aguas más frías. Esto obliga al pingüino a migrar en busca de nuevos lugares para alimentarse, con la posibilidad de no poder adaptarse, lo que podría resultar en reducciones en su población. Además, se ha documentado que el aumento de la temperatura superficial del mar y del aire generaría importantes degradaciones en el ecosistema donde se ubican las particulares colonias de Tierra del Fuego, afectando a cerca del 21% de las parejas reproductoras presentes en la región (Cristofari *et al.*, 2018).

En vista de la vulnerabilidad de estas especies, a continuación, se detalla la cadena de impacto propuesta para la cuantificación del riesgo de pérdida del pingüino magallánico y el pingüino rey por el incremento de la temperatura superficial del mar.



Figura 8. Cadena de impacto 8 -Afectación a las poblaciones de pingüinos por aumento de la TSM





L. Indicadores

Tabla 21. Ficha técnica de cálculo de la CDI 8 – Afectación a las poblaciones de pingüinos por aumento de la TSM

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
Amenaza				
Variación de la temperatura superficial del mar (TSM)	Indica el cambio de temperatura proyectada bajo el escenario de emisiones RCP 8.5 para el periodo 2040 - 2050, a partir de registros de la temperatura superficial del mar promedio multianual para el periodo histórico 2002- 2009.	Temperatura media expresada en °C, medida a profundidad media para el borde costero de la región de Magallanes. $Cambio\ TSM = TSM_{fut} (°C) - TSM_{hist} (°C)$	Máximo absoluto	Plataforma Bio-Oracle
Índice de amenaza	Como índice final de amenaza se considera la estandarización del indicador de variación de la precipitación máxima diaria.			
Exposición				
Observaciones de la especie	Indica la cantidad de observaciones en terreno georreferenciados para las especies en las diferentes comunas de la región.	$Total\ observaciones = Obs.\ Pingüino\ Magallanes + Obs.\ Pingüino\ rey$	Logaritmo neperiano	Plataforma GBIF
Índice de exposición	Como indicador final, se toma la estandarización del indicador de observaciones de la especie.			
Sensibilidad				
Densidad poblacional	Indicador de presión, se estima que aquellas comunas de mayor densidad poblacional implicarán mayores actividades antropogénicas (i.e., desarrollo de puertos, embarcaciones, contaminación por metales pesados y aguas servidas) lo que podría implicar una presión adicional para la viabilidad de las poblaciones de pingüinos.	$Densidad\ poblacional = \frac{Población\ censada\ por\ comuna}{Superficie\ (km^2)\ por\ comuna}$	Máximo absoluto	Censo de población y vivienda, 2017 INE
Indicador de sensibilidad	Para el cálculo del indicador final, se considera el resultado estandarizado del indicador de densidad poblacional			
Capacidad adaptativa				
Existencia de AMP	Indica la existencia de áreas marinas protegidas en cada uno de los puntos de observación de las especies de interés.	$CA_i = \begin{cases} 1 & \text{si existen AMP} \\ 0 & \text{no existen AMP} \end{cases}$		Inventario de áreas marinas protegida de Chile,



Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
				SERNAPESCA
Índice de capacidad adaptativa	El factor k asignado es de 0,2 porque responde a la eficacia de las figuras de protección sobre la conservación de los hábitats de especies marinas como los pingüinos, mitigando perturbaciones de origen antrópico que puedan generar degradación de los ecosistemas. Sin embargo, la existencia de una figura de protección no es suficiente para mitigar los impactos directos ocasionados por el cambio climático sobre la especie.			
Vulnerabilidad				
Índice de vulnerabilidad	Considerando los resultados de los índices de sensibilidad (S) y capacidad adaptativa (CA) se aplicó la siguiente fórmula: $Vulnerabilidad = S - k * (CA)$. Finalmente, se estandarizó el índice por el método de máximos absolutos.			



2.2.3.8. Afectación al ecosistema de fiordos como consecuencia del retroceso glaciar

M. Descripción y conceptualización

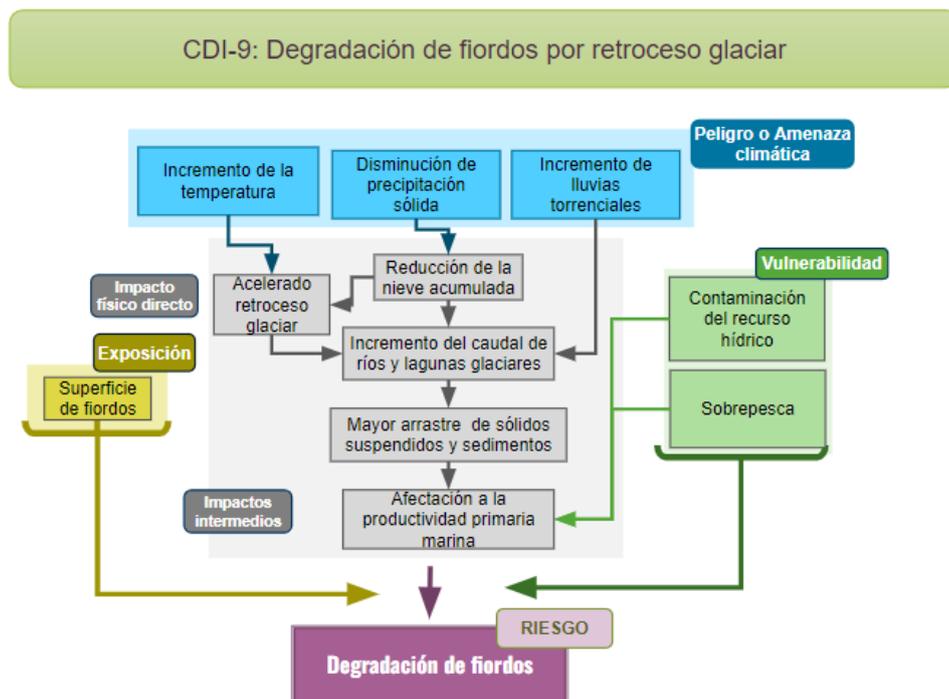
Los fiordos son considerados ecosistemas marinos únicos que representan apenas el 1% de la superficie total oceánica del planeta. En Chile, estos ecosistemas se extienden desde Puerto Montt a Cabo de Hornos.

Los fiordos son profundos valles marinos formados por la acción del hielo durante las glaciaciones del cuaternario, que se caracterizan por ser elevaciones montañosas, desde las masas de agua, que alcanzan alturas mayores a los 1600 msnm y que crecen cerca de los 200-600 metros de profundidad, albergando una gran biodiversidad que incluye especies de vertebrados e invertebrados marinos como corales de aguas frías que crecen en paredones verticales sumergidos a 200-300 metros de profundidad.

Estos ecosistemas marinos dependen de dos factores importantes para su mantenimiento: suficiente disponibilidad de nutrientes y una adecuada penetración de luz. Se estima que, por cuenta del cambio climático, el incremento de la desglaciación, por el incremento de temperaturas, favorecerá la presencia de agua cargada de sedimentos que quedarán flotando en la superficie de los fiordos formando una capa densa que impediría la penetración de la luz, afectando la productividad primaria en el ecosistema y generando afectación sobre la biodiversidad actual. Del mismo modo, el incremento de lluvias torrenciales alteraría el caudal de los ríos que alimentan estos ecosistemas, favoreciendo el arrastre de sólidos suspendidos e impidiendo la penetración de luz hacia el interior de los fiordos (Diario UACH, 2010; MMA, 2015c; National Geographic, 2021).

En vista de la singularidad de estos ecosistemas y de la biodiversidad que albergan se detalla la cadena de impacto propuesta para evaluar el riesgo por degradación de fiordos por retroceso glaciar y aumento de precipitación máxima diaria.

Figura 9. Cadena de impacto 9 – Degradación de los fiordos por el retroceso glaciar





N. Indicadores

Tabla 22. Ficha técnica CDI 9 – Degradación de los fiordos por el retroceso glaciar

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
Amenaza				
Variación de la temperatura media	Cambio proyectado en la temperatura del aire para el periodo de 2035-2065, respecto al periodo base de 1980 -2010, bajo un escenario de emisiones RCP 8.5.	$\begin{aligned} \text{Cambio Temperatura} \\ &= T_{media_{fut}} (^{\circ}C) \\ &- T_{media_{hist}} (^{\circ}C) \end{aligned}$	Máximo absoluto	Explorador de Amenazas Climáticas (ARClim)
Variación de la precipitación máxima diaria	Mide la variación de precipitación máxima diaria en el periodo de 1980-2010 en milímetros (mm) y proyectada al 2035-2065 en milímetros (mm) y bajo un escenario de emisiones RCP 8.5.	$\begin{aligned} \text{Cambio Pp max diaria (\%)} \\ &= \frac{Pp MD_{fut} (mm) - Pp MD_{hist} (mm)}{Pp MD_{hist} (mm)} \end{aligned}$	Máximo absoluto	Explorador de Amenazas Climáticas (ARClim)
Índice de amenaza	Una vez estandarizados los indicadores de precipitación y viento, se estima el promedio entre estos y se estandariza por el método del máximo absoluto para obtener el indicador final. $A = \frac{A_1 + A_2}{2}$			
Exposición				
Superficie del (ha) fiordo	Indica la cantidad superficie que comprenden los fiordos presentes en la región.	Superficie del fiordo estimada por el MMA	Máximo absoluto	Plataforma SIMBIO
Índice de exposición	Como indicador final, se toma la estandarización del indicador de superficie del fiordo.			
Sensibilidad				
Tasa de retroceso glaciar	Mide el porcentaje de disminución de los glaciares presentes en la región mediante la diferencia del área glaciar reportada en los años 2014 a 2022.	$\begin{aligned} \text{Cambio área glaciar (\%)} \\ &= \frac{\text{Área glaciar}_{fut} (km^2) - \text{Área glaciar}_{hist} (km^2)}{\text{Área glaciar}_{hist} (km^2)} \end{aligned}$	Máximo absoluto	Inventario público de glaciar 2014 y 2022
Densidad poblacional	Indicador de presión, se estima que aquellas comunas con mayor densidad poblacional implicarán mayores actividades antropogénicas (i.e., desarrollo de puertos, embarcaciones, contaminación por metales pesados y aguas servidas) lo que podría implicar una presión sobre el ecosistema.	$\begin{aligned} \text{Densidad poblacional} \\ &= \frac{\text{Población censada por comuna}}{\text{Superficie } (km^2) \text{ por comuna}} \end{aligned}$	Máximo absoluto	Censo de población y vivienda, 2017 INE
Indicador de sensibilidad	Para el cálculo del indicador final, se considera el promedio de los indicadores anteriores y se vuelve a estandarizar por el método de máximo absoluto. $S = \frac{1}{2} (S_1 + S_2)$			



2.2.4. Cadenas de impacto en el sector pesca e infraestructura costera

A lo largo del tiempo, la actividad de la pesca artesanal se ha consolidado en la región como resultado del proceso migratorio de pescadores desde las regiones de Los Lagos, Aysén y Biobío. Así, para 2022 la actividad pesquera llegó a representar el 5,56% del PBI regional, concentrando además cerca del 9% de los trabajadores la región, lo que equivale aproximadamente a 5846 pescadores con 1600 embarcaciones (Instituto de Fomento Pesquero, 2019; ODEPA, 2023).

El desembarque pesquero artesanal se concentra en su mayoría en la extracción de recursos bentónicos, con cerca de 39 especies, destacándose el erizo, la centolla, el centollón, la merluza y el ostión del sur. Sin embargo, también se han incorporado otros recursos estacionales como la cholga, almeja, caracol, loco, anguila, raya, jaiba y el huepo (Instituto de Fomento Pesquero, 2019).

Considerando la relevancia económica del sector, así como la información levantada en los diversos procesos participativos, se propone una cadena de impacto, la pérdida de centolla por aumento de la temperatura superficial del mar.

2.2.4.1. Pérdida de centolla por el aumento de la temperatura superficial del mar

O. Descripción y conceptualización

De acuerdo con las estadísticas pesqueras del INE, para 2021 el recurso de mayor importancia en el desembarque artesanal de la región fue la centolla con un aporte del 51,5% al total regional, correspondiente a 270 toneladas desembarcadas (INE, 2022).

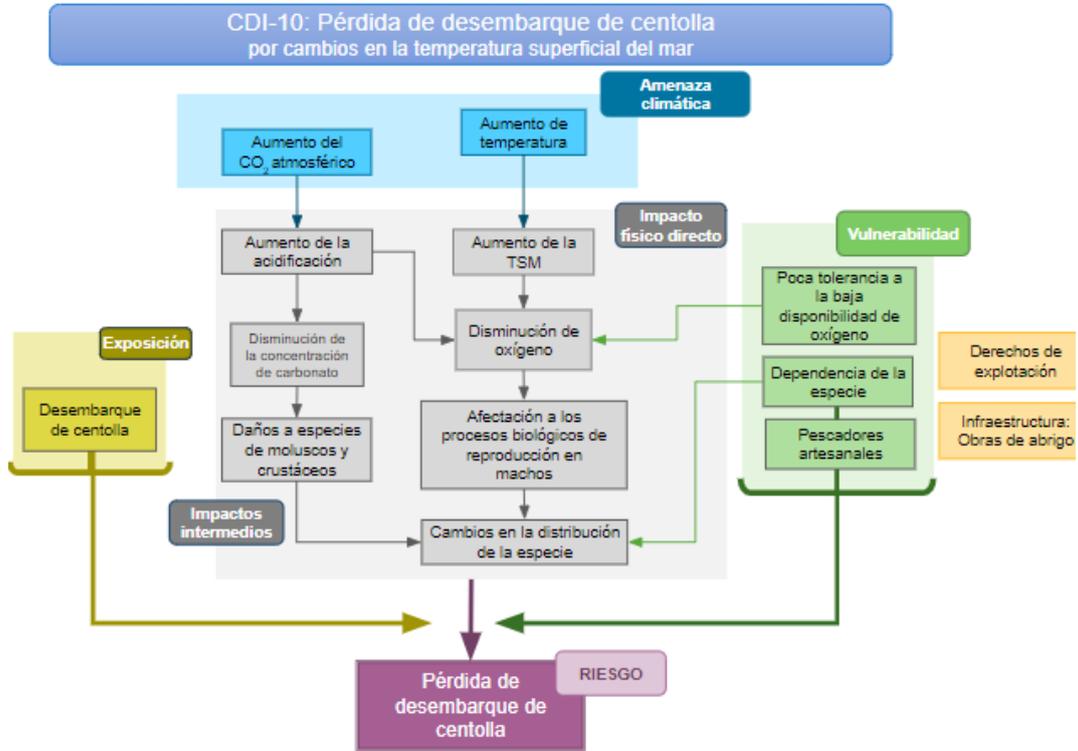
Autores han documentado que el incremento de dióxido de carbono en el mar, además de aumentar su temperatura superficial, disminuirá la disponibilidad de oxígeno disuelto, por lo que podrían verse afectados los individuos juveniles de la centolla patagónica, puesto que tienen una baja tolerancia a la baja disponibilidad de oxígeno (Cubillos et al. 2021). En otros estudios se ha evidenciado que el aumento de la temperatura superficial del mar influye negativamente en los procesos biológicos de reproducción de los machos, lo que afectaría la dinámica de reproducción de la especie (Palma, 2019).

Por otro lado, en el **taller de vulnerabilidad** se mencionó que la desglaciación asociada al incremento de temperaturas aumentaría el volumen de agua dulce que ingresa a los océanos, generando cambios en sus propiedades químicas como la salinidad, alterando el hábitat de múltiples recursos bentónicos de especial importancia en la actividad de pesca artesanal de la región. Además, en las **entrevistas** mencionaron que, en Puerto Natales, existen otras presiones que hacen más vulnerable a la actividad pesquera como la sobreexplotación de los recursos bentónicos, la ausencia de zonas marinas protegidas o la contaminación del océano.

Entendiendo la importancia cultural y económica de la centolla, a continuación, se detalla la cadena de impacto propuesta para la cuantificación de la pérdida de este recurso debido al aumento de la temperatura superficial del mar.



Figura 10. Cadena de impacto 10 – Pérdida de centolla por el aumento de la temperatura superficial del mar





P. Indicadores

Tabla 23. Ficha técnica CDI 10 – Pérdida de desembarque de centolla por cambios en la TSM

Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
Amenaza				
Variación de la temperatura superficial del mar	Indica el cambio de temperatura proyectada bajo el escenario de emisiones 8.5 para el periodo 2040-2050, a partir de registros de la temperatura superficial del mar promedio multianual para el periodo histórico 2002- 2009.	Temperatura media expresada en °C, medida a profundidad media para el borde costero de la región de Magallanes. $Cambio\ TSM = TSM_{fut} (°C) - TSM_{hist} (°C)$	Máximo absoluto	Plataforma Bio-Oracle
Índice de amenaza	Como indicador final de amenaza se toma el valor estandarizado del indicador de incrementos de la TSM.			
Exposición				
Desembarque de centollas	Este índice representa el riesgo de perder la biomasa de centolla capturada, expresada como el desembarque registrado de centolla por caleta en toneladas.	Total, de toneladas desembarcadas de centolla en los últimos 15 años por caleta.	Logaritmo neperiano	Estadísticas SERNAPESCA 2022
Índice de exposición	Como indicador final de exposición se toma el valor estandarizado del indicador de desembarque de centolla			
Sensibilidad				
Número de pescadores	Indicador de la presión que existe sobre el recurso hidrobiológico. Es un indicador de dependencia de la pesca artesanal y de su importancia en la caleta, representado como el número de pescadores de centolla por toneladas de desembarque. Entre mayor sea la sensibilidad mayor será la presión sobre el recurso: Baja sensibilidad $\leq 0,2$ Sensibilidad mediana $0,2 \leq indicador \leq 0,5$ Sensibilidad alta o muy alta $0,5 \leq indicador \leq 1$	$= \frac{N^{\circ} \text{ Pescadores de centolla en el RPA}}{\text{Toneladas de desembarque}}$	Máximo absoluto	Registro de Pescadores Artesanales (RPA) 2022
Estado de explotación del recurso	Expresa la tendencia del desembarque total por caleta en el período de análisis (últimos 15 años).	Tendencia obtenida a partir de la estimación de la pendiente mediante un modelo lineal mixto. Se extrajeron los datos outliers para el cálculo del	Escalado de datos con mínimos y máximos	Estadísticas SERNAPESCA 2022



Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
		<p>modelo lineal mediante el método de cuartiles.</p> <p>Para ello se consideró:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Baja sensibilidad [0-0,2] (cuando la pendiente es creciente) -Sensibilidad media <0,2-0,5] (cuando la pendiente es cercana a 0) -Sensibilidad alta <0,5;1] (cuando la pendiente es negativa) 		
Diversidad de recursos	Corresponde al número de especies que fueron extraídas por caleta en el período de análisis	Número de especies extraídas por caleta, estandarizado por el método de deciles.	Escalado de datos con mínimos y máximos	Estadísticas SERNAPESCA 2022
Indicador de sensibilidad	Para el cálculo del indicador final, se promedian los resultados de los indicadores anteriores:			
	$S = \frac{1}{3}(S_1 + S_2 + S_3)$			
Capacidad adaptativa				
Presencia de obras de abrigo	Refleja la adaptación de la caleta mediante obras de infraestructura para mejorar la seguridad en las operaciones de embarque y desembarque (las caletas típicamente se emplazan en lugares que ofrecen un abrigo natural con las condiciones históricas de oleaje y la necesidad de estas infraestructuras de abrigo nuevo responde a las nuevas condiciones del clima de oleaje propiciadas por el cambio climático)	<p>Se asigna la siguiente calificación dependiendo de la existencia de obras de abrigo en las caletas:</p> $CA_j^1 \begin{cases} 0 & \text{si la caleta } j \text{ posee obras de abrigo} \\ 1 & \text{si no posee obras de abrigo} \end{cases}$ <p>Donde j representa a una caleta.</p>		Informe obtenido de Arclim
Presencia de Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos AMERB	La existencia de AMERB es un indicador de su capacidad de gestión ya que requieren formar organizaciones para poder solicitar una y establecer reglas de organización propias. Además de la existencia de AMERB, es relevante el estado de su gestión, de forma de procurar la	<p>El cálculo del índice se realiza promediando los indicadores de existencia de AMERB (CA_j^1) y el tiempo de desarrollo de AMERB (CA_j^2), calculado según el promedio del tiempo transcurrido desde la resolución del Plan de Manejo (en años)</p> $CA_j^{1'} = \begin{cases} 1 & \text{si existen AMERB} \\ 0 & \text{no existen AMERB} \end{cases}$		Estadísticas SERNAPESCA 2022



Indicador	Descripción	Cálculo	Estandarización	Fuente
	conservación de los ecosistemas marinos de los cuales depende la pesca. Una aproximación para medir esto corresponde al tiempo que tiene el área de manejo, ya que mientras mayor sea este, más consolidada estaría su gestión.	$CA_j^2 \begin{cases} 1 & \text{si la caleta } j \text{ posee AMERB desde hace 15 años} \\ \frac{\text{tiempo AMERB}_j [\text{años}]}{15} & \text{si posee AMERB menos de 15 años} \\ 0 & \text{si no posee AMERB} \end{cases}$		
Índice de capacidad adaptativa	Para el cálculo final de capacidad adaptativa se promedian los dos indicadores considerados y posteriormente se multiplican por el factor $k = 0.2$, teniendo en cuenta que los indicadores considerados solo tienen una capacidad media de disminuir el riesgo, ya que no se considera el tipo de obras de abrigo, al ser solo un indicador binario, y el tiempo de implementación de las AMERB es solo una aproximación al nivel de gestión de estas.	$CA = \frac{(CA_j^1 + CA_j^2)}{2}$		
Vulnerabilidad				
Índice de vulnerabilidad	Considerando los resultados de los índices de sensibilidad (S) y capacidad adaptativa (CA) se aplicó la siguiente fórmula: $Vulnerabilidad = S - k * (CA)$. Finalmente, se estandarizó el índice por el método de máximos absolutos.			



2.3. BRECHAS DE INFORMACIÓN

De las 15 cadenas nuevas presentadas en la **Tabla 12**, algunas no han podido ser calculadas debido a una falta de información actual imprescindible para su estimación. Sin embargo, a continuación, se detalla la importancia de las cadenas y una propuesta de sus componentes para su cuantificación, con el fin establecer lineamientos que deberían ser tenidos en cuenta para el desarrollo de investigaciones relacionadas al impacto del cambio climático sobre los siguientes elementos expuestos:

- **Afectación a la recolección del calafate**

El calafate es un producto forestal no maderable (PFNM) frecuentemente distribuido en los bosques subantárticos, caracterizado por ser un arbusto espinoso de 2 a 3 metros de altura que crece hacia los bordes de los bosques en terrenos abiertos a orillas de cuerpos de agua. Su recolección tiene lugar principalmente en las regiones de Aysén y Magallanes, siendo considerada como una “tradición milenaria de la Patagonia” (INIA, 2018). De acuerdo con INFOR, los principales usos del fruto son la producción de mermeladas, jarabes, mieles y la fabricación de tintes para usos artesanales.

En las entrevistas municipales de vulnerabilidad se mencionó la disminución de calafates en Río Verde dentro de los impactos del sector agrícola en la región, por lo que mencionaron la inclusión de una cadena de impacto de la afectación al PFNM del calafate. Sin embargo, mediante revisión bibliográfica se identificó la escasez de estudios que respalden el impacto del cambio climático sobre dicho producto.

- **Afectación a los bosques de macroalgas**

El litoral costero de la ecorregión de canales y fiordos del Sur de Chile se encuentra rodeado de bosques gigantes de macroalgas de la especie *Macrocystis pyrifera*, que además de ser los menos perturbados del planeta, son los de mayor distribución global en latitudes subantárticas (Mora et al., 2022). Se ha documentado que estos bosques albergan gran biodiversidad incluyen especies endémicas como la centolla y el ostión y mamíferos como ballenas, delfines y lobos marinos que utilizan estas áreas para alimentarse (WCS Chile, 2021).

Según estudios, los bosques de macroalgas se han adaptado a condiciones extremas y parecen ser ecosistemas relativamente intactos ante los impactos asociados al aumento de la temperatura superficial del mar por el cambio climático. No obstante, mediante observaciones y análisis multianuales en las últimas décadas, se logró evidenciar que el incremento de aportes de agua dulce por cuenta del derretimiento de glaciares y el incremento de turbulencias ocasionado por el aumento de eventos de fuertes lluvias y vientos, pueden llegar a afectar el rendimiento fotosintético de las algas y, por tanto, generar cambios en las dinámicas ecosistémicas (Mora et al, 2022).

Además, en el taller desarrollado con la academia fueron mencionados algunos indicadores que permitirían llevar a cabo la evaluación del riesgo de afectación a los bosques de macroalgas, los cuales son detallados en la **Tabla 24**.

- **Pérdida o daño de infraestructura por aumento de vientos**

La región de Magallanes se caracteriza por la ocurrencia de fuertes rachas de viento que, en ocasiones, superan los 100 km/h. Estos eventos han ocasionado afectaciones a la infraestructura como voladuras de techos de edificaciones hasta voladuras de muros y ventanas de viviendas.

De acuerdo con la información levantada en el taller de vulnerabilidad, las viviendas localizadas en periferias de ciudades como Punta Arenas, suelen sufrir estos impactos con



mayor intensidad que en las edificaciones de la ciudad, esto ocurre por la materialidad de dichas viviendas asociada a su mismo estado de informalidad. Debido a que no se cuenta con un catastro de la cantidad de viviendas que se encuentren ubicadas específicamente en las periferias de las ciudades, esto representa una brecha para la estimación de esta cadena riesgo en la región.

- **Desabastecimiento de combustibles fósiles para la generación eléctrica por la intensificación de eventos climáticos extremos**

La región de Magallanes cuenta con cuatro sistemas medianos que componen el Sistema Eléctrico de Magallanes, el cual para 2022 presentó una capacidad instalada neta de 129,3 MW, correspondiente en su mayoría a generación a partir de combustibles fósiles con un 75,2% de gas natural, 14,8% diésel y 10% eólica (Generadoras de Chile, 2022).

En vista de la dependencia de la matriz energética regional de los combustibles fósiles resulta importante cuantificar el riesgo de afectación y distribución de estos por cuenta la intensificación de eventos extremos.

Tabla 24. Conceptualización de cadenas de impacto y sus brechas de información

Sector	Cadena	Amenaza	Exposición	Vulnerabilidad
Silvoagropecuario	Afectación a la recolección del calafate	Variación de la distribución de la especie <i>Berberis Microphylla</i> por el cambio de condiciones meteorológicas por cuenta del cambio climático	Número de recolectores/as de calafate por comuna	-Proporción de población comunal en situación de pobreza multidimensional en relación con el total de población comunal -Porcentaje de población de adultos mayores (> o igual 65 años) -Proporción de población comunal que se consideran parte de una población indígena -Porcentaje de población con educación básica completa o inferior -Dependencia de los recolectores a la especie de calafate -Diversidad de recolección de PFNM
Biodiversidad y turismo	Afectación a los bosques de macroalgas	Variación de la distribución de la especie <i>Macrocystis pyrifera</i> por el cambio de condiciones meteorológicas por cuenta del cambio climático	-Volumen de biomasa de la especie <i>Macrocystis pyrifera</i> -Especies marinas dependientes de los bosques de macroalgas	-Amplitud climática del nicho ecológico
Ciudades y energía	Pérdida o daño de infraestructura por aumento de vientos	Incremento del viento medio proyectado para el periodo	Población o viviendas asentadas en las periferias	-Materialidad de las viviendas presentes en zonas periféricas de la ciudad



		2035-2065	de la ciudad	
	Desabastecimiento de combustibles fósiles para la generación eléctrica por la intensificación de eventos climáticos extremos	-Cambio proyectado en viento medio para el periodo 2035-2065 -Cambio proyecto en el número grados-día bajo 0°C para el periodo 2035-2065	En vista de que la matriz energética depende en un 90% de los combustibles fósiles, se estima que la mayoría de la población depende de ellos para la obtención de energía, por lo que en el indicador se considera el total poblacional por comuna	- Porcentaje que representa el consumo de energía que ha sido generada partir de combustibles fósiles, dentro del consumo energético total de la comuna -Existencia de fuentes renovables dentro de la matriz comunal como indicador de capacidad adaptativa.

3. Anexos

3.1. METODOLOGÍAS DE ESTANDARIZACIÓN

3.1.1. Máximo absoluto

Estandarización utilizada para diversos indicadores de las cadenas de impacto, la cual estandariza entre un valor de 0 a 1 de acuerdo con el máximo valor dado.

Ecuación 1. Método de estandarización de máximo absoluto

$$\text{índice}(x) = \frac{x}{\text{máx}(x)}, 0 \leq \text{índice}(x) \leq 1$$

Donde x es el dato por estandarizar y máx(x) es el conjunto de datos a estandarizar.

3.1.2. Mínimo absoluto

Estandarización utilizada para algunos indicadores de las cadenas de impacto, la cual estandariza los datos entre un valor de 0 a 1 de acuerdo con el mínimo valor dado.

Ecuación 2. Método de estandarización de mínimo absoluto

$$\text{índice}(x) = \frac{\text{mín}(x)}{x}, 0 \leq \text{índice}(x) \leq 1$$

Donde x es el dato por estandarizar y mín(x) es el conjunto de datos a estandarizar.

3.1.3. Escalado de datos con mínimos y máximos

Utilizado para el indicador de la tendencia y diversidad de la cadena de desembarque de



centolla. Esta estandarización permite estandarizar los datos mediante rangos previamente establecidos a través de la siguiente fórmula:

Ecuación 3. Método de estandarización de mínimos y máximos

$$X' = a + \frac{(X - X_{min})(b - a)}{X_{máx} - X_{min}}$$

Donde a es el valor mínimo del conjunto de datos, b el valor máximo del conjunto de datos, X_{min} el mínimo del rango establecido para la estandarización y $X_{máx}$ el máximo del rango establecido para la estandarización.

3.1.4. Logaritmo neperiano

Estandarización utilizada para algunos indicadores de las cadenas de impacto en las que el conjunto de datos a estandarizar presenta grandes variaciones entre sí.

Ecuación 4. Método de estandarización del logaritmo neperiano

$$\text{Índice de } (x) = \frac{\ln x}{\ln(\max(x))}$$

Donde x es el dato por estandarizar y $\max(x)$ es el conjunto de datos a estandarizar.



BIBLIOGRAFÍA

24 horas Chile. (2017). Se cierran circuitos de montaña en Torres del Paine por lluvias. Disponible en: <https://www.24horas.cl/nacional/se-cierran-circuitos-de-montana-en-torres-del-paine-por-lluvias-2323705>

Agüero, M. (2018). Efecto de la temperatura en la fisiología del Ostión Patagónico (*Zygochlamys patagónica*, King y Broderip, 1832), frente a un futuro escenario de cambio climático. Universidad Austral de Chile. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2018/fca282e/doc/fca282e.pdf>

Aguirre, F., Squeo, F. A., López, D., D., R., Buma, B., Carvajal, D., Jaña, R., Casassa, G., & Rozzi, R. (2021). Gradientes Climáticos y su alta influencia en los ecosistemas terrestres de la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos, Chile. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 49. <https://doi.org/10.22352/aip202149012>

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2019). La normativa que regula las concesiones de la salmonicultura. Disponible en: [https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio%2F10221%2F27279%2F2%2FBCN la normativa que regula las concesiones de salmonicultura final.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio%2F10221%2F27279%2F2%2FBCN%20la%20normativa%20que%20regula%20las%20concesiones%20de%20salmonicultura%20final.pdf)

Boersma, P. D., & Rebstock, G. A. (2014). Climate Change Increases Reproductive Failure in Magellanic Penguins. *PLoS ONE*, 9(1), e85602. doi:10.1371/journal.pone.0085602

CONAF. (2021). Estadística año 2020 (ene-dic) visitantes unidades del SNASPE y otras unidades administradas por CONAF pero que no pertenecen al SNASPE. Disponible en: <https://www.conaf.cl/parques-nacionales/visitanos/estadisticas-de-visitacion/>

CONAF. (2022). Resumen Regional Ocurrencia (Número) y Daño (Superficie Afectada) por Incendios Forestales 1977 - 2022. Estadísticas históricas. Disponible en: <https://www.conaf.cl/incendios-forestales/incendios-forestales-en-chile/estadisticas-historicas/>

Cristofari, R. Liu, X. Bonadonna, F. Cherel, Y. Pistorius, P. Le Maho, Y. Raybaud, V. Stenseth, N. Le Bohec, C. Trucchi, E. (2018). Climate-driven range shifts of the king penguin in a fragmented ecosystem. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41558-018-0084-2>

Cubillos Santander, L., Norambuena Cleveland, R., Soto Benavides, D., Jacques Coper, M., Simon Rodgers, J., & Carmona Montenegro, M. A. (2021). Manual de capacitación en adaptación al cambio climático para pesca y acuicultura en Chile. FAO. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/33105>

Diario UACH. (2010). La zona de los fiordos en Chile. Ciencias. Disponible en: <https://diario.uach.cl/la-zona-de-los-fiordos-en-chile/>

Domínguez, D. Vega, D. (2015). Funciones y servicios ecosistémicos de las turberas en Magallanes. Punta Arenas: Colección Libros INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 33. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/3576>

Fernández García, C. M. (2021). Cambios del área del glaciar Grey, Parque Nacional Torres del Paine, y su estudio a través de la climatología y la dendrocronología. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/186656>



Generadoras de Chile. (2022). Generación eléctrica en Chile. Disponible en: [http://generadoras.cl/generacion-electrica-en-chile#:~:text=Sistema%20de%20Magallanes%20\(SEM\)%3A,y%2010%2C0%25%20e%2C3%B3lica](http://generadoras.cl/generacion-electrica-en-chile#:~:text=Sistema%20de%20Magallanes%20(SEM)%3A,y%2010%2C0%25%20e%2C3%B3lica)

GIZ y EURAC 2016. *El Libro de la Vulnerabilidad Concepto y lineamientos para la evaluación estandarizada de la vulnerabilidad*. Bonn: GIZ.

GIZ y EURAC 2017. *Suplemento de Riesgo del Libro de la Vulnerabilidad. Guía sobre cómo aplicar el enfoque del Libro de la Vulnerabilidad con el nuevo concepto de riesgo climático del IE5 del IPCC*. Bonn: GIZ.

GORE Magallanes. (2020). Estrategia Regional de Desarrollo de Magallanes y Antártica Chilena. Disponible en: <https://www.goremagallanes.cl/sitioweb/documentos/ERD%20Magallanes2020.pdf>

Grez, A. Zaviezo, T. Simonetti-Grez, G. (2020). Manual de ciencia ciudadana para la biodiversidad de Magallanes. Kauyeken. Disponible en: <https://www.kauyeken.cl/post/manual-ciencia-ciudadana-para-la-biodiversidad-en-magallanes>

INE. (2022). Boletín de Pesca Región de Magallanes y la Antártica Chilena, Edición No 132. Disponible en: [https://regiones.ine.cl/documentos/default-source/region-xii/estadisticas/pesca/boletines/2021/pes_dic_2021-\(3-0\).pdf?sfvrsn=edcb7c5c_4](https://regiones.ine.cl/documentos/default-source/region-xii/estadisticas/pesca/boletines/2021/pes_dic_2021-(3-0).pdf?sfvrsn=edcb7c5c_4)

INFOR. (2023). Catastro de productos forestales no madereros del bosque nativo. Ministerio de Agricultura. Disponible en línea en: <http://www.pfnm.cl/catastro/catastopfnm.htm>

INIA.(2018). Calafate: En transición de “maleza” a superfruta. Revista Redagícola 56. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/62932/NR41394.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Instituto de Fomento Pesquero. (2019). El desafío de fortalecer la investigación para el desarrollo sustentable de la pesca en la región de Magallanes y la Antártica Chilena. Biblioteca del Senado.

Kol, H. (2020). Estado de la salmonicultura intensiva en la región de Magallanes. Programa Marino CODEFF. Disponible en: https://aida-americas.org/sites/default/files/featured_pubs/estado_de_la_salmonicultura_intensiva_en_magallanes_chile_18-01-25.pdf

La Prensa Austral. (2023). Nieve obliga al cierre temporal del Parque Nacional Torres del Paine. <https://laprensaaustral.cl/2023/07/22/nieve-obliga-al-cierre-temporal-del-parque-nacional-torres-del-paine/>

Martínez, M. (2015). El krill, piedra angular del ecosistema marino antártico. Universidad de Magallanes. Disponible en: <http://www.umag.cl/gaiaantartica/?wpdmact=process&did=MTQ3LmhvdGxpbnms=>

Martínez, R. (2021). Ostión del Sur especie de linaje genético único. El Magallanes. Ciencias. Disponible en: <http://www.umag.cl/vcm/wp-content/uploads/2021/05/Reportaje->



[osti%C3%B3n-del-sur.pdf](#)

Mendoza, M. (2006). Los efectos del cambio climático en la agricultura chilena. Chile Riego, (27): 13-19, 2006. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/12971>

Meza, F. (2017). Estimación de costos asociados a la seguridad hídrica en la agricultura como medida de adaptación al cambio climático en Chile: Un estudio en el contexto del Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Silvoagropecuario. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/41783>

Minagri. (2023). Comité de emergencias del agro resuelve cierre del Parque Nacional Torres del Paine. Disponible en: <https://www.conaf.cl/comite-de-emergencias-del-agro-resuelve-cierre-del-parque-nacional-torres-del-paine/>

MMA. (2015a). Diagnóstico Estado y tendencias de la biodiversidad: Región de Magallanes y la Antártica Chilena. Disponible en: <https://biblioteca.cehum.org/bitstream/CEHUM2018/1699/1/Salinas.%20Diagn%C3%B3stico%20del%20estado%20y%20tendencia%20de%20la%20biodiversidad%2C%20Regi%C3%B3n%20de%20Magallanes%20y%20de%20la%20Ant%C3%A1rtica%20Chilena.pdf>

MMA. (2015b). Seremi del Medio Ambiente de Magallanes destaca la importancia de los humedales en conmemoración mundial de su día. Noticias. Disponible en: <https://mma.gob.cl/seremi-del-medio-ambiente-de-magallanes-destaca-la-importancia-de-los-humedales-en-conmemoracion-mundial-de-su-dia/>

MMA. (2015c). Fiordos chilenos capturan 13% del carbono orgánico del país. Noticias. Disponible en: <https://mma.gob.cl/fiordos-chilenos-capturan-13-del-carbono-organico-del-pais/>

MMA. (2018). Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022. Disponible en: https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/11/Plan_humedales_Baja_confrase_VERSION-DEFINITIVA.pdf

Montiel, A. (2019). Magallanes, Región de Humedales. Anales Instituto de la Patagonia. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-686X2019000100005>

Mora-Soto, A., Aguirre, C., Iriarte, J. L., Palacios, M., Macaya, E. C., & Macias-Fauria, M. (2022). A song of wind and ice: Increased frequency of marine cold-spells in southwestern Patagonia and their possible effects on giant kelp forests. Journal of Geophysical Research: Oceans, 127, e2021JC017801. <https://doi.org/10.1029/2021JC017801>

National Geographic. (2021). Lo que ocultan los fiordos de la Patagonia. Disponible en: https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/que-ocultan-fiordos-patagonia_16848

ODEPA. (2023). Región de Magallanes y la Antártica Chilena. Disponible en: <https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/bitstream/handle/20.500.12650/8968/Magallanes.pdf?sequence=28&isAllowed=y>

Palma, L. (2019). Cambio climático podría afectar la reproducción de la centolla. Diario UACH. Disponible en: <https://diario.uach.cl/cambio-climatico-podria-afectar-la-reproduccion-de-la-centolla/>

Pontificia Universidad Católica de Chile. (2020). Los Castores en Chile: una especie



invasora que ha causado grandes daños. Facultad de Ciencias Biológicas. Disponible en: <https://biologia.uc.cl/los-castores-en-chile-una-especie-invasora-que-ha-causado-grandes-danos/#:~:text=Seg%C3%BAn%20el%20proyecto%20GEF%20Castor,nativo%20invasoras%20por%20el%20castor.>

Salas, L. LaRue, M. (2021). Ice matters: Life-history strategies of two Antarctic seals dictate climate change eventualities in the Weddell Sea. *Global Change Biology*. <https://doi.org/10.1111/gcb.15828>

SERNAPESCA. (s.f.a). Acuicultura de pequeña escala APE. Disponible en: <http://www.sernapesca.cl/tramites-formularios/acuicultura-de-pequena-escala-ape>

SERNAPESCA. (s.f.b). Foca leopardo. Disponible en: http://www.sernapesca.cl/sites/default/files/importacion/rescateyconservacion/fichasespecies_conservacion/pinnipedos/focaleopardo.pdf

SERNAPESCA. (s.f.c). Pingüino de Magallanes. Disponible en: http://www.sernapesca.cl/sites/default/files/importacion/rescateyconservacion/fichasespecies_conservacion/pinguinos/pinguinodemagallanes.pdf

SERNATUR. (2014). Plan de acción regional de Magallanes y la antártica chilena sector turismo 2014-2018. Disponible en: <https://www.sernatur.cl/wp-content/uploads/2018/10/Plan-de-Accio%CC%81n-Magallanes.pdf>

Sistema Integrado de Monitoreo de Ecosistemas Forestales Nativos. (s.f). Bosques de Chile – Región de Magallanes y la Antártica Chilena. Disponible en: <https://simef.minagri.gob.cl/herramientas/informacion-de-bosques-de-chile/pdf/12>

Subturismo. (2019). Anuario de turismo 2018. Disponible en: <https://www.subturismo.gob.cl/wp-content/uploads/2015/10/Anuario-de-Turismo-2018.pdf>

WCS Chile (2020). Diseño de una hoja de ruta para la conservación y gestión sustentable de turberas de Chile. Informe final. Disponible en: <https://humedales.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/02/Hoja-Ruta-Turberas-VF2.pdf>

WCS Chile, (2021). Bosques submarinos de la Patagonia se mantienen intactos hace 200 años a pesar de la crisis climática global. Noticias. Disponible en: <https://chile.wcs.org/Nosotros/Noticias/ID/16453/Bosques-submarinos-de-la-Patagonia-se-mantienen-intactos-hace-200-anos-a-pegar-de-la-crisis-climatica-global.aspx>



Financiado por
la Unión Europea



FIIAPP
COOPERACIÓN ESPAÑOLA

